

ISSN 2072-2087

**ВЕСТНИК
Брянского
государственного
университета**

The Bryansk State University Herald

№4

2010

**ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
EXACT AND NATURAL SCIENCES**

ББК 74.58
B38

Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2010): Точные и естественные науки. Брянск: РИО БГУ, 2010. - 262с.

Редакционная коллегия

А.В. Антиохов – ректор БГУ, доктор филологических наук, профессор, председатель редакционной коллегии;
Ф.А. Шамоян – доктор физико-математических наук, профессор БГУ (отв. редактор);
А.Д. Булохов – доктор биологических наук, профессор БГУ (отв. редактор);
Л.М. Ахромеев – кандидат географических наук, доцент БГУ;
В.Б. Васильев – доктор физико-математических наук, профессор БГУ;
В.В. Новиков – доктор физико-математических наук, профессор БГУ;
С.В. Трубников – кандидат физико-математических наук, доцент БГУ;
О.С. Щетинская – кандидат химических наук, доцент БГУ.

В этом выпуске Вестника Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского представлены материалы по основным направлениям исследований ученых университета в области математики, физики, биологии, химии.

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Ответственность за точность фактологического материала, используемого в статьях, несут авторы.

Подписной индекс 47075

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА

Антоненкова О.Е.

ТЕПЛИЦЕВЫ ОПЕРАТОРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ $A_A^{P,Q}(B_N)$ 9

Баранова И.М., Евтухов К.Н.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ГЕНЕРАЦИЮ ВТОРОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ГАРМОНИКИ, ОТРАЖЕННОЙ ОТ ЦЕНТРОСИММЕТРИЧНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КРИСТАЛЛОВ 13

Вареникова Е.В.

О ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЯХ НЕАВТОНОМНЫХ ДВУМЕРНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ КВАДРАТИЧНЫХ СИСТЕМ. 18

Корпачева М.А., Балева М.В., Крахмалова А.Ю.

О ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ПОДГРУППОВЫХ ФУНКТОРОВ 20

Охлуптина О.В.

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КЛАССОВ СУБГАРМОНИЧЕСКИХ В ПОЛУПЛОСКОСТИ ФУНКЦИЙ С ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ИЗ L^p -ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВ 24

Приходько О.В.

ОПИСАНИЕ КОРНЕВЫХ МНОЖЕСТВ ПЛОСКИХ КЛАССОВ Р.НЕВАНЛИННЫ В УГОЛОВЫХ ОБЛАСТЯХ КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ 36

Сидоров А.А., Старченко Е.В., Матюта А.А.

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ НЕПРЕРЫВНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМ (INP)X (INAS)1-X , (GAAS)X (INAS)1-X 40

Сидоров А.А., Холодовский В.Е.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ КУБИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ДИПОЛЬ-ДИПОЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 44

Сорокина М.М., Корпачева М.А.

КРИТИЧЕСКИЕ N-КРАТНО Ω -ВЕЕРНЫЕ ФОРМАЦИИ КОНЕЧНЫХ ГРУПП 47

Шамоян Ф.А.

ТЕПЛИЦЕВЫ И ВОЛЬТЕРРОВЫ ОПЕРАТОРЫ В ВЕСОВЫХ СОБОЛЕВСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ ГОЛОМОРФНЫХ ФУНКЦИЙ 52

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Авдащенко В.Н., Кузнецов С.В., Панкратов Д.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ СВЯЗАННЫХ МЕСТ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ АДСОРБЦИИ НА ОКСИДАХ ТИТАНА И ЖЕЛЕЗА 63

Аверинова Е.А., Булохов А.Д.

КАЛЬЦЕФИТИНЫ ОПУШЕЧНЫЕ СООБЩЕСТВА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ МАРКОВСКИЕ ГОРЫ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ) 68

Аверинова Е.А.

СИНТАКСОНОМИЯ СТЕПЕЙ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ 73

Арtyухова А.В., Гришин С.Ю., Князькина М.С., Лукашевич М.И., Заякин В.В., Нам И.Я.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПАСПОРТИЗАЦИИ СОРТОВ ЛЮПИНА 81

Ахромеев Л.М., Шарапаев И.В.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТУРИСТСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ 84

Булгакова Е.Н., Мерзлякова И.А., Лютый Р.Ю., Зайцева Е.В.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ФОСПРЕНИЛ И ГАМАВИТ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В КРОВИ БРОЙЛЕРОВ КРОССА «СМЕНА - 7» 90

Бахтинов А.П.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ УРОТЕНЗИНА 2 – ГОРМОНА КАУДАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ (КНСС) ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА 93

Булохов А.Д., Шапурко А.В.

АССОЦИАЦИИ И ТИПЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ВЕТЬМИНСКО-БОЛВИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ) 101

Булохов А.Д., Борзыко Е.В., Панасенко Н.Н., Семенищенков Ю.А., Сквородникова Н.А.

АККУМУЛЯЦИЯ ^{137}Cs В ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕОЗАХ ЮГО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ 107

Булохов А.Д., Сильченко И.И.

НОВАЯ РЕДКАЯ РАСТИТЕЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ 115

<i>Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А.</i>	
ШИРОКОЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫЕ ЛЕСА ЮГО-ЗАПАДНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ	118
<i>Булохова Н.А.</i>	
ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA CARABIDAE) В ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА ЮГО-ЗАПАДЕ РОССИИ	123
<i>Величкин Э.М., Аверина М.Э., Медведев С.В.</i>	
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ В СИСТЕМАТИКЕ POLYPODIOPHYTA	127
<i>Гусарова С.Е., Кувичкина М.В.</i>	
ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПОДРОСТКОВ ИЗ РАЙОНОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	132
<i>Дроздов Е.В., Заякин В.В., Нам И.Я.</i>	
АНАЛИЗ СОЧЕТАНИЯ МУТАЦИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ А И В АЛЛЕЛЕЙ ГЕНА В-ЛАКТОГЛОБУЛИНА У КРС.....	136
<i>Зеркаленкова М.В.</i>	
НОВЫЕ ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ХРОМА (VI)	140
<i>Зройчикова О.А., Дубовой И.И.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ, ОБУСЛАВЛЯЮЩИХ ЗДОРОВЬЕ ШКОЛЬНИКОВ В КРУПНОМ ГОРОДЕ.....	144
<i>Иванова Т.Г.</i>	
МЕЖПОЛУШАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ТРЕВОЖНОСТЬ В ПОДРОСТКОВОМ И ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ.....	147
<i>Клюев Ю.А.</i>	
РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ КЛЕТНЯНСКОГО ПОЛЕСЬЯ (В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ).....	152
<i>Кононов А.С.</i>	
РОЛЬ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ БОБОВО-ЗЛАКОВОГО АГРОЦЕНОЗА	156
<i>Корсаков А.В., Михалёв В.П., Трошин В.П.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	159
<i>Корсаков А.В., Михалёв В.П., Трошин В.П.</i>	
КОМПЛЕКСНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ ТЕРРИТОРИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	163
<i>Косынчук В.П.</i>	
ФИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЕВ	169
<i>Куница М.Н.</i>	
ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ: ОСОБЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ, РОЛЬ В РЕГИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ.....	172
<i>Лебедева С.А., Бабаниязова З.Х., Паршина Л.Н.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА И АЛЛИЛИМИДАЗОЛА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ МЫШЕЙ ПРИ ОСТРОЙ ГИСТОТОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ	180
<i>Лебедева С.А., Бабаниязова З.Х., Бабаниязо Х.Х., Португалов С.Н., Асметкина У.А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОИЗВОДНЫХ ВИНИЛИМИДАЗОЛА НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ	182
<i>Любимов В.Б., Котова Н.П.</i>	
ТОЛЕРАНТНОСТЬ РАСТЕНИЙ К ДЕФИЦИТУ ВЛАГИ И ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМУ	185
<i>Максимов С.В.</i>	
БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ КАК БИОИНДИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК В УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНОЕ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РОССИИ).....	190
<i>Мельников И.В., Мельников Е.В., Петрак В.Ю.</i>	
ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ИНТРОДУКЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ	194
<i>Никитушкина М.Ю.</i>	
ВЛИЯНИЕ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛА И НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ В ОДНОВИДОВОМ И ЛЮПИНО-ЗЛАКОВОМ АГРОЦЕНОЗЕ	201
<i>Ноздрячёва Е.В.</i>	
СИНЕРГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ ПО ТУБЕРКУЛЁЗУ.....	204

<i>Одиноченков В.В., Грачева Н.В.</i>	
ИННОВАЦИОННЫЙ РЕСУРС РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ	206
<i>Панкратов Д.В., Горичев И.Г., Авдащенко В.Н.</i>	
РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ ИЗ ДАННЫХ АДСОРБЦИИ ХЛОРИД- И ИОНОВ НАТРИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДОВ	209
<i>Панова Ю.Г.</i>	
К ВОПРОСУ ПРОФИЛАКТИКИ И КОРРЕКЦИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ЖИТЕЛЕЙ ИЗ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЙОНОВ	212
<i>Романов Е.Г.</i>	
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	216
<i>Семиехина М.Е.</i>	
ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА БРЯНСКА	219
<i>Сквородникова Н.А.</i>	
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{137}Cs И ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ПО ПРОФИЛЮ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ	225
<i>Смазнова И.А., Козлов А.Л., Заякин В.В., Нам И.Я.</i>	
АЛЛЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНА BOLA-DRB3 В СТАДАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	227
<i>Смазнова И.А., Терешин В.С., Полозов А.И., Гаврилюк С.В., Заякин В.В., Мороз А.М., Нам И.Я.</i>	
ВНЕДРЕНИЕ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДА БИОЧИПОВ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМ МИКОБАКТЕРИЙ, РЕЗИСТЕНТНЫХ К ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВАМ	232
<i>Соколов Л.А., Лобанов Г.В., Полякова А.В.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕЛИ SRTM (SHUTTLE RADAR SATEL- LITE MISSION) В АНАЛИЗЕ РЕЛЬЕФА КАК ФАКТОРА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА)	237
<i>Стратиценко Е.Н.</i>	
ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	243
<i>Сухов С.С., Лазарев В.В., Растиггаев В.И.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО КОЛЕСА С ДЕФОРМИРУЕМЫМ ГРУНТОМ.....	246
<i>Хорина Е.В.</i>	
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	250
<i>Чусовитина К.В.</i>	
ОНКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ РАДИОАКТИВНО-ХИМИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	254
<i>Шарапаев И.В.</i>	
ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДОХРАНИЛИЩ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	258

CONTENTS

PHYSICS, MATHEMATICS

Antonenkova O.E.

TOEPLITZ OPERATORS IN SPACES $A_A^{P,Q}(B_N)$	9
---	---

Baranova I.M., Evtyukhov K.N.

THE INFLUENCE OF SURFACE NONLINEAR POLARIZATION ON THE GENERATION OF THE SECOND OPTICAL HARMONIC REFLECTED FROM CENTROSYMMETRIC SEMICONDUCTORCRYSTALS	13
---	----

Varenikova S.V.

ABOUT PERIODIC SOLUTIONS OF THE TWO-DIMENSIONAL NONAUTONOMOUS DIFFERENTIAL QUADRATIC SYSTEMS	18
---	----

Korpacheva M.A., Baleva M.V., Krahmalova A.U.

ON PRODUCTS SUBGROUP FUNCTORS	20
-------------------------------------	----

Okhlupina O.V.

ABOUT REPRESENTATION OF SUBGARMONIC FUNCTIONS IN A HALF-PLANE	24
---	----

Prikhodko O.V.

THE DESCRIPTION OF ROOT SETS OF FLAT CLASSES OF R. NEVANLINNA IN ANGULAR DOMAIN OF A COMPLEX PLANE	36
---	----

Sidorov A.A., Starchenko E.V., Matyuta A.A.

CONCENTRATION DEPENDENCES OF PARAMETER OF THE CRYSTAL LATTICES OF CONTINUOUS FIRM SOLUTIONS SYSTEMS (INP) X (INAS) 1-X, (GAAS) X (INAS) 1-X	40
--	----

Sidorov A.A., Holodovskiy B.E.

DETERMINATION OF THE CHARACTERISTIC TEMPERATURE CALCULATION FOR MONATOMIC CRYSTALS TAKING INTO ACCOUNT DIPOLE-DIPOLE INTERACTION	44
---	----

Sorokina M.M., Korpacheva M.A.

CRITICAL N-MULTIPLY Ω -FIBERED FORMATIONS OF FINITE GROUPS	47
---	----

Shamoyan F.A.

THE TOEPLITZ AND VOLTERRA OPERATORS IN WEIGHTED SOBOLEV SPACES OF HOLOMORPHIC FUNCTIONS	52
--	----

NATURAL SCIENCES

Avdashchenko V.N., Kuznecov S.V., Pankratov D.V.

USING THE THEORY RELATED SITES FOR DESCRIBING THE THERMODYNAMICS OF PROCESSES OF ADSORPTION ON TITANIUM OXIDE AND IRON	63
---	----

Averinova E.A., Bulokhov A.D.

CALCIPHYTE MARGIN COMMUNITIES OF THE RESERVATION MARKOVSK MOUNTAINS (BRYANSK REGION)	68
---	----

Averinova E.A.

SYNTAXONOMY OF THE STEPPES OF THE TULA REGION	73
---	----

Artukhova A.V., Grishin S.Y., Knyazkina M.S., Lukashevich M.I., Zayakin V.V., Nam I.Y.

DEVELOPING OF THE LUPIN CULTIVARS IDENTIFICATION METHOD	81
---	----

Ahromeev L.M., Sharapaev I.V.

CURRENT STATE OF TOURIST INFRASTRUCTURE BRJANSKY AREA	84
---	----

Bulgakova E.N., Merzlyakova I.A., Lyutiy R.Y., Zajtzeva E.V.

INFLUENCE OF IMMUNE PROTECTORS FOSPRENIL AND GAMAVIT ON THE CONCENTRATION OF ANTI-BODIES IN BROILER'S BLOOD OF CROSS «SHIFT-7»	90
---	----

Bahtinov A.P.

BIOLOGICAL EFFECTS URONTENZINA 2 – HORMONE KAUDALNOY NEYROSECRETNOY SYSTEMS (KNSS) VERTEBRATE ANIMALS AND THE PERSON	93
---	----

Bulokhov A.D., Shapurko A.V.

ASSOCIATIONS AND TYPES OF PINE WOODS OF VETMA-BOLVA WATERHEED AREA (WITHIN BRYANSK REGION)	101
---	-----

Bulohov A.D., Borzdyko E.V., Panasenko N.N., Semenishchenkov J.A., Skovorodnikova N.A.

KKUMULATION 37CS IN WOOD BIOGENEZE THE SOUTHWEST AREAS OF THE BRYANSK REGION	107
---	-----

Bulohov A.D., Silchenko I.I.

NEW RARE PLANT ASSOCIATION IN BRYANSK REGION	115
--	-----

Bulokhov A.D., Semenishchenkov Yu.A.

BROAD-LEAVED-SPRUCE FORESTS OF SOUTH-WESTERN NECHERNOZEMJE OF RUSSIA	118
--	-----

<i>Bulokhova N.A.</i>	SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF DOMINANCE OF CARABIDS (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN MEADOW ECOSYSTEMS OF SOUTHWESTERN RUSSIA	123
<i>Velichkin E.M., Averin M.E., Medvedev S.V.</i>	MORPHOLOGICAL SIGNS IN SYSTEMATIZATION POLYPODIOPHYTA.....	127
<i>Gusarova S.Y., Kuvichkina M.V.</i>	INDICATORS OF FUNCTIONALITY OF ADAPTATION OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF TEENAGERS FROM DISTRICTS UNDER TECHNOGENIC POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR	132
<i>Drozdov E.V., Zayakin V.V., Nam I.Ya.</i>	COMBINATION OF MUTATION SITES IN A AND B B-LACTOGLOBULIN ALLELES OF CATTLE.....	136
<i>Zerkalenkova M.V.</i>	NEW APPROACHES AND SOLUTIONS OF A PROBLEM OF SEWAGE TREATMENT FROM CHROME (VI).	140
<i>Zroychikova O.A., Dubovoy I.I.</i>	INVESTIGATION OF FUNDAMENTAL SOCIAL FACTORS DETERMINING THE HEALTH OF SCHOOLCHILDREN IN A LARGE CITY	144
<i>Ivanova T.G.</i>	INTERHEMICEREBRUM INTERACTION AND UNEASINESS AT TEENAGE AND YOUTHFUL AGE	147
<i>Klyuev Yu.A.</i>	RARE AND PROTECTED TYPES OF THE PLANTS OF KLETNYANSKY MARSHY WOODLANDSES	152
<i>Kononov A.S.</i>	ROLE AZOTFIKSIRUYUSCHIH MIKROBIOLOGICHESKIH FERTILIZERS IN INCREASING UROZHA YNOTI BOB-CEREAL AGROCENOZA	156
<i>Korsakov A.V., Mikhalev V.P., Troshin V.P.</i>	COMPLEX CARTOGRAPHICAL ESTIMATION OF DEGREE OF ECOLOGICAL TROUBLE OF TERRITORIES OF THE BRYANSK REGION	159
<i>Korsakov A.V., Mikhalev V.P., Troshin V.P.</i>	FEATURES OF THE FUNCTIONAL CONDITION OF CHILDREN IN ECOLOGICALLY UNSUCCESSFUL TERRITORIES OF THE BRYANSK REGION	163
<i>Kosyanchuk V.P.</i>	PHYTOMETRIC INDICATORS AND THEIR USE IN PROGRAMMING YIELDS	169
<i>Kunitca M.N.</i>	GEODEMOGRAPHIC STRUCTURE OF THE RURAL POPULATION OF BRUANSK OBLAST: FEATURES, PROBLEMS, ROLE IN THE REGIONAL DEVELOPMENT	172
<i>Lebedeva S.A., Babanijazova Z.H., Parshina L.N.</i>	COMPARATIVE INFLUENCE OF COMPLEX CONNECTIONS OF THE TITAN AND ALLILIMIDAZOLA ON LIFE EXPECTANCY OF MICE AT THE SHARP GISTOTOKSICHESKY HYPOXEMIA.....	180
<i>Lebedeva S.A., Babanijazova Z.H., Babanijazo H.H., Portugalov S.N., Asmetkina U.A.</i>	STUDYING OF COMBINED ACTION МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫХ CONNECTIONS OF DERIVATIVES VINILIMIDAZOLA ON THE PHYSICAL WORKING CAPACITY	182
<i>Ljubimov V.B., Kotova N.P.</i>	ON TOLERANCE OF PLANTS TO SATURATION DEFICIT AND TEMPERATURE CONDITIONS.....	185
<i>Maksimov S.V.</i>	ON HABITAT DISTRIBUTION AMPHIBIOUS AS THE BIOINDICATOR SIGN IN THE CONDITIONS OF BRYANSK AREA (SOUTHERN NON-BLACK EARTH REGION RUSSIA).....	190
<i>Melnikov I.V., Melnikov E.V., Petrak V.J.</i>	EFFICIENCY OF ECOLOGICAL INTRODUCTION METHOD IN THE PROCESS OF MULTIPURPOSE PLANTING	194
<i>Nikituschkina M.Y.</i>	INFLUENCE CENOTICHESKY RELATIONS ON CONTENTS OF THE CHLOROPHYLL AND ACCUMULATION OF THE BIOMASS IN ONE-SPECIFIC CROPS AND LUPINE-CEREAL AGROCENOZE	201
<i>Nozdrachyova E.V.</i>	COMPLEX INFLUENCE OF SOCIAL AND ECOLOGICAL FACTORS TO THE EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF TUBERCULOSIS	204

<i>Odinochenkov V.V., Gracheva N.V.</i>	INNOVATIVE RESOURCE OF THE SOLUTION OF A PROBLEM OF IMPROVEMENT OF QUALITY OF LIFE	206
<i>Pankratov D.V., Gorichev I.G., Avdashchenko V.N.</i>	CALCULATION OF ELECTRICAL DOUBLE LAYER CHARGES FROM THE DATA OF THE ADSORPTION OF CHLORIDE AND SODIUM IONS ON THE OXIDE SURFACE	209
<i>Panova U.G.</i>	TO THE QUESTION OF PREVENTIVE MAINTENANCE AND CORRECTION OF THE ARTERIAL HYPERTENSION OF INHABITANTS FROM THE TECHNOLOGICAL-POLLUTED AREAS	212
<i>Romanov E.G.</i>	HOUSE-BUILDING COMPLEX OF BRYANSK REGION DEVELOPMENT TENDENCY	216
<i>Semiehina M.E.</i>	THE INFLUENCE OF MOTOR TRANSPORT ON THE STATE OF ENVIRONMENT IN BRYANSK	219
<i>Skovorodnikova N.A.</i>	DISTRIBUTION ^{137}CS AND NATURAL RADIO NUCLIDES ON THE PROFILE DERNOVO-PODSOLIC SOILS OF VARIOUS ECOSYSTEMS	225
<i>Smaznova I.A., Tereshin V.S., Polozov A.I., Gavriluyk S.V., Zayakin V.V., Moroz I.A.M., Nam I.Y.</i>	THE NEW BIOCHIP METHOD OF EARLY TUBERCULOSIS DETECTION AND MYCOBACTERIA DRUG RESISTANCE FORMS DETERMINATION ADOPTION IN THE BRYANSK REGION	227
<i>Smaznova I.A., Kozlov A.L., Zayakin V.V., Nam I.Y.</i>	BOLA-DRB3 GENE ALLELIC ASSAY IN THE BRYANSK REGION CATTLE HERDS	232
<i>Sokolov L.A., Lobanov G.V., Polyakova A.V.</i>	THE USING OF POSSIBILITIES OF SRTM (SHUTTLE RADAR SATELLITE MISSION) IN THE ANALISE OF THE SOIL REL'EF AS A FACTOR OF SOILORGANISATION (FOR EXAMPLE BRYANSK FORESTS'S MASSIVE).....	237
<i>Stratiienko E.N.</i>	CHANGES UNDER TO INFLUENCE NEW CHMICALS SUBSTANCES SOME FIGURES THE FUNCTIONAL STATE OF THE CENTERAL NERVOUL SYSTEM.....	243
<i>Lazarev V.V., Rastjagaev V.I., Sukhov S.S.</i>	ECOLOGICAL EVALUATION OF TIRE AND DEFORMABLE SOIL INTERACTION PROCESS	246
<i>Horina E.V.</i>	QUANTITATIVE ESTIMATION AND THE TERRITORIAL ANALYSIS OF EROSIVE STABILITY OF ARABLE LANDS OF THE BRYANSK REGION	250
<i>Chusovitina K.V.</i>	ONCOLOGY DISEASES CAUSED BY THE RADIOACTIVE CHEMICAL POLLUTION OF THE TERRITORY OF BRYANSK REGION	254
<i>Sharapaev I.V.</i>	EVALUATION OF RECREATIONAL POTENTIAL RESERVOIRS OF BRIANSK OBLAST	258

ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА

УДК 517.55

ТЕПЛИЦЕВЫ ОПЕРАТОРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ $A_\alpha^{p,q}(B_n)$

О.Е. Антоненкова

Описываются те символы, при которых операторы Теплица ограниченно действуют в весовых пространствах, аналитических в единичном шаре функций со смешанной нормой.

Ключевые слова: весовые пространства, аналитические функции, смешанные нормы, теплицевы операторы.

$B_n = \left\{ z = (z_1, \dots, z_n) : \sqrt{\sum_{j=1}^n |z_j|^2} < 1 \right\}$ – открытый единичный шар в n -мерном комплексном

пространстве C^n , S_n – граница шара B_n , $H(B_n)$ – множество всех голоморфных в B_n функций. Пусть далее $1 < p, q < +\infty$, обозначим

$$A_\alpha^{p,q}(B_n) = \left\{ f \in H(B_n) : \|f\|_{A_\alpha^{p,q}} = \left\{ \int_0^1 (1-r^2)^\alpha \left(\int_{S_n} |R^\alpha f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{q}{p}} r^{2n-1} dr \right\}^{\frac{1}{q}} < +\infty \right\},$$

здесь $R^\alpha f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} (k+1)^\alpha f_k(z)$, $\alpha > -1$, $f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} f_k(z)$ – однородное разложение функции

$f \in H(B_n)$, $d\sigma(\zeta)$ – нормированная мера Лебега на S_n . Оператором Теплица с символом $h \in L^1(S_n)$ называется интегральный оператор вида

$$T_h(f)(z) = \int_{S_n} \frac{f(\zeta)h(\zeta)}{(1-\langle z, \zeta \rangle)^n} d\sigma(\zeta),$$

где $f \in C(B_n \cup S_n) \cap H(B_n)$, $\langle z, \zeta \rangle = \sum_{j=1}^n z_j \bar{\zeta}_j$, $\zeta = (\zeta_1, \dots, \zeta_n) \in S_n$, $z = (z_1, \dots, z_n) \in B_n$.

Операторы Теплица в весовых пространствах голоморфных в поликруге с обычной L^p -нормой были исследованы в работах [1], [2].

Положим

$$D^\alpha f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\Gamma(\alpha+k+1)}{\Gamma(\alpha+1)\Gamma(k+1)} f_k(z),$$

$z = (z_1, \dots, z_n) \in B_n$, $\alpha > -1$, Γ – хорошо известная функция Эйлера.

Теорема. Пусть $h \in H^1(B_n)$, $1 < p, q < +\infty$, тогда следующие утверждения равносильны:

- 1) $T_{\bar{h}}$ действует в пространстве $A_\alpha^{p,q}(B_n)$, $\alpha > 0$;
- 2) $h \in H^\infty(B_n)$.

Лемма 1. [3] Пусть $1 \leq p < +\infty$, $f \in H(B_n)$, $\beta > 0$, тогда имеет место оценка

$$\begin{aligned} C_1 \sup_{0 < r < 1} \left(\int_{S_n} |R^\beta f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{1}{p}} &\leq \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-\rho)^{2(s-\beta)-1} |R^\beta f(\rho\zeta)|^2 d\rho \right)^{\frac{p}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{1}{p}} \leq \\ &\leq C_2 \sup_{0 < r < 1} \left(\int_{S_n} |R^\beta f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{1}{p}}, \end{aligned}$$

где $s > \beta$.

Лемма 2. [4] Пусть $1 \leq p \leq +\infty$, $f \in H^p(B_n)$, $g \in H^{p'}(B_n)$, $\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = 1$, $\beta > 0$, тогда имеет место равенство:

$$\int_{S_n} f(\zeta) \overline{g(\zeta)} d\sigma(\zeta) = C(\beta) \int_{B_n} \left(\log \frac{1}{|\zeta|^2} \right)^\beta R^{\beta+1} f(\zeta) \overline{g(\zeta)} d\nu(\zeta),$$

где $C(\beta)$ - некоторая константа, зависящая только от β .

Лемма 3. Пусть $1 \leq p, q < +\infty$, $f \in H(B_n)$, $\alpha > 0$, $\beta > -1$ тогда имеет место оценка

$$\begin{aligned} C_1 & \left[\int_0^1 (1-r)^\beta \left(\int_{S_n} |R^\alpha f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{q}{p}} dr \right]^{\frac{1}{q}} \leq \\ & \leq \left\{ \int_0^1 (1-r)^\beta \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-\rho)^{2(s-\alpha)-1} |R^s f(\rho\zeta)|^2 d\rho \right)^{\frac{p}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{q}{p}} dr \right\}^{\frac{1}{q}} \leq \\ & \leq C_2 \left[\int_0^1 (1-r)^\beta \left(\int_{S_n} |R^\alpha f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{q}{p}} dr \right]^{\frac{1}{q}}, \end{aligned}$$

где $s > \alpha$.

Доказательство. Из леммы 1 следует, что

$$\begin{aligned} C_1 & \left(\int_{S_n} |R^\alpha f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{1}{p}} \leq \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-\rho)^{2(s-\alpha)-1} |R^s f(r\rho\zeta)|^2 d\rho \right)^{\frac{p}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{1}{p}} \leq \\ & \leq C_2 \left(\int_{S_n} |R^\alpha f(r\zeta)|^p d\sigma(\zeta) \right)^{\frac{1}{p}}, \end{aligned}$$

где $s > \alpha$. Возведем обе части данного неравенства в степень q , умножим на $(1-r)^\beta$, $\beta > -1$ и, проинтегрировав по $(0,1)$, получим необходимую оценку. Лемма доказана.

Доказательство теоремы. Пусть $T_{\bar{h}}(f) \in A_\alpha^{p,q}(B_n)$ при $f \in A_\alpha^{p,q}(B_n)$. Положим $f_r(z) = \frac{C(r)}{(1 - \langle z, r \rangle)^n}$, $\|f_r\|_{A_\alpha^{p,q}(B_n)} \sim const$, где $C(r)$ – положительное число, зависящее только от $r \in (0,1)$. Вычислим

$$\begin{aligned} T_{\bar{h}}(f_r)(z) &= C(r) \int_{S_n} \frac{\overline{h(\zeta)} d\sigma(\zeta)}{(1 - \langle \zeta, r \rangle)^n (1 - \langle z, \zeta \rangle)^n} = C(r) \overline{\int_{S_n} \frac{h(\zeta) d\sigma(\zeta)}{(1 - \langle r, \zeta \rangle)^n (1 - \langle \zeta, z \rangle)^n}} = \\ &= C(r) \overline{\frac{h(r)}{(1 - \langle r, z \rangle)^n}} = C(r) \frac{\overline{h(r)}}{(1 - \langle z, r \rangle)^n} = f_r(z) \overline{h(r)}. \end{aligned}$$

Таким образом, мы получили, что $T_{\bar{h}}(f_r)(z) = f_r(z) \overline{h(r)}$. Следовательно,

$$\|T_{\bar{h}}(f_r)\|_{A_\alpha^{p,q}(B_n)} = \|f_r(z)\|_{A_\alpha^{p,q}(B_n)} |h(r)| = const |h(r)|.$$

Отсюда и из ограниченности $T_{\bar{h}}(f)$ следует, что $|h(r)| \leq const$. Положив теперь вместо функции $f_r(z)$ функцию $f_r(\eta z)$, $\eta \in S_n$, получаем, что $|h(z)| \leq const$, $z \in B_n$. Таким образом, мы доказали, что $h \in H^\infty(B_n)$.

Обратно. Пусть $h \in H^\infty(B_n)$. Положим $F(z) = T_{\bar{h}}(f)(z)$. Чтобы доказать принадлежность $F(z)$ классу $A_\alpha^{p,q}(B_n)$, достаточно установить, что $R^\alpha F \in A^{p,q}(\alpha)$, $\alpha > -1$. Пусть $D^{\alpha+1}g \in A^{p',q'}(\alpha)$ – фиксированная функция, $p' = \frac{p}{p-1}$, $q' = \frac{q}{q-1}$. Тогда имеем

$$\begin{aligned} R^\alpha F(\rho z) &= \int_{S_n} f(\rho \zeta) \overline{h(\rho \zeta)} R_z^\alpha \left(\frac{1}{(1 - \rho \langle z, \zeta \rangle)^n} \right) d\sigma(\zeta). \text{ Отсюда получаем} \\ &\int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho = \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} f(\rho \zeta) \overline{h(\rho \zeta)} \times \\ &\times \int_{S_n} \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} R_z^\alpha \left(\frac{1}{(1 - \rho \langle z, \zeta \rangle)^n} \right) d\sigma(z) d\sigma(\zeta) d\rho. \end{aligned} \quad (1)$$

Преобразуем внутренний интеграл

$$\begin{aligned} \int_{S_n} \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} R_z^\alpha \left(\frac{1}{(1 - \rho \langle z, \zeta \rangle)^n} \right) d\sigma(z) &= \int_{S_n} \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} R_\zeta^\alpha \left(\frac{1}{(1 - \rho \langle \zeta, z \rangle)^n} \right) d\sigma(z) = \\ &= R_\zeta^\alpha \int_{S_n} \frac{\overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} d\sigma(z)}{(1 - \rho \langle \zeta, z \rangle)^n} = R^\alpha \overline{D^{\alpha+1}g(\rho^2 \zeta)}. \end{aligned}$$

Следовательно, из (1) получаем

$$\begin{aligned} &\int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho = \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \times \\ &\times \int_{S_n} f(\rho \zeta) \overline{h(\rho \zeta)} R^\alpha \overline{D^{\alpha+1}g(\rho^2 \zeta)} d\sigma(\zeta) d\rho. \end{aligned}$$

Применим лемму 2, будем иметь:

$$\begin{aligned} &\int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho = \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \times \\ &\times \int_{B_n} \left(\log \frac{1}{|\zeta|^2} \right)^\alpha R^{\alpha+1} f(\rho \zeta) \overline{h(\rho \zeta)} R^\alpha \overline{D^{\alpha+1}g(\rho^2 \zeta)} d\nu(\zeta) d\rho. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Отсюда следует } &\left| \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho \right| \leq \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \times \\ &\times \int_{B_n} (1-|\zeta|^2)^\alpha |R^{\alpha+1} f(\rho \zeta)| |h(\rho \zeta)| |R^\alpha D^{\alpha+1} g(\rho^2 \zeta)| d\nu(\zeta) d\rho. \end{aligned}$$

Переходя к полярным координатам, будем иметь

$$\begin{aligned} &\left| \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1}g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho \right| \leq \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \times \\ &\times \int_{S_n} \int_0^1 (1-r)^\alpha |R^{\alpha+1} f(r \rho \zeta)| |h(r \rho \zeta)| |R^\alpha D^{\alpha+1} g(\rho^2 r \zeta)| r^{2n-1} dr d\sigma(\zeta) d\rho. \end{aligned}$$

Применяя во внутреннем интеграле неравенство Шварца, получим

$$\left| \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1} g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho \right| \leq C_1(\alpha) \|h\|_\infty \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \times \\ \times \int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-r) |R^{\alpha+1} f(r\rho\zeta)|^2 dr \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_0^1 (1-r)^{2\alpha-1} |R^\alpha D^{\alpha+1} g(\rho^2 r\zeta)|^2 dr \right)^{\frac{1}{2}} d\sigma(\zeta) d\rho.$$

Применим теперь неравенство Гельдера с показателем $p' = \frac{p}{p-1}$:

$$\left| \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1} g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho \right| \leq \|h\|_\infty \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \times \\ \times \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-r) |R^{\alpha+1} f(r\rho\zeta)|^2 dr \right)^{\frac{p}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{1}{p}} \times \\ \times \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-r)^{2\alpha-1} |R^\alpha D^{\alpha+1} g(\rho^2 r\zeta)|^2 dr \right)^{\frac{p'}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{1}{p'}} d\rho.$$

Еще раз применим неравенство Гельдера с показателем $q' = \frac{q}{q-1}$, а затем воспользуемся

леммой 3: $\left| \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \int_{S_n} R^\alpha F(\rho z) \overline{D^{\alpha+1} g(\rho z)} d\sigma(z) d\rho \right| \leq \|h\|_\infty \times$

$$\times \left\{ \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-r) |R^{\alpha+1} f(r\rho\zeta)|^2 dr \right)^{\frac{p}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{q}{p}} d\rho \right\}^{\frac{1}{q}} \times \\ \times \left\{ \int_0^1 (1-\rho)^\alpha \left[\int_{S_n} \left(\int_0^1 (1-r)^{2\alpha-1} |R^\alpha D^{\alpha+1} g(\rho^2 r\zeta)|^2 dr \right)^{\frac{p'}{2}} d\sigma(\zeta) \right]^{\frac{q'}{p'}} d\rho \right\}^{\frac{1}{q'}} \leq \\ = C_2(\alpha) \|h\|_\infty \|R^\alpha f\|_{A^{p,q}(\alpha)} \|D^{\alpha+1} g\|_{A^{p',q'}(\alpha)}.$$

Из полученной оценки имеем $\|R^\alpha F\|_{A^{p,q}(\alpha)} \leq C_3(\alpha) \|h\|_\infty \|f\|_{A_\alpha^{p,q}(B_n)}$.

Тогда применяя результаты работы [5], получим утверждение теоремы.
Теорема доказана.

The paper presents a complete characterization of those symbols for which the Toeplitz operators is bounded operators acting in the weighted spaces of functions holomorphic in the unit ball with mixed norm.

The key words: *weighted spaces, holomorphic functions, mixed norm, Toeplitz operators.*

Список литературы

1. Шамоян Ф.А., Арутюнян А.В. Теплицевые операторы в анизотропных пространствах голоморфных в полидиске функций// ДАН АрмССР. 1990. Т.91. №4. С. 147-151.
2. Шамоян Ф.А., Часова Н.А. О теплицевых операторах в пространствах Харди-Соболева // Интегральные преобразования и специальные функции. 2003. Т. 4. № 1. С. 46-54.
3. Ahern P., Bruna J. Maximal and area Integral characterizations of Hardy-Sobolev spaces in unit ball of C^n // Rev. Math. Iberoamericana. 1988. V. 4. P. 123-153.
4. Александров А.Б. Теория функций в сфере// Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. 1985. Т.8. С. 115-186.
5. Антоненкова О. Е., Шамоян Ф. А. Преобразование Коши линейных непрерывных функционалов и проекторы в весовых пространствах аналитических функций// Сиб. мат. журн. 2005. Т.46. №6. С. 1208-1234.

Об авторе

Антоненкова О. Е. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, anto-olga@yandex.ru

УДК 621.378.4

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ГЕНЕРАЦИЮ ВТОРОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ГАРМОНИКИ, ОТРАЖЕННОЙ ОТ ЦЕНТРОСИММЕТРИЧНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КРИСТАЛЛОВ

И.М. Баранова, К.Н. Евтихов

Рассчитана амплитуда отраженной от поверхности твердого тела второй гармоники лазерного излучения, генерируемой поверхностью нелинейной поляризацией, индуцированной в тонком приповерхностном слое. Результаты расчетов уточняют теорию нелинейно-оптической диагностики поверхности полупроводниковых центросимметричных кристаллов и тонкослойных структур на их основе.

Ключевые слова: отраженная вторая гармоника, поверхностная нелинейная поляризация.

Основы метода исследования поверхности центросимметричных сред с помощью генерации отраженной второй гармоники (ОВГ) лазерного излучения были заложены Н. Бломбергеном еще в 60-х годах 20-го века (см., например, работы [1-3]). С тех пор этот метод стал эффективным инструментом диагностики поверхностей полупроводниковых центросимметричных кристаллов, в первую очередь – кремния и германия, и тонкослойных структур (в том числе – наноструктур) на их основе. К настоящему времени по этой теме опубликован ряд монографий и обзоров, множество статей (см. например, [4-14]).

Высокая чувствительность этого метода к состоянию именно поверхности и межфазных границ объясняется тем, что в объеме сред с центром инверсии генерация ВГ в дипольном приближении запрещена. В приповерхностной же области, где инверсионная симметрия нарушена, имеет место генерация дипольной ВГ. Отметим, что имеет место гораздо более слабый отклик объема, обусловленный квадрупольным взаимодействием лазерного излучения с веществом [15].

Несмотря на большое количество экспериментальных работ по диагностике поверхности полупроводниковых структур методом генерации ОВГ, теоретические основы этого метода еще находятся в стадии формирования. Как известно [15], при воздействии на среду интенсивной световой волны в ней индуцируется нелинейная поляризация (НП), являющаяся источником волны ВГ. В наших работах [16, 17] для расчета поля ВГ, отраженной от поверхности центросимметричного полупроводникового кристалла, рассматривалась интерференция волн ВГ, генерируемых несколькими составляющими НП. В работе [16] учитывались квадрупольная объемная НП $\vec{P}^V(\vec{r}, t)$ и электроиндукционная дипольная НП $\vec{P}^E(\vec{r}, t)$, возникающая в приповерхностной области полупроводника (области пространственного заряда) при наличии квазистатического электрического поля. В работе [17] была учтена еще и поверхностная дипольная НП $\vec{P}^{SURF}(\vec{r}, t)$, возникающая в тонком приповерхностном слое толщиной в несколько периодов решетки из-за отсутствия в нем инверсионной симметрии и вызванного этим снятия запрета на генерацию ВГ в дипольном приближении. Однако в этой работе не было дано исчерпывающего и корректного расчета вклада этой НП в интегральное поле ВГ. В данной работе мы восполняем этот пробел и пред-

ставляем расчет поля ВГ, генерируемого дипольной поверхностной поляризацией $\vec{P}^{SURF}(\vec{r}, t)$.

Будет использоваться следующая система обозначений. Нижние индексы 1 и 2 указывают на отношение к волне накачки и к волне ВГ, соответственно. Нижние индексы i, r, t указывают на отношение к волне падающей, отраженной и распространяющейся в полупроводнике, соответственно. Нижний индекс h означает волну, описываемую однородным волновым уравнением, нижний индекс s указывает на отношение к волне нелинейной поляризации – источнику ВГ или к волне ВГ, описываемой частным решением неоднородного волнового уравнения. Нижние индексы + и – соответствуют двум различным решениям однородного волнового уравнения для поля ВГ. Верхние индексы s, p обозначают поляризацию волны. Комплексные величины могут при необходимости обозначаться тильдой. Так, комплексный показатель преломления полупроводника обозначается \tilde{n}_t .

Нелинейная среда (полупроводник) имеет плоскую поверхность, с которой совпадает плоскость OXY используемой системы координат, и заполняет полупространство $z > 0$ (ось OZ направлена вглубь среды, начало отсчета $z = 0$ совпадает с ее поверхностью).

При расчете полей будет использоваться не формализм функций Грина, а решение системы уравнений Максвелла с граничными условиями, связывающими поля в нелинейной среде и вне ее. Такой подход применялся еще в основополагающих работах Н. Бломбергена по нелинейной оптике поверхностей [1-3]. По нашему мнению этот подход является более наглядным.

Поверхностную дипольную НП, обусловленную наличием границы раздела, будем считать локализованной в бесконечно тонком слое полупроводника у поверхности:

$$\vec{P}^{SURF}(\vec{r}, t) = \vec{P}^{SURF}(\vec{r}) \cdot \exp(-i\omega_2 t) = \vec{P}^{SURF} \cdot \delta(+0) \cdot \exp(-i\omega_2 t), \quad (1)$$

Вначале рассчитаем амплитуду s -поляризованной ОВГ, генерируемой НП вида (1). Следуя классической работе Н. Бломбергена [1], определим амплитуду ОВГ, генерируемой приповерхностным слоем толщиной d , в котором накачка возбуждает s -поляризованный волну дипольной НП, а затем выполним предельный переход $d \rightarrow 0$. Геометрия взаимодействия волн представлена на рисунке 1.

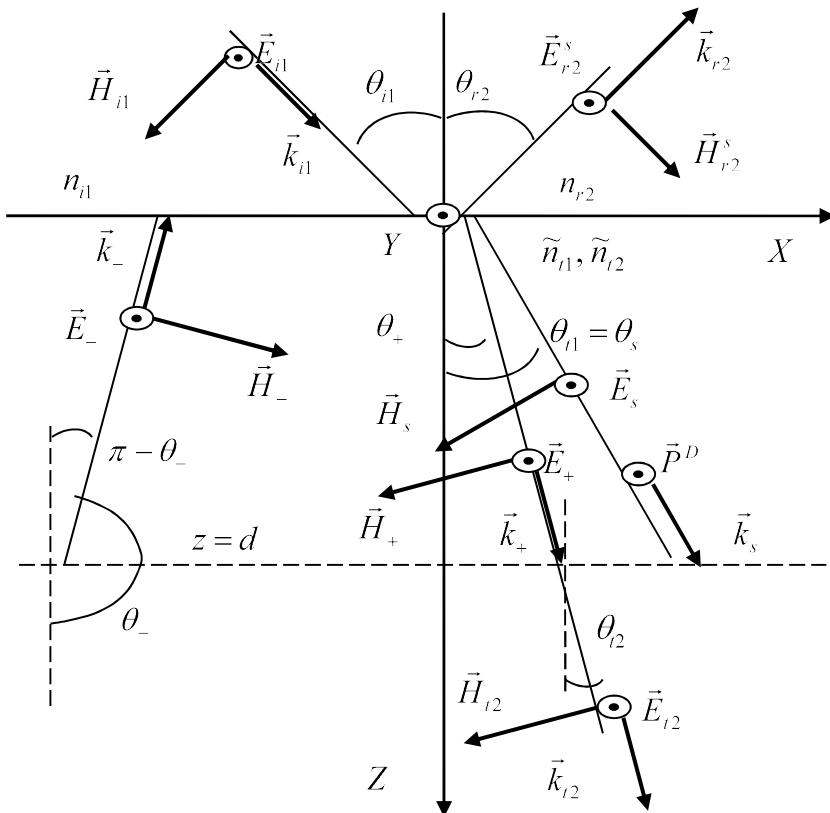


Рисунок 1. – Геометрия взаимодействия волн при генерации s -поляризованной ОВГ в тонком приповерхностном слое.

Примем, что при $z < 0$ и при $z > d$, то есть вне полупроводника и в его глубинной части, соответственно, НП отсутствует, а в тонком приповерхностном слое ($0 \leq z \leq d$) распространяется s -поляризованная волна дипольной НП с волновым вектором $\vec{k}_s = 2\vec{k}_{t1}$, описываемая формулой $\vec{P}^{NL}(\vec{r}, t) = \vec{e}_y \cdot P_y^D \cdot \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r}) \cdot \exp(-i\omega_2 t)$. Эта волна НП порождает волну ВГ, для расчета электрического поля $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}(\vec{r}) \cdot \exp(-i\omega_2 t)$ которой служит волновое уравнение, в данном случае принимающее вид:

$$\nabla(\nabla \cdot \vec{E}(\vec{r})) - \Delta \vec{E}(\vec{r}) = k_{t2}^2 \vec{E}(\vec{r}) + \vec{e}_y \cdot \frac{\omega_2^2}{c^2} \cdot \frac{P_y^D \cdot \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r})}{\epsilon_0}. \quad (2)$$

Общее решение соответствующего однородного уравнения описывает суперпозицию двух волн:

$$\vec{E}_h(\vec{r}) = \vec{e}_y \cdot [E_+ \exp(i\vec{k}_+ \cdot \vec{r}) + E_- \exp(i\vec{k}_- \cdot \vec{r})], \quad (3)$$

у которых численные значения волновых векторов \vec{k}_+ и \vec{k}_- одинаковы:

$$\tilde{k}_+ = \tilde{k}_- = \tilde{k}_{t2} = \frac{\omega_2}{c} \cdot \tilde{n}_{t2}, \text{ а направления различны.}$$

Частное решение уравнения (2) ищем в виде $\vec{E}_s(\vec{r}) = \vec{e}_y E_s \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r})$. Тогда $\nabla \cdot \vec{E}_s(\vec{r}) = E_s \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r}) \cdot ik_{sy} = 0$, так как $k_{sy} = 0$, а $\Delta \vec{E}_s(\vec{r}) = -\vec{e}_y k_s^2 \cdot E_s \cdot \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r})$, и уравнение (2) существенно упрощается: $(k_s^2 - k^2)E_s = \frac{\omega_2^2}{c^2} \cdot \frac{P_y^D}{\epsilon_0}$. Тогда

$$E_s = \frac{P_y^D}{\epsilon_0} \cdot \frac{\omega_2^2}{c^2} \cdot \frac{1}{k_s^2 - k_{t2}^2} = \frac{P_y^D}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\tilde{n}_{t1}^2 - \tilde{n}_{t2}^2}. \quad (4)$$

Итак, электрическое поле волны ВГ в приповерхностном слое толщиной d , как следует из (3) и (4), задается формулой

$$\vec{E}(\vec{r}) = \vec{e}_y [E_+ \exp(i\vec{k}_+ \cdot \vec{r}) + E_- \exp(i\vec{k}_- \cdot \vec{r}) + E_s \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r})], \quad (5)$$

а магнитное поле этой волны, в соответствии с известным из электродинамики соотношением $\vec{H}(\vec{r}, t) = \frac{\epsilon_0 c^2}{\omega_2} \cdot \vec{k} \times \vec{E} \cdot \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r}) \cdot \exp(-i\omega_2 t)$, задается формулой

$$\vec{H}(\vec{r}) = \frac{\epsilon_0 c^2}{\omega_2} [\vec{k}_+ \times \vec{e}_y \cdot E_+ \exp(i\vec{k}_+ \cdot \vec{r}) + \vec{k}_- \times \vec{e}_y \cdot E_- \exp(i\vec{k}_- \cdot \vec{r}) + \vec{k}_s \times \vec{e}_y \cdot E_s \exp(i\vec{k}_s \cdot \vec{r})]. \quad (6)$$

При $z > d$, то есть в глубинной части полупроводника, решение однородного волнового уравнения описывает волну ВГ, распространяющуюся вглубь полупроводника:

$$\vec{E}_{t2}(\vec{r}) = \vec{e}_y E_{t2} \exp(i\vec{k}_{t2} \cdot \vec{r}); \quad \vec{H}_{t2}(\vec{r}) = \frac{\epsilon_0 c^2}{\omega_2} \vec{k}_{t2} \times \vec{e}_y \cdot E_{t2} \exp(i\vec{k}_{t2} \cdot \vec{r}). \quad (7)$$

Во внешней среде, то есть при $z < 0$, распространяется волна ОВГ:

$$\vec{E}_{r2}(\vec{r}) = \vec{e}_y E_{r2} \exp(i\vec{k}_{r2} \cdot \vec{r}); \quad \vec{H}_{r2}(\vec{r}) = \frac{\epsilon_0 c^2}{\omega_2} \vec{k}_{r2} \times \vec{e}_y \cdot E_{r2} \exp(i\vec{k}_{r2} \cdot \vec{r}). \quad (8)$$

Для тангенциальных составляющих напряженности электрического и магнитного полей на границах раздела $z = 0$ и $z = d$ должны выполняться условия непрерывности. Из них следует равенство нулю проекций на ось OY всех волновых векторов $k_{r1y} = k_{t1y} = k_{i1y} = 0$ и $k_{r2y} = k_{+y} = k_{-y} = k_{sy} = 2k_{t1y} = 0$, то есть первый закон Снеллиуса. Кроме того, из них следуют

формулы $\sin \theta_{r2} = \frac{n_{il}}{n_{r2}} \sin \theta_{i1}$ и $\sin \theta_+ = \frac{n_{il}}{\tilde{n}_{t2}} \sin \theta_{i1}$ для нахождения углов θ_{r2} и θ_+ , а также формулы

для определения углов θ_{t2} и θ_- :

$$\sin \theta_{t2} = \sin \theta_+ = \sin \theta_- = \frac{n_{i1}}{\tilde{n}_{t2}} \sin \theta_{i1}. \quad (9)$$

Первое из последних равенств означает, что угол $\theta_{t2} = \theta_+$. Второе равенство означает, что $\sin \theta_- = \sin \theta_+$ и, следовательно, $\theta_- = \pi - \theta_+$.

С учетом полученных соотношений граничные условия принимают вид:

$$\begin{aligned} z=0: \quad E_y &= \text{const} \Leftrightarrow E_{r2} = E_+ + E_- + E_s; \\ z=0: \quad H_x &= \text{const} \Leftrightarrow H_{r2} \cos \theta_{r2} = -H_+ \cos \theta_{t2} + H_- \cos(\pi - \theta_-) - H_s \cos \theta_s; \\ z=d: \quad E_y &= \text{const} \Leftrightarrow E_{t2} \exp(i k_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot d) = E_+ \exp(i k_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot d) + \\ &\quad + E_- \exp(i k_{t2} \cos \theta_- \cdot d) + E_s \exp(i k_s \cos \theta_s \cdot d); \\ z=d: \quad H_x &= \text{const} \Leftrightarrow -H_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot \exp(i k_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot d) = -H_+ \cos \theta_{t2} \cdot \exp(i k_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot d) + \\ &\quad + H_- \cos(\pi - \theta_-) \cdot \exp(i k_{t2} \cos \theta_- \cdot d) - H_s \cos \theta_s \cdot \exp(i k_s \cos \theta_s \cdot d). \end{aligned}$$

Примем во внимание связь напряженностей электрического и магнитного полей (6)-(8), соотношения $\cos(\pi - \theta_-) = \cos \theta_{t2}$, $\cos \theta_- = -\cos \theta_{t2}$ и формулы $k_{t2} = \tilde{k}_{t2} = \frac{\omega_2}{c} \cdot \tilde{n}_{t2}$,

$k_s = \tilde{k}_s = 2 \frac{\omega_1 \tilde{n}_{t1}}{c} = \frac{\omega_2}{c} \tilde{n}_{t1}$, определяющие численные значения волновых векторов. В третьем и четвертом граничных условиях левые и правые части поделим на множитель $\exp(i k_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot d)$. Граничные условия упрощаются и образуют систему четырех уравнений с четырьмя неизвестными E_{r2}, E_{t2}, E_+, E_- :

$$E_{r2} = E_+ + E_- + E_s; \quad (10)$$

$$E_{r2} n_{r2} \cos \theta_{r2} = -E_+ \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + E_- \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} - E_s \tilde{n}_{t1} \cos \theta_s; \quad (11)$$

$$E_{t2} = E_+ + E_- \exp(-2ik_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot d) + E_s \exp[i d(k_s \cos \theta_s - k_{t2} \cos \theta_{t2})]; \quad (12)$$

$$\begin{aligned} -E_{t2} \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} &= -E_+ \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + E_- \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot \cos(-2ik_{t2} \cos \theta_{t2}) - \\ &- E_s \tilde{n}_{t1} \cos \theta_s \cdot \exp[i d(k_s \cos \theta_s - k_{t2} \cos \theta_{t2})]. \end{aligned} \quad (13)$$

Поскольку толщина d рассматриваемого слоя составляет несколько межатомных расстояний, то справедливы соотношения $k_{t2} \cdot d \ll 1$, $k_s \cdot d \ll 1$, и экспоненты в уравнениях (12) и (13) могут быть разложены в ряд по указанным малым параметрам. Сохраняя в разложениях линейные по малым параметрам члены, преобразуем уравнения (12) и (13):

$$E_{t2} = E_+ + E_- (1 - 2ik_{t2} d \cos \theta_{t2}) + E_s [1 + id(k_s \cos \theta_s - k_{t2} \cos \theta_{t2})]; \quad (14)$$

$$\begin{aligned} E_{t2} \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} &= E_+ \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} - E_- \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} \cdot (1 - 2ik_{t2} d \cos \theta_{t2}) + \\ &+ E_s \tilde{n}_{t1} \cos \theta_s \cdot [1 + id(k_s \cos \theta_s - k_{t2} \cos \theta_{t2})]. \end{aligned} \quad (15)$$

Подставляя (14) в (15), получим, что:

$$E_- = E_s \cdot \frac{[1 + id(k_s \cos \theta_s - k_{t2} \cos \theta_{t2})] \cdot (\tilde{n}_{t1} \cos \theta_s - \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2})}{2 \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} (1 - 2ik_{t2} d \cos \theta_{t2})}.$$

Линеаризуя последнее выражение по малым параметрам $k_{t2} d$, $k_s d$, получаем:

$$E_- = E_s \cdot \frac{(\tilde{n}_{t1} \cos \theta_s - \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2})}{2 \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2}} \cdot [1 + id(k_s \cos \theta_s + k_{t2} \cos \theta_{t2})].$$

Аналогично из (10) и (11) получаем:

$$E_+ = E_- \frac{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} - n_{r2} \cos \theta_{r2}}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}} - E_s \frac{\tilde{n}_{t1} \cos \theta_s + n_{r2} \cos \theta_r}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_r}.$$

Подставляя два последних выражения в (10), найдем E_{r2} :

$$E_{r2} = E_+ + E_- + E_s = E_- \left(1 + \frac{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} - n_{r2} \cos \theta_{r2}}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}} \right) + E_s \left(1 - \frac{\tilde{n}_{t1} \cos \theta_s + n_{r2} \cos \theta_{r2}}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}} \right) = \\ = E_s \frac{\tilde{n}_{t1} \cos \theta_s - \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2}}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}} \cdot id(k_s \cos \theta_s + k_{t2} \cos \theta_{t2}) = E_s \frac{id\omega_2}{c} \cdot \frac{\tilde{n}_{t1}^2 \cos^2 \theta_s - \tilde{n}_{t2}^2 \cos^2 \theta_{t2}}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}}.$$

Из формул $\sin \theta_{t1} = \sin \theta_s = \frac{n_{i1}}{\tilde{n}_{t1}} \sin \theta_{i1}$, $\sin \theta_+ = \frac{n_{i1}}{\tilde{n}_{t2}} \sin \theta_{i1}$ и соотношения $\theta_+ = \theta_{t2}$ следует,

что

$$\tilde{n}_{t1}^2 \cos^2 \theta_s - \tilde{n}_{t2}^2 \cos^2 \theta_{t2} = \tilde{n}_{t1}^2 - \tilde{n}_{t2}^2 - (\tilde{n}_{t1}^2 \sin^2 \theta_1 - \tilde{n}_{t2}^2 \sin^2 \theta_{t2}) = \tilde{n}_{t1}^2 - \tilde{n}_{t2}^2. \quad (16)$$

Учитывая соотношение (16), а также формулу (4), получаем, что амплитуда ОВГ, генерируемой тонким приповерхностным слоем, такова:

$$E_{r2} = i \cdot \frac{c \cdot d}{\epsilon_0 \omega_2} \cdot \frac{P_y^D}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}}.$$

Будем считать, что при уменьшении толщины слоя ($d \rightarrow 0$) произведение $d \cdot P_y^D$ стремится к некоторому значению P_y^{SURF} , которое и определяет поверхность дипольную НП. Итак, формула для амплитуды ОВГ, возбуждаемой поверхностью дипольной НП, имеет вид:

$$E_{r2} = E_{r2}^s = i \cdot \frac{c}{\epsilon_0 \omega_2} \cdot \frac{P_y^{SURF}}{\tilde{n}_{t2} \cos \theta_{t2} + n_{r2} \cos \theta_{r2}}. \quad (17)$$

Аналогичный, но более громоздкий, расчет для р-поляризованной ОВГ позволил получить следующий результат

$$E_{r2} = E_{r2}^p = -i \cdot \frac{c}{\epsilon_0 \omega_2} \cdot \frac{P_x^{SURF} \cos \theta_{t2} + P_z^{SURF} \sin \theta_{t2}}{n_{r2} \cos \theta_{t2} + \tilde{n}_{t2} \cos \theta_{r2}}. \quad (18)$$

Формулы (17) и (18) позволяют уточнить расчет нелинейно-оптического отклика поверхности центросимметричных полупроводниковых кристаллов.

The amplitude of the laser radiation second harmonic reflected from the solid state surface and generated by surface nonlinear polarization induced in thin near-surface layer is calculated. The results make more exact the theory of nonlinear optical diagnostics of the centrosymmetric semiconductor crystal surfaces and thin-layer semiconductor structures.

The key words: reflected second harmonic, surface nonlinear polarization

Список литературы

1. Бломберген Н. Нелинейная оптика. М.: Мир. 1966. 424 с.
2. Bloembergen N., Chang R.K., Jha S.S., Lee C.H. Second-harmonic generation of light in reflection from media with inversion symmetry // Phys. Rev. 1966. V. 16. № 22. P. 986-989.
3. Bloembergen N., Chang R.K., Jha S.S., Lee C.H. Optical second-harmonic generation at reflection from media with inversion symmetry // Phys. Rev. 1968. V. 174. № 3. P. 813-822.
4. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики: Пер. с англ. / Под ред С.А. Ахманова. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1989. 560 с.
5. Nonlinear surface electromagnetic phenomena. Eds. Ponath H.-E., Stegeman G.I. Amsterdam. 1991. 510 p.
6. Linear and nonlinear optical spectroscopy of surface and interfaces. Eds. McGilp, Weaire D., Patterson C.H. Berlin. Springer-Verlag. 1995. 350 p.
7. Ахманов С.А., Емельянов В.И., Коротеев Н.И., Семиногов В.И. Воздействие мощного лазерного излучения на поверхность полупроводников и металлов: нелинейно-оптические эффекты и нелинейно-оптическая диагностика // УФН. 1985. Т. 144. Вып. 4. С. 675-745.
8. McGilp J.F. Second-harmonic generation at semiconductor and metal surfaces // Surface Review and Letters. 1999. V. 6. № 3-4. Pp. 529-558.
9. Lüpke G. Characterization of semiconductor interfaces by second-harmonic generation // Surface Science Reports. 1999. V. 35. Pp. 75-161.
10. Aktsipetrov O.A., Fedyanin A.A., Melnikov A.V., Mishina E.D., Rubtsov A.N., Anderson M.H., Wilson P.T., ter Beek M., Hu X.F., Dadap J.I., Downer M.C. Dc-electric-field-induced and low-

frequency electromodulation second-harmonic generation spectroscopy of Si(001)-SiO₂ interfaces// Phys. Rev. B. 1999. V. 60. № 12. Pp. 8924-8938.

11. Баранова И.М., Евтухов К.Н., Муравьев А.Н. Влияние эффекта Дембера на генерацию второй гармоники, отраженной от кремния // Квантовая электроника. 2005. Т. 35. № 6. С. 520-524.

12. Kwon J., Downer M.C., Mendoza B.S. Second-harmonic and reflectance-anisotropy spectroscopy of vicinal Si(001)/SiO₂ interfaces: Experiment and simplified microscopic model // Phys. Rev. B. 2006. V. 73. Pp. 195330 (1-12).

13. Акципетров О.А., Бессонов В.О., Федягин А.А., Вальднер В.А. Генерация в кремнии отраженной второй гармоники, индуцированной постоянным током // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 89. Вып. 2. С. 70-75.

14. Акципетров О.А., Бессонов В.О., Долгова Т.В., Майдыковский А.И. Генерация оптической второй гармоники, индуцированной механическими напряжениями в кремнии // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 90. Вып. 11. С. 813-817.

15. Ильинский Ю.А., Келдыш Л.В. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ. 1989. 304 с.

16. Баранова И.М., Евтухов К.Н. Генерация второй гармоники и нелинейное электроотражение от поверхности центросимметричных полупроводников // Квантовая электроника. 1995. Т. 22. № 12. С. 1235-1240.

17. Баранова И.М., Евтухов К.Н. Генерация второй гармоники и нелинейное отражение на поверхности полупроводниковых кристаллов класса $m\bar{3}m$ // Квантовая электроника. 1997. Т. 24. № 4. С. 347-351.

Об авторах

Баранова И. М. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянской государственной инженерно-технической академии, ppbarano@yandex.ru

Евтухов К. Н. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянской государственной инженерно-технической академии

УДК – 513.59+517.6

О ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЯХ НЕАВТОНОМНЫХ ДВУМЕРНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ КВАДРАТИЧНЫХ СИСТЕМ.

Е.В. Вареникова

Отражающая функция В. И. Мироненко применена к исследованию периодических решений двумерных дифференциальных систем.

Ключевые слова: отражающая функция, дифференциальная система, периодическое решение, отображение за период.

В настоящей работе с помощью отражающей функции (ОФ) исследуется одна двумерная дифференциальная квадратичная система с периодическими по времени коэффициентами.

Нам понадобятся ниже изложенные сведения из теории ОФ [1-2].

Для системы

$$\frac{\partial x}{\partial t} = X(t; x), \quad x \in R^n, \quad t \in R \quad (1)$$

с общим решением $x = \varphi(t; t_0, x_0)$ ОФ F определяется формулой

$$F(t, x) := \varphi(-t; t, x). \quad (2)$$

Если $F(t, x)$ есть ОФ для системы (1), то $F(-\omega, x)$ есть отображение за период $[-\omega; \omega]$ (отображение Пуанкаре) этой системы. Отметим, что вопреки традиции, согласно которой рассматривается отображение за период $[0; 2\omega]$ (см. [3]), в работах по ОФ рассматривается отображение за период $[-\omega; \omega]$ (см. [1]). Дифференцируемая функция $F(t, x)$ является ОФ системы (1) тогда и только тогда, когда она удовлетворяет основному соотношению $\frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x} X(t, x) + X(-t, x) = 0, \quad F(0, x)$

. Все системы с одной и той же ОФ $F(t, x)$ образуют класс эквивалентности. Системы этого класса и только они записываются в виде $\frac{\partial x}{\partial t} = -\frac{1}{2} \frac{\partial F^{-1}}{\partial x} \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial F^{-1}}{\partial x} R(t, x) - R(-t, F)$, где R есть произвольная непрерывная функция.

Если $\Delta(t, x)$ есть вектор-функция, удовлетворяющая соотношению

$$\frac{\partial \Delta}{\partial t} + \frac{\partial \Delta}{\partial x} X(t, x) - \frac{\partial X(t, x)}{\partial x} \Delta = 0, \quad (3)$$

то при любой непрерывной скалярной нечётной функции $\alpha(t)$ система $\dot{x} = X(t, x) + \alpha(t)\Delta(t, x)$ имеет такую же ОФ как и система (1) (см. [2]).

Помимо работ указанных в [1] ОФ использовалась также в работах [2, 4-10].

Теорема. *Все решения системы*

$$\begin{aligned} \dot{x} &= A^2 y + x^2 \sin^2 ABt \cdot \cos^2 ABt + \frac{1}{B} xy \sin ABt \cdot \cos ABt \cdot \cos 2ABt - \frac{1}{B} y^2 \cos^2 ABt \cdot \sin^2 ABt, \\ \dot{y} &= -B^2 x - x^2 B \sin^3 ABt \cdot \cos ABt - xy \sin^2 ABt \cdot \cos 2ABt + \frac{1}{B} y^2 \cos ABt \cdot \sin^3 ABt, \end{aligned} \quad (4)$$

продолжимые на $[-\pi; \pi]$ являются периодическими. Здесь A, B, C – постоянные, для которых $A + B \neq 0$.

Доказательство:

Согласно общему принципу из [1], для того чтобы продолжимое на $[-\pi; \pi]$ решение было периодическим, необходимо и достаточно, чтобы точка (x, y) была неподвижной точкой отображения Пуанкаре, то есть чтобы было $F(-\omega; x, y) = (x, y)$, где $F(t; x, y)$ есть ОФ системы (4).

Убедимся в том что система (4) имеет ту же ОФ что и линейная система

$$\begin{aligned} \dot{x} &= A^2 y, \\ \dot{y} &= -B^2 x. \end{aligned} \quad (5)$$

Для этого воспользуемся соотношением (3).

Отметим, прежде всего, что для вектор-функции

$$\Delta = \begin{pmatrix} x^2 \sin ABt \cdot \cos^2 ABt + \frac{1}{B} xy \cos ABt \cdot \cos 2ABt - \frac{1}{B} y^2 \cos^2 ABt \cdot \sin ABt, \\ -x^2 B \sin^2 ABt \cdot \cos ABt - xy \sin ABt \cdot \cos 2ABt + \frac{1}{B} y^2 \cos ABt \cdot \sin^2 ABt \end{pmatrix}$$

справедливы тождества

$$\frac{\partial \Delta}{\partial t} + \frac{\partial \Delta}{\partial (x, y)} X(t, x, y) - \frac{\partial X}{\partial (x, y)} \Delta = 0$$

Поэтому система (4), которую можно записать в виде

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} A^2 y \\ -B^2 x \end{pmatrix} + \\ &+ \begin{pmatrix} x^2 \sin ABt \cdot \cos^2 ABt + \frac{1}{B} xy \cos ABt \cdot \cos 2ABt - \frac{1}{B} y^2 \cos^2 ABt \cdot \sin ABt, \\ -x^2 B \sin^2 ABt \cdot \cos ABt - xy \sin ABt \cdot \cos 2ABt + \frac{1}{B} y^2 \cos ABt \cdot \sin^2 ABt \end{pmatrix} \times \sin ABt, \end{aligned}$$

имеет ту же ОФ, что и система (5).

Найдём теперь ОФ линейной системы (5).

Решения этой системы в форме Коши имеют вид:

$$x = (x_0 \cos ABt_0 - \frac{1}{B} y_0 \sin ABt_0),$$

$$y = \frac{B}{C + A} x_0 (e^{(C+A)\sin t} e^{-A \sin t_0} - e^{C \sin t_0}) + y_0.$$

По определению (2) ОФ линейной системы (5), определяется равенствами:

$$F_1 = xe^{-2A \sin t},$$

$$F_2 = \frac{B}{C+A} x(e^{-(C+2A)\sin t} - e^{C\sin t}) + y.$$

Поэтому отображение за период $[-\omega; \omega]$ систем (4) и (5) задается функциями

$$U := F_1(-\omega; x, y) = xe^{2A \sin \omega},$$

$$V := F_2(-\omega; x, y) = \frac{B}{C+A} x(e^{(C+2A)\sin \omega} - e^{-C\sin \omega}) + y.$$

Соответственно, отображение за период $[-\pi; \pi]$ есть тождественное отображение

$$U = x,$$

$$V = y.$$

Это и доказывает теорему.

The Mironenko V.I. reflecting function applied for investigation of solution periodicity of the differential systems.

The key words: reflecting function, differential system, periodic solution, in period-transformation.

Список литературы

1. Мироненко В.И. Отражающая функция и периодические решения дифференциальных уравнений. Минск: изд-во «Университетское», 1986. 76 с.
2. Мироненко В.В. «Дифференциальные уравнения», 2004, т.40, № 10, с. 1325-1332.
3. Красносельский М.А. Оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений. М.: Наука. 1996. 332с.
4. Zhou, Zhengxin On the Poincare mapping and periodic solutions of nonautonomous differential systems. Commun. Pure Appl. Anal. 6, No. 2, 541-547 (2007).
5. Zhou, Zhengxin Stability of differential systems. Appl. Math., Ser. B (Engl. Ed.) 21, No. 3, 327-334 (2006).
6. Zhou, Zhengxin On the reflective function of polynomial differential system. J. Math. Anal. Appl. 278, No. 1, 18-26 (2003).
7. Zhou, Zhengxin; Yan, Yuexin The nonlinear reflective function of differential system. (English) Nonlinear Anal., Theory Methods Appl. 53, No.6(A), 733-741 (2003).
8. Musafirov E.V. Reflecting function and periodic solutions of differential systems with small parameter. Indian Journal of Mathematics. Vol. 50(1), (2008), 63-76 p.
9. Мироненко В. И., Мироненко В. В. Возмущения систем, не изменяющие временных симметрий и отображения Пуанкаре. Дифференц. уравнения, т.44, № 10, 2008. С. 1347-1352.
10. Mironenko V. I., Mironenko V. V. How to construct equivalent differential systems. Applied Mathematic Letters, 22 (2009), 1356-1359.

Об авторе

Варенникова Е.В.- филиал Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского в г. Новозыбкове.

УДК – 512.542

О ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ПОДГРУППОВЫХ ФУНКТОРОВ

М.А. Корпачева, М.В. Балева, А.Ю. Крахмалова

Рассматриваются только конечные группы. Пусть X – некоторый непустой класс групп. Отображение θ , выделяющее в каждой группе $G \in X$ некоторую непустую систему $\theta(G)$ ее подгрупп, называется подгрупповым X -функтором (подгрупповым функтором на X), если $(\theta(G))^\phi = \theta(G^\phi)$ для любого изоморфизма ϕ каждой группы $G \in X$. В настоящей работе установлены свойства произведений подгрупповых X -функторов.

Ключевые слова: конечная группа, класс групп, подгрупповой функтор на классе, произведение подгрупповых функторов.

Подгрупповые функторы, то есть согласованные с изоморфизмами групп функции, выделяющие в группах некоторые системы подгрупп, первоначально рассматривались в контексте теории радикалов колец. В теории конечных групп первоначально понятие подгруппового функтора использовалось в основном для обобщения конкретных теоретико-групповых объектов в направлении выделения и аксиоматизации их ключевых свойств. Позже исследования показали, что метод подгрупповых функторов является удобным средством изучения специфических классов групп (формаций, классов Фиттинга и классов Шунка). Существенное продвижение в решении отмеченных задач сделано в работе С.Ф. Каморникова и М.В. Селькина «Подгрупповые функторы в теории классов конечных групп». В дальнейшем пристальное внимание было обращено на конкретные типы подгрупповых функторов, в частности, на транзитивные и решеточные подгрупповые функторы, а также на произведение подгрупповых функторов. Привлечение аппарата подгрупповых функторов позволило охарактеризовать ряд классов конечных групп и решить ряд открытых вопросов, связанных с исследованием внутреннего строения групп. Целью данной работы является изучение некоторых свойств произведений подгрупповых X -функторов.

Рассматриваются только конечные группы. Определения и обозначения, не приведенные в работе, можно найти в [2].

Пусть X – некоторый непустой класс групп, θ – отображение, ставящее в соответствие каждой группе G из X некоторую систему $\theta(G)$ ее подгрупп. θ называется подгрупповым X -функтором (подгрупповым функтором на X), если для любой группы $G \in X$ и любого изоморфизма φ группы G выполняется равенство $(\theta(G))^\varphi = \theta(G^\varphi)$. Пусть θ_1 и θ_2 – подгрупповые X -функторы, причем θ_2 – X -замкнутый подгрупповой X -функтор, т.е. $\theta(G) \subseteq X$, для любой X -группы G . Подгрупповой X -функтор θ , сопоставляющий каждой группе $G \in X$ множество ее подгрупп $\theta(G) = \{K \mid K \subseteq \theta_1(H), H \in \theta_2(G)\}$, называется произведением подгрупповых X -функторов θ_1 и θ_2 , и обозначается $\theta_1 \circ \theta_2$ [2]. Подгрупповой X -функтор θ называется транзитивным, если для любой X -группы G из $K \in \theta(H)$ и $H \in \theta(G) \cap X$ всегда следует, что $K \in \theta(G)$. На множестве подгрупповых X -функторов следующим образом вводится бинарное отношение « \leq »: $\theta_1 \leq \theta_2$ тогда и только тогда, когда $\theta_1(G) \subseteq \theta_2(G)$ для любой группы $G \in X$.

В [2] отмечено следующее свойство транзитивных подгрупповых функторов:

Лемма 1 [2]. Пусть X – непустой наследственный класс групп, θ – транзитивный подгрупповой X -функтор. Тогда для любой X -группы G справедливо включение $(\theta \circ \theta)(G) \subseteq \theta(G)$.

В следующих леммах рассматриваются некоторые свойства транзитивных подгрупповых функторов.

Лемма 2. Пусть $X \neq \emptyset$ – наследственный класс групп, θ_1 – подгрупповой X -функтор, θ_2 – транзитивный подгрупповой X -функтор, причем $\theta_1 \leq \theta_2$. Тогда $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является транзитивным подгрупповым X -функтором.

Доказательство. Отметим, что в силу наследственности класса групп X имеем $X \in X$ для любой подгруппы X любой X -группы G .

Пусть $G \in X$, $H \in \theta(G)$. Пусть $K \in \theta(H)$. Проверим, что $K \in \theta(G)$. Поскольку $H \in \theta(G)$, то найдется такая подгруппа $M \in \theta_2(G)$, что $H \subseteq M$. Так как $K \in \theta(H)$, то существует $L \in \theta_2(H)$ такая, что $K \subseteq L$. Тогда из $\theta_1 \leq \theta_2$ получаем $H \subseteq \theta_1(M) \subseteq \theta_2(M)$. Из $L \in \theta_2(H)$, $H \subseteq \theta_2(M)$, в силу леммы 1, следует $L \in (\theta_2 \circ \theta_2)(M) \subseteq \theta_2(M)$. Аналогично, из $L \in \theta_2(M)$ и $M \in \theta_2(G)$ заключаем, что $L \in (\theta_2 \circ \theta_2)(G) \subseteq \theta_2(G)$. Таким образом, мы имеем $K \in \theta_1(L)$ и $L \in \theta_2(G)$. Следовательно, по определению произведения подгрупповых функторов, $K \in \theta_1 \circ \theta_2(G) = \theta(G)$ и поэтому подгрупповой X -функтор θ является транзитивным. Лемма доказана.

Подгрупповой X -функтор τ называется эпиморфным, если для любых групп $A, B \in X$ и любого эпиморфизма φ группы A на группу B выполняется равенство $(\tau(A))^\varphi = \tau(B)$. Эпиморфный подгрупповой X -функтор τ называется регулярным подгрупповым X -функтором (или функтором Скибы), если выполняются условия: 1) для любых групп $A, B \in X$ и любого эпиморфизма $\varphi : A \rightarrow B$ справедливо включение $(\tau(B))^\varphi \subseteq \tau(A)$; 2) $G \in \tau(G)$ для любой группы $G \in X$.

Лемма 3. Пусть $X \neq \emptyset$ – наследственный класс групп, θ_1 – регулярный подгрупповой X -функтор, θ_2 – транзитивный подгрупповой X -функтор, причем $\theta_1 \leq \theta_2$. Тогда $\theta_1 \circ \theta_2 = \theta_2 \circ \theta_1$.

Доказательство. Отметим, что в силу наследственности класса групп X имеем $X \in X$ для любой подгруппы X любой X -группы G .

1) Пусть $G \in X$, $N \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. Покажем, что $N \in \theta_1 \circ \theta_2(G)$. Поскольку $N \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$, то существует $K \in \theta_1(G)$ такая, что $N \in \theta_2(K)$. Так как $\theta_1 \leq \theta_2$, то $\theta_1(G) \subseteq \theta_2(G)$ и $K \in \theta_1(G) \subseteq \theta_2(G)$. Из того, что $K \in \theta_2(G)$ и транзитивности подгруппового X -функтора θ_2 следует, что $\theta_2(K) \subseteq \theta_2(G)$. Тогда $N \in \theta_2(K) \subseteq \theta_2(G)$. Далее, в силу регулярности подгруппового X -функтора θ_1 , имеем $N \in \theta_1(N)$. Поэтому из $N \in \theta_1(N)$, $N \in \theta_2(G)$ следует, по определению произведения подгрупповых функторов, что $N \in \theta_1 \circ \theta_2(G)$. Таким образом, $\theta_2 \circ \theta_1(G) \subseteq \theta_1 \circ \theta_2(G)$. Тем самым показано, что $\theta_2 \circ \theta_1 \leq \theta_1 \circ \theta_2$.

2) Пусть $G \in X$, $A \in \theta_1 \circ \theta_2(G)$. Покажем, что $A \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. Поскольку $A \in \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то существует $B \in \theta_2(G)$ такая, что $A \in \theta_1(B)$. Так как $\theta_1 \leq \theta_2$, то $\theta_1(B) \subseteq \theta_2(B)$ и $A \in \theta_1(B) \subseteq \theta_2(B)$. Из того, что $B \in \theta_2(G)$ и

транзитивности подгруппового X-функтора θ_2 следует, что $\theta_2(B) \subseteq \theta_2(G)$. Тогда $A \in \theta_2(B) \subseteq \theta_2(G)$. Далее, в силу регулярности подгруппового X-функтора θ_1 , имеем $G \in \theta_1(G)$. Поэтому из $A \in \theta_2(G)$, $G \in \theta_1(G)$, следует, по определению произведения подгрупповых функторов, что $A \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. Таким образом, $\theta_1 \circ \theta_2(G) \subseteq \theta_2 \circ \theta_1(G)$. Тем самым показано, что $\theta_1 \circ \theta_2 \leq \theta_2 \circ \theta_1$.

Из 1)-2) следует, что $\theta_1 \circ \theta_2 = \theta_2 \circ \theta_1$. Лемма доказана.

Еще одним из важных видов подгрупповых функторов являются решеточные подгрупповые X-функторы. Подгрупповой X-функтор θ называется решеточным, если для любой X-группы G из H, $K \in \theta(G)$ следует, что $H \cap K \in \theta(G)$ и $\langle H, K \rangle \in \theta(G)$. Решеточными подгрупповыми функторами, например, являются подгрупповые X-функторы S, S_n , s_n , которые сопоставляют каждой X-группе G множество $S(G)$ всех подгрупп, $S_n(G)$ всех нормальных подгрупп и $s_n(G)$ всех субнормальных подгрупп группы G соответственно.

В следующей теореме устанавливается случай, в котором произведение подгрупповых X-функторов является решеточным подгрупповым X-функтором.

Теорема 1. Пусть $X \neq \emptyset$ – наследственный класс групп, τ_1 – решеточный транзитивный подгрупповой X-функтор, τ_2 – регулярный подгрупповой X-функтор, причем $\tau_2 \leq \tau_1$. Тогда $\tau = \tau_1 \circ \tau_2$ является решеточным подгрупповым X-функтором.

Доказательство. Отметим, что в силу наследственности класса групп X имеем $X \in X$ для любой подгруппы X любой X-группы G.

1) Пусть $G \in X$, $A \in \tau(G)$, $B \in \tau(G)$. Покажем, что $A \cap B \in \tau(G)$. Так как $A \in \tau(G) = \tau_1 \circ \tau_2(G)$, то существует такая подгруппа $N \in \tau_2(G)$, что $A \in \tau_1(N)$. Аналогично, поскольку $B \in \tau(G) = \tau_1 \circ \tau_2(G)$, то найдется такая подгруппа $M \in \tau_2(G)$, что $B \in \tau_1(M)$. По условию, $\tau_2 \leq \tau_1$. Значит, $N \in \tau_2(G) \subseteq \tau_1(G)$. Тогда, в силу транзитивности подгруппового X-функтора τ_1 , из $A \in \tau_1(N)$ имеем $A \in \tau_1(N) \subseteq \tau_1(G)$. Аналогично, $M \in \tau_2(G) \subseteq \tau_1(G)$ и $B \in \tau_1(M) \subseteq \tau_1(G)$. Поскольку τ_1 – решеточный подгрупповой X-функтор, то из $A \in \tau_1(G)$ и $B \in \tau_1(G)$ заключаем, что $A \cap B \in \tau_1(G)$. Так как τ_2 – регулярный подгрупповой X-функтор, то $G \in \tau_2(G)$. Следовательно, из $A \cap B \in \tau_1(G)$ и $G \in \tau_2(G)$ получаем $A \cap B \in \tau_1 \circ \tau_2(G) = \tau(G)$.

2) Пусть $G \in X$, $A \in \tau(G)$, $B \in \tau(G)$. Покажем, что $\langle A, B \rangle \in \tau(G)$. Так как $A \in \tau(G) = \tau_1 \circ \tau_2(G)$, то существует такая подгруппа $N \in \tau_2(G)$, что $A \in \tau_1(N)$. Аналогично, поскольку $B \in \tau(G) = \tau_1 \circ \tau_2(G)$, то найдется такая подгруппа $M \in \tau_2(G)$, что $B \in \tau_1(M)$. По условию, $\tau_2 \leq \tau_1$. Значит, $N \in \tau_2(G) \subseteq \tau_1(G)$. Тогда, в силу транзитивности подгруппового X-функтора τ_1 , из $A \in \tau_1(N)$ имеем $A \in \tau_1(N) \subseteq \tau_1(G)$. Аналогично, $M \in \tau_2(G) \subseteq \tau_1(G)$ и $B \in \tau_1(M) \subseteq \tau_1(G)$. Поскольку τ_1 – решеточный подгрупповой X-функтор, то из $A \in \tau_1(G)$ и $B \in \tau_1(G)$ заключаем, что $\langle A, B \rangle \in \tau_1(G)$. Так как τ_2 – регулярный подгрупповой X-функтор, то $G \in \tau_2(G)$. Следовательно, из $\langle A, B \rangle \in \tau_1(G)$ и $G \in \tau_2(G)$ получаем, что $\langle A, B \rangle \in \tau_1 \circ \tau_2(G) = \tau(G)$.

Из 1)-2), по определению решеточного подгруппового X-функтора, следует, что τ является решеточным подгрупповым X-функтором. Теорема доказана.

Пусть τ – решеточный подгрупповой X-функтор. Подгрупповой X-функтор θ называется τ -идеальным X-функтором, если для любой X-группы G множество $\theta(G)$ является идеалом решетки $\tau(G)$, то есть $\theta(G) \subseteq \tau(G)$ и для любой X-группы G выполняются следующие условия:

- 1) если $A \in \theta(G)$, $X \in \tau(G)$ и $X \subseteq A$, то $X \in \theta(G)$;
- 2) если $A \in \theta(G)$, $B \in \theta(G)$, то $\langle A, B \rangle \in \theta(G)$ [2].

В теореме 2 устанавливается случай, в котором произведение подгрупповых X-функторов является τ -идеальным подгрупповым X-функтором.

Теорема 2. Пусть $X \neq \emptyset$ – наследственный класс групп, τ – решеточный подгрупповой X-функтор, θ_1 – регулярный подгрупповой X-функтор, θ_2 – τ -идеальный транзитивный подгрупповой X-функтор, причем $\theta_1 \leq \theta_2$. Тогда $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является τ -идеальным транзитивным подгрупповым X-функтором.

Доказательство. Отметим, что в силу наследственности класса групп X имеем $X \in X$ для любой подгруппы X любой X-группы G.

1) Установим, что $\theta(G) \subseteq \tau(G)$ для любой X-группы G. Пусть $G \in X$, $H \in \theta(G)$. Поскольку $H \in \theta(G)$, то найдется такая подгруппа $M \in \theta_2(G)$, что $H \in \theta_1(M)$. Из $\theta_1 \leq \theta_2$ получаем, что $H \in \theta_1(M) \subseteq \theta_2(M)$. Тогда, в силу транзитивности подгруппового X-функтора θ_2 , имеем $H \in \theta_2(G)$. Так как θ_2 – τ -идеальный подгрупповой X-функтор, то $H \in \theta_2(G) \subseteq \tau(G)$. Таким образом, $\theta(G) \subseteq \tau(G)$.

2) Пусть $G \in X$, $A \in \theta(G)$, $X \in \tau(G)$ и $X \subseteq A$. Покажем, что $X \in \theta(G)$. Так как $A \in \theta(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то существует такая подгруппа $B \in \theta_2(G)$, что $A \in \theta_1(B)$. Поскольку $X \subseteq A$ и $A \subseteq B$, то $X \subseteq B$. В силу τ -идеальности подгруппового X-функтора θ_2 , из $B \in \theta_2(G)$, $X \in \tau(G)$ и $X \subseteq B$ заключаем, что $X \in \theta_2(G)$. По условию, θ_1 – регулярный подгрупповой X-функтор. Значит, $G \in \theta_1(G)$. Тогда из $X \in \theta_2(G)$, $G \in \theta_1(G)$ следует $X \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. По лемме 3 $\theta_2 \circ \theta_1 = \theta_1 \circ \theta_2$. Поэтому $X \in \theta_2 \circ \theta_1(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G) = \theta(G)$.

3) Пусть $G \in X$, $A \in \theta(G)$, $B \in \theta(G)$. Покажем, что $\langle A, B \rangle \in \theta(G)$. Так как $A \in \theta(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то существует такая подгруппа $K \in \theta_2(G)$, что $A \in \theta_1(K)$. Аналогично, поскольку $B \in \theta(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то найдется такая подгруппа $L \in \theta_2(G)$, что $B \in \theta_1(L)$. По условию, θ_2 – транзитивный подгрупповой X-функтор и

$K \in \theta_2(G)$. Значит, $\theta_2(K) \subseteq \theta_2(G)$. Тогда из $\theta_1 \leq \theta_2$ следует, что $A \in \theta_1(K) \subseteq \theta_2(K) \subseteq \theta_2(G)$. Проводя аналогичные рассуждения, получим $B \in \theta_1(L) \subseteq \theta_2(L) \subseteq \theta_2(G)$. Так как θ_2 – τ -идеальный подгрупповой X-функтор, то из $A \in \theta_2(G)$ и $B \in \theta_2(G)$ следует, что $\langle A, B \rangle \in \theta_2(G)$. Кроме того, в силу регулярности подгруппового X-функтора θ_1 , имеем $G \in \theta_1(G)$. Поэтому, из $\langle A, B \rangle \in \theta_2(G)$ и $G \in \theta_1(G)$ заключаем, что $\langle A, B \rangle \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. Но, согласно лемме 3, $\theta_2 \circ \theta_1(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$. Значит, $\langle A, B \rangle \in \theta_1 \circ \theta_2(G) = \theta(G)$.

Из 1)-3) следует, что $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является τ -идеальным подгрупповым X-функтором. Кроме того, согласно лемме 2, $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является транзитивным подгрупповым X-функтором. Теорема доказана.

Пусть τ – решеточный подгрупповой X-функтор. Подгрупповой X-функтор θ называется τ -фильтрующим X-функтором, если выполняются условия:

- 1) если $A \in \theta(G)$, $X \in \tau(G)$ и $A \subseteq X$, то $X \in \theta(G)$;
- 2) если $A \in \theta(G)$, $B \in \theta(G)$, то $A \cap B \in \theta(G)$ [2].

В теореме 3 устанавливается случай, в котором произведение подгрупповых X-функторов является τ -фильтрующим подгрупповым X-функтором.

Теорема 3. Пусть $X \neq \emptyset$ – наследственный класс групп, τ – решеточный подгрупповой X-функтор, θ_1 – регулярный подгрупповой X-функтор, θ_2 – τ -фильтрующий транзитивный подгрупповой X-функтор, причем $\theta_1 \leq \theta_2$. Тогда $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является τ -фильтрующим транзитивным подгрупповым X-функтором.

Доказательство. Отметим, что в силу наследственности класса групп X имеем $X \in X$ для любой подгруппы X любой X-группы G.

1) Установим, что $\theta(G) \subseteq \tau(G)$ для любой X-группы G. Пусть $G \in X$, $H \in \theta(G)$. Тогда существует такая подгруппа $M \in \theta_2(G)$, что $H \in \theta_1(M)$. Из $\theta_1 \leq \theta_2$ получаем, что $H \in \theta_1(M) \subseteq \theta_2(M)$. В силу транзитивности подгруппового X-функтора θ_2 , имеем $H \in \theta_2(G)$. Так как θ_2 – τ -фильтрующий подгрупповой X-функтор, то $H \in \theta_2(G) \subseteq \tau(G)$. Таким образом, $\theta(G) \subseteq \tau(G)$.

2) Пусть $G \in X$, $A \in \theta(G)$, $X \in \tau(G)$ и $A \subseteq X$. Покажем, что $X \in \theta(G)$. Так как $A \in \theta(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то существует такая подгруппа $B \in \theta_2(G)$, что $A \in \theta_1(B)$. Из $\theta_1 \leq \theta_2$ получаем, что $A \in \theta_1(B) \subseteq \theta_2(B)$. Тогда, в силу того, что $A \in \theta_2(B)$, $B \in \theta_2(G)$, по определению произведения подгрупповых X-функторов, получим $A \in \theta_2 \circ \theta_2(G) \subseteq \theta_2(G)$. Значит, $A \in \theta_2(G)$. По условию, θ_2 является τ -фильтрующим подгрупповым X-функтором. Поэтому, из $A \in \theta_2(G)$, $X \in \tau(G)$ и $A \subseteq X$ следует, что $X \in \theta_2(G)$. Далее, в силу регулярности θ_1 имеем $G \in \theta_1(G)$. Тогда из $X \in \theta_2(G)$, $G \in \theta_1(G)$ имеем $X \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. По лемме 3, $\theta_2 \circ \theta_1 = \theta_1 \circ \theta_2$. Поэтому $X \in \theta_2 \circ \theta_1(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G) = \theta(G)$.

3) Пусть $G \in X$, $A \in \theta(G)$, $B \in \theta(G)$. Покажем, что $A \cap B \in \theta(G)$. Так как $A \in \theta(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то существует такая подгруппа $K \in \theta_2(G)$, что $A \in \theta_1(K)$. Аналогично, поскольку $B \in \theta(G) = \theta_1 \circ \theta_2(G)$, то найдется такая подгруппа $L \in \theta_2(G)$, что $B \in \theta_1(L)$. Из $\theta_1 \leq \theta_2$ получаем, что $\theta_1(L) \subseteq \theta_2(L)$ и $\theta_1(K) \subseteq \theta_2(K)$. По условию, θ_2 – транзитивный подгрупповой X-функтор. Значит, $A \in \theta_1(K) \subseteq \theta_2(K) \subseteq \theta_2(G)$ и $B \in \theta_1(L) \subseteq \theta_2(L) \subseteq \theta_2(G)$. Так как θ_2 – τ -фильтрующий подгрупповой X-функтор, то из $A \in \theta_2(G)$ и $B \in \theta_2(G)$ следует, что $A \cap B \in \theta_2(G)$. Кроме того, в силу регулярности подгруппового X-функтора θ_1 , имеем $G \in \theta_1(G)$. Поэтому, из $A \cap B \in \theta_2(G)$ и $G \in \theta_1(G)$ заключаем, что $A \cap B \in \theta_2 \circ \theta_1(G)$. Но, согласно лемме 3, $\theta_2 \circ \theta_1 = \theta_1 \circ \theta_2$. Значит, $A \cap B \in \theta_1 \circ \theta_2(G) = \theta(G)$.

Из 1)-3) следует, что $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является τ -идеальным подгрупповым X-функтором. Кроме того, согласно лемме 2, $\theta = \theta_1 \circ \theta_2$ является транзитивным подгрупповым X-функтором. Теорема доказана.

Only finite groups are considered. Let X be nonempty class of groups. A function θ mapping each group G from X onto a certain nonempty system $\theta(G)$ of its subgroups is called a subgroup X-functor (or else a subgroup functor on X), if $(\theta(G))^\phi = \theta(G^\phi)$ for any isomorphism ϕ of every group G from X. In this paper some properties of products of subgroup functors are obtained.

The key words: a finite group, a class of groups, a subgroup functor on a class, a product of subgroup functors.

Список литературы

1. Селькин М.В. Максимальные подгруппы в теории классов конечных групп. Мин.: «Беларуская Навука», 1997.
2. Каморников С. Ф., Селькин М. В. Подгрупповые функторы и классы конечных групп. // Мин.: Беларуская навука, 2003.
3. Монахов В. С. Введение в теорию конечных групп и их классов. Учебное пособие. // Гомель: ОУ «ГГУ им. Ф. Скорины». 2003. 322с.

Об авторах

Корпачева М. А. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, sirserg3000@mail.ru

Балева М.В. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Крахмалова А.Ю. – магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 517.53

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КЛАССОВ СУБГАРМОНИЧЕСКИХ
В ПОЛУПЛОСКОСТИ ФУНКЦИЙ С ХАРАКТЕРИСТИКОЙ
ИЗ L^p -ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВ**

О.В. Охлупина

В работе получено описание одного класса субгармонических функций в верхней полуплоскости комплексной плоскости.

Ключевые слова: субгармоническая функция, гармоническая функция, мера.

Введение

Пусть $G^+ = \{z \in C : \operatorname{Im} z > 0\}$, $z = x + iy$, $0 < \alpha < +\infty$, $0 < p < +\infty$,

$G_\rho^+ = \{z \in \square : \operatorname{Im} z > \rho\}$, $\rho > 0$. Через $SH(G^+)$ обозначим множество всех субгармонических функций в полуплоскости. Введем в рассмотрение класс $SH_\alpha^p(G^+)$ субгармонических в G^+ функций u , для которых выполняются следующие условия:

$$\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy < +\infty; \quad (1)$$

$$\sup_{y > y_0} \int_{-\infty}^{+\infty} |u(x+iy)| dx \leq C_{y_0} < +\infty, \quad \forall y_0 > 0; \quad (2)$$

$$\lim_{y \rightarrow +\infty} \sup_{y > y_0} y u(iy) \geq 0. \quad (3)$$

Рассмотрим также следующие факторы, введенные А. М. Джрабашяном и Г. В. Микаеляном (см. [1]):

$$a_\beta(z, \zeta) = \exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{r^\beta dr}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right\}, \quad (4)$$

где $\zeta \in G^+$, $-1 < \beta < +\infty$. При $\beta = 0$: $a_0(z, \zeta) = \frac{\zeta - z}{\overline{\zeta} - z}$.

Основным результатом работы является следующая теорема.

Теорема. Для того, чтобы субгармоническая функция u принадлежала классу $SH_\alpha^p(G^+)$,

$0 < p < +\infty$, $0 < \alpha < +\infty$, необходимо и достаточно, чтобы в G^+ u допускала представление:

$$u(z) = \iint_{G^+} \ln |a_\beta(z, \zeta)| d\mu(\zeta) + h(z), \quad (5)$$

где $h(z)$ - гармоническая функция в G^+ , удовлетворяющая условию:

$$\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p dy < +\infty, \quad \mu(\zeta) \text{ - неотрицательная мера в } G^+, \text{ для которой}$$

$$\int_0^{+\infty} y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy < +\infty, \text{ где } n(y) = \mu(G_y^+), \quad \beta > \frac{\alpha-1}{p} + 1.$$

Замечание. При $p = 1$ результат получен К.Л. Аветисяном в работе [2].

Доказательство вспомогательных утверждений

Доказательство теоремы основано на следующих вспомогательных утверждениях. А.М. Джрабашяном в работе [3], была установлена

Лемма 1. Пусть $z, \zeta \in G^+$, $-1 < \beta < +\infty$. Тогда справедлива следующая оценка:

$$\ln|a_\beta(z, \zeta)| \leq C_\beta \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\zeta - z|} \right)^{\beta+1}. \quad (6)$$

Следующее утверждение установлено Аветисяном К. Л. (см. [2]).

Лемма 2. Пусть субгармоническая в G^+ функция $u(z)$ для любого $\rho > 0$ удовлетворяет условию $\sup_{y>\rho} \int_{-\infty}^{+\infty} |u(x+iy)| dx \leq C_\rho < +\infty$, где $C_\rho > 0$. Тогда для любого $\rho > 0$ имеет место формула типа Иенсена:

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u(x+i\rho) dx = \int_{\rho}^{+\infty} (t-\rho) dn(t) + \frac{1}{2} \lim_{R \rightarrow +\infty} \sup R u(iR), \quad (7)$$

где $n(t)$ - значение меры Рисса μ , ассоциированной с $u(z)$, в полуплоскости G_ρ^+ , $G_\rho^+ = \{z \in \mathbb{C} : \operatorname{Im} z > \rho\}$, то есть $n(\rho) = \mu(G_\rho^+)$, а последний предел в формуле конечен.

Лемма 3. Пусть u - произвольная субгармоническая функция из класса $SH_\alpha^p(G^+)$, $0 < p < +\infty$, $n(y) = \mu(G_y^+)$. Тогда справедливы оценки:

$$1) \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |u(x+iy)| dx \right)^p dy \leq C \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy,$$

$$2) \int_0^{+\infty} y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy \leq C \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy < +\infty.$$

Доказательство. Так как $u \in SH_\alpha^p(G^+)$, то, согласно лемме 2, имеет место формула (7).

Учитывая, что $u = u^+ - u^-$, получим:

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} (u^+(x+iy) - u^-(x+iy)) dx = \int_y^{+\infty} (t-y) dn(t) + \frac{1}{2} \lim_{R \rightarrow +\infty} \sup R u(iR),$$

где $n(y) = \mu(G_y^+)$.

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx - \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u^-(x+iy) dx = \int_y^{+\infty} (t-y) dn(t) + \frac{1}{2} \lim_{R \rightarrow +\infty} \sup R u(iR) \quad (8)$$

Все слагаемые в правой части неотрицательны. Следовательно,

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \geq \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u^-(x+iy) dx. \text{ Далее, из того, что } |u| = u^+ + u^-, \text{ имеем:}$$

$$\begin{aligned} \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |u(x+iy)| dx \right)^p dy &= \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} (u^+(x+iy) + u^-(x+iy)) dx \right)^p dy \leq \\ &\leq C(p) \left[\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy + \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^-(x+iy) dx \right)^p dy \right] \leq \end{aligned}$$

$$\leq C_1 \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy < +\infty$$

То есть $|u| \in SH_\alpha^p(G^+)$.

Покажем выполнимость второй оценки. Из неотрицательности слагаемых в правой части формулы (8) следует, что:

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \geq - \int_y^{+\infty} (t-y) dn(t). \quad (9)$$

Проинтегрируем интеграл в правой части по частям:

$$- \int_y^{+\infty} (t-y) dn(t) = (t-y) n(t) \Big|_y^{+\infty} + \int_y^{+\infty} n(t) dt, \quad n(t) \text{ - убывающая функция.}$$

Покажем, что $-(t-y)n(t) \rightarrow 0$, $t \rightarrow +\infty$.

Пусть $u \in SH_\alpha^p(G^+) \cap C^{(2)}(G^+)$.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } n(t) &= \int_t^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(\xi, \eta) d\xi d\eta, \quad dn(t) = - \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta \\ - \int_y^{+\infty} (t-y) dn(t) &- \int_y^{+\infty} (t-y) \left(- \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta \right) dt \leq C \\ \int_y^{+\infty} (t-y) \Delta u(t, \eta) d\eta dt &\leq C, \quad t \geq 2y, \quad y \leq \frac{t}{2}, \quad t-y \geq t - \frac{t}{2} = \frac{t}{2} \\ C &\geq \int_y^{+\infty} (t-y) \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta dt \geq \int_{2y}^{+\infty} \frac{t}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta dt \\ \int_{2y}^{+\infty} t \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta dt &\geq 2y \int_{2y}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta dt \end{aligned}$$

Пусть $2y = \rho$.

$$\text{Тогда } \int_{2y}^{+\infty} t \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta dt \geq \rho \int_{\rho}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta u(t, \eta) d\eta dt \quad \rho n(\rho) \rightarrow 0, \quad \rho \rightarrow +\infty$$

$$\text{Из последней оценки получаем: } - \int_y^{+\infty} (t-y) dn(t) = \int_y^{+\infty} n(t) dt.$$

С учетом этого (9) примет вид: $\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \geq \int_y^{+\infty} n(t) dt$.

$$\begin{aligned} +\infty &> C \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy \geq \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_y^{+\infty} n(t) dt \right)^p dy \geq \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_y^{2y} n(t) dt \right)^p dy \geq \\ &\geq \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} n^p(2y) y^p dy \quad \left| \begin{array}{l} 2y=t \\ y=\frac{t}{2} \end{array} \right| \quad \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} \left(\frac{t}{2} \right)^{\alpha-1} n^p(t) \left(\frac{t}{2} \right)^p dt = \frac{1}{2^{p+\alpha}} \int_0^{+\infty} t^{\alpha-1} n^p(t) t^p dt \\ &= \frac{1}{2^{p+\alpha}} \int_0^{+\infty} t^{\alpha+p-1} n^p(t) dt \end{aligned}$$

То есть:

$$+\infty > C \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy \geq \int_0^{+\infty} y^{\alpha+p-1} n^p(y) dy.$$

Что и доказывает лемму при $u \in SH_\alpha^p(G^+) \cap C^{(2)}(G^+)$.

В случае произвольной функции $u \in SH_\alpha^p(G^+)$ доказательство проводится с использованием аналога для случая полуплоскости леммы 2 о слабой сходимости из работы [4] (с. 62).

Лемма 4. Пусть $n(y) = \mu(G_y^+)$. Тогда условие

$$\int_0^{+\infty} y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy < +\infty \quad (10)$$

равносильно:

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \frac{n^p \left(\frac{1}{2^k} \right)}{2^{k(\alpha+p)}} < +\infty, \quad (11)$$

$$\sum_{k=1}^{+\infty} n^p \left(2^k \right) 2^{k(\alpha+p)} < +\infty. \quad (12)$$

Доказательство. Пусть выполнено условие (10).

Разобьем интеграл (10) на две части:

$$\int_1^{+\infty} y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy + \int_0^1 y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy = I_1 + I_2 < +\infty$$

Оценим интеграл I_1 .

$$\begin{aligned} +\infty &> I_1 = \int_1^{+\infty} y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy = \sum_{k=0}^{+\infty} \int_{2^k}^{2^{k+1}} y^{\alpha-1+p} n^p(y) dy \geq \sum_{k=0}^{+\infty} n^p(2^{k+1}) \int_{2^k}^{2^{k+1}} y^{\alpha-1+p} dy = \\ &= \sum_{k=0}^{+\infty} n^p(2^{k+1}) \left((2^{k+1})^{\alpha+p} - 2^{k(\alpha+p)} \right) \sum_{k=0}^{+\infty} n^p(2^{k+1}) \cdot 2^{k(\alpha+p)} (2^{\alpha+p} - 1) \geq \\ &\geq C_0 \sum_{k=0}^{+\infty} n^p(2^{k+1}) \cdot 2^{k(\alpha+p)} \sum_{m=1}^{+\infty} n^p(2^m) \cdot 2^{(m-1)(\alpha+p)} = \sum_{m=1}^{+\infty} n^p(2^m) \cdot 2^{m(\alpha+p)} \end{aligned}$$

Перейдем к оценке I_2 .

$$\begin{aligned} +\infty &> I_2 = \int_0^1 y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy = \sum_{k=0}^{+\infty} \int_{\frac{1}{2^{k+1}}}^{\frac{1}{2^k}} y^{\alpha-1} y^p n^p(y) dy \geq \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{n^p \left(\frac{1}{2^k} \right)}{2^{(k+1)p}} \int_{\frac{1}{2^{k+1}}}^{\frac{1}{2^k}} y^{\alpha-1} dy \geq \\ &\geq \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{n^p \left(\frac{1}{2^k} \right)}{2^{(k+1)p}} \left(\frac{1}{2^k} - \frac{1}{2^{k+1}} \right) = \frac{1}{2^{p+1}} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{n^p \left(\frac{1}{2^k} \right)}{2^{(p+\alpha)k}}. \end{aligned}$$

Докажем обратное утверждение. Предположим, что выполняется условие (12). Покажем сходимость интеграла I_1 .

Имеем, что:

$$n^p(2^k) \cdot 2^{k(\alpha+p)} \geq n^p(2^k) \int_{2^{k-1}}^{2^k} y^{\alpha+p-1} dy \geq \int_{2^{k-1}}^{2^k} n^p(y) y^{\alpha+p-1} dy.$$

Суммируя, получим сходимость интеграла I_1 .

Проводя аналогичные рассуждения при выполнимости условия (11), несложно получить сходимость I_2 . Что позволяет сделать вывод о сходимости интеграла (10).

Лемма полностью доказана.

Лемма 5. Пусть \mathcal{U} - произвольная субгармоническая функция в G^+ , допускающая представление (5), где $\mu(\zeta)$ - неотрицательная мера в G^+ , для которой:

$$\int_0^{+\infty} y^p y^{\alpha-1} n^p(y) dy < +\infty, \quad n(y) = \mu(G_y^+), \quad 0 < p < +\infty,$$

$h(z)$ - гармоническая функция в G^+ , удовлетворяющая условию:

$$\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p dy < +\infty,$$

$$\beta > \frac{\alpha-1}{p} + 1. \text{ Тогда } u \in SH_\alpha^p(G^+), 0 < \alpha < +\infty.$$

Доказательство. Введем следующее обозначение: пусть

$$V_\beta(z) = \iint_{G^+} \ln |a_\beta(z, \zeta)| d\mu(\zeta). \text{ Тогда } u(z) = V_\beta(z) + h(z).$$

Учитывая, что $u(z) \leq u^+(z)$, а также справедливость оценки (6) из леммы 1, запишем:

$$u^+(z) \leq |h(z)| + V_\beta^+(z) \leq |h(z)| + C_\beta \iint_{G^+} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\zeta - z|} \right)^{\beta+1} d\mu(\zeta).$$

Проинтегрируем обе части неравенства по x от $-\infty$ до $+\infty$, возведем обе части в степень p и применим неравенство Минковского:

$$\left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p \leq 2^p \left(\left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p + C_\beta(p) \left(\iint_{G^+} d\mu(\zeta) \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\zeta - z|} \right)^{\beta+1} dx \right)^p \right).$$

Умножим обе части на $y^{\alpha-1}$ и проинтегрируем по y от 0 до $+\infty$:

$$\begin{aligned} \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy &\leq \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p dy + \\ &+ C_\beta(p) \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\iint_{G^+} d\mu(\zeta) \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\zeta - z|} \right)^{\beta+1} dx \right)^p dy \end{aligned}$$

Первый интеграл в правой части сходится по предположению. Покажем сходимость второго интеграла правой части. То есть остается показать принадлежность $V_\beta(z)$ классу $SH_\alpha^p(G^+)$, а именно:

$$\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} V_\beta^+(x+iy) dx \right)^p dy < +\infty.$$

$$V_\beta(z) \leq V_\beta^+(z) \leq C_\beta \iint_{G^+} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\zeta - z|} \right)^{\beta+1} d\mu(\zeta).$$

Пусть $\zeta = \xi + i\eta$, $z = x + iy$.

$$\text{Применим оценку: } \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{|\zeta - x - iy|^{\alpha+2}} \leq \frac{C(\alpha)}{(y+\eta)^{\alpha+1}}, \quad \alpha > -1.$$

Тогда:

$$\begin{aligned} I &= \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} V_\beta^+(x+iy) dx \right)^p dy \leq C(\beta) \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{G^+} \frac{\eta^{\beta+1}}{(y+\eta)^\beta} d\mu(\zeta) \right)^p dy \leq \\ &\leq C(\beta) \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\sum_{k=-\infty}^{+\infty} \int_{G_k} \frac{\eta^{\beta+1}}{(y+\eta)^\beta} d\mu(\zeta) \right)^p dy, \end{aligned}$$

$$\text{где } G_k = \left\{ \zeta : \xi + i\eta : \frac{1}{2^{k+1}} \leq \eta \leq \frac{1}{2^k} \right\}.$$

Пусть $0 < p \leq 1$. Тогда $(a+b)^p \leq a^p + b^p$ ($a \geq 0, b \geq 0$). С учетом этого получим:

$$I \leq C(\beta) \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \left(\int_{G_k} \frac{\eta^{\beta+1}}{(y+\eta)^\beta} d\mu(\zeta) \right)^p dy \quad (13)$$

Оценим внутренний интеграл $\int_{G_k} \frac{\eta^{\beta+1}}{(y+\eta)^\beta} d\mu(\zeta)$, $y > 0$, $\frac{1}{2^{k+1}} \leq \eta \leq \frac{1}{2^k}$, $\zeta \in G_k$.

$$\frac{1}{2^{(k+1)(\beta+1)}} \cdot \frac{1}{\left(y + \frac{1}{2^k}\right)^\beta} \leq \frac{\eta^{\beta+1}}{(y+\eta)^\beta} \leq \frac{1}{2^{k(\beta+1)}} \cdot \frac{1}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^\beta}.$$

Используя (13), получим:

$$\begin{aligned} I &\leq C(\beta) \sum_{k=-\infty}^{+\infty} (\mu(G_k))^p \int_0^{+\infty} \frac{y^{\alpha-1}}{2^{kp(\beta+1)} \left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy \leq \\ &\leq C(\beta) \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{\left(n(2^k)\right)^p}{2^{kp(\beta+1)}} \int_0^{+\infty} \frac{y^{\alpha-1}}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy. \end{aligned}$$

Рассмотрим интеграл $\frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \int_0^{+\infty} \frac{y^{\alpha-1}}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy$.

$$\begin{aligned} \frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \int_0^{+\infty} \frac{y^{\alpha-1}}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy &= \frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \int_0^{\frac{1}{2^{k+1}}} \frac{y^{\alpha-1}}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy + \frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \int_{\frac{1}{2^{k+1}}}^{+\infty} \frac{y^{\alpha-1}}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy = \\ &= I_1 + I_2. \quad (14) \end{aligned}$$

Оценим I_1 в (14).

$$I_1 \leq \frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2^{k+1}}\right)^{p\beta}} \cdot \frac{1}{\alpha 2^{(k+1)\alpha}} \leq \frac{2^{(k+1)p\beta}}{2^{kp(\beta+1)+(k+1)\alpha}} = \frac{C(\beta)}{2^{k(p(\beta+1)+\alpha-p\beta)}} \leq \frac{C(\beta)}{2^{k(p+\alpha)}}.$$

Рассмотрим интеграл I_2 .

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \int_{\frac{1}{2^{k+1}}}^{+\infty} \frac{y^{\alpha-1}}{\left(y + \frac{1}{2^{k+1}}\right)^{\beta p}} dy \leq \frac{1}{2^{kp(\beta+1)}} \int_{\frac{1}{2^{k+1}}}^{+\infty} \frac{dy}{y^{\beta p - \alpha - 1}} = \\ &= \frac{C(\beta)}{2^{kp(\beta+1)}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{2^{k+1}}\right)^{p\beta-\alpha}} = \frac{C(\beta)}{2^{k(p(\beta+1)-p\beta+\alpha)}} = \frac{C(\beta)}{2^{k(p+\alpha)}}. \end{aligned}$$

Учитывая последние оценки, получаем:

$$\int_0^{+\infty} y^{p+\alpha-1} n^p(y) dy \leq C \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{n^p(2^k)}{2^{k(\alpha+p)}} < +\infty.$$

Рассмотрим случай $1 < p < +\infty$. Пусть $L^p(y)$ - множество всех измеримых в G^+ функций

$$\psi : \|\psi\|_{L^p(y)} = \left(\iint_{G^+} (\operatorname{Im} z)^{\alpha-1} |\psi(z)|^p dm_2(z) \right)^{\frac{1}{p}} < +\infty, \text{ где } dm_2(z) \text{ - плоская мера Лебега на } G^+, \text{ т.е.}$$

$$\|\psi\|_{L^p(y)} = \left[\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi(x+iy)| dx \right)^p dy \right]^{\frac{1}{p}} < +\infty.$$

$$\text{Тогда } \left[\int_0^{+\infty} \left(y^{\frac{\alpha-1}{p}} \int_{-\infty}^{+\infty} V_\beta^+(x+iy) dx \right)^p dy \right]^{\frac{1}{p}} \leq \sup_{\|\psi\|_{L^q} \leq 1} \int_0^{+\infty} y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y) \int_{-\infty}^{+\infty} V_\beta^+(x+iy) dx dy.$$

Оценим интеграл $I' = \int_0^{+\infty} y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y) \int_{-\infty}^{+\infty} V_\beta^+(x+iy) dx dy$. Применив (13), получим:

$$I' \leq C(\beta) \int_0^{+\infty} y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y) \int_0^{+\infty} \frac{\eta^\beta}{(y+\eta)^\beta} n(\eta) d\eta dy. \text{ Изменим порядок интегрирования:}$$

$$\begin{aligned} I' &\leq C(\beta) \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_0^{+\infty} \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{(y+\eta)^\beta} dy d\eta = \\ &= C(\beta) \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_0^\eta \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{(y+\eta)^\beta} dy d\eta + C(\beta) \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_\eta^{+\infty} \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{(y+\eta)^\beta} dy d\eta = \\ &= C(\beta) [I'_1 + I'_2] \end{aligned}$$

$$\text{Перейдем к оценке } I'_1. I'_1 = \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_0^\eta \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{(y+\eta)^\beta} dy d\eta,$$

$$0 < y < \eta, y + \eta \geq \eta, \frac{1}{y+\eta} \leq \frac{1}{\eta}. \text{ Тогда } I'_1 \leq \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_0^\eta \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{\eta^\beta} dy d\eta.$$

Обозначим за $\chi_\gamma(y) = \frac{1}{y^\gamma}$, $0 \leq \gamma < 1$. Умножим и разделим последний интеграл на данную

функцию:

$$I'_1 \leq \int_0^{+\infty} n(\eta) \int_0^\eta \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y) \chi_\gamma(y)}{\chi_\gamma(y)} dy d\eta \leq \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \int_0^\eta \frac{\psi(y) \chi_\gamma(y)}{\chi_\gamma(y)} dy d\eta =$$

$$\begin{aligned}
&= \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \chi_\gamma(\eta) \int_0^\eta \frac{\psi(y)}{\chi_\gamma(y)} dy d\eta = \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \frac{1}{\eta^{\frac{\gamma}{pq}}} \int_0^\eta \frac{\psi(y)}{y^{\frac{\gamma}{pq}}} dy d\eta \\
&= \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \eta^{\frac{1}{\frac{\gamma}{pq}}} \int_0^\eta \frac{\psi(y)}{y^{\frac{\gamma}{pq}}} dy d\eta
\end{aligned}$$

Применим неравенство Гельдера к последнему интегралу:

$$\begin{aligned}
I'_1 &\leq \left(\int_0^{+\infty} n^p(\eta) \eta^{\alpha-1} \eta^p d\eta \right)^{\frac{1}{p}} \left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{1}{\eta^{\frac{\gamma}{pq}}} \int_0^\eta \frac{\psi(y)}{y^{\frac{\gamma}{pq}}} dy \right)^q d\eta \right)^{\frac{1}{q}} \leq \\
&\leq C \left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{1}{\eta^{\frac{\gamma}{pq}}} \int_0^\eta \frac{\psi(y)}{y^{\frac{\gamma}{pq}}} dy \right)^q d\eta \right)^{\frac{1}{q}} \left| \begin{array}{l} y = v\eta \\ v = \frac{y}{\eta} \\ 0 \leq v \leq 1 \end{array} \right| C \left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{1}{\eta^{\frac{\gamma}{pq}}} \int_0^1 \frac{\psi(v\eta)}{(v\eta)^{\frac{\gamma}{pq}}} v dv \right)^q d\eta \right)^{\frac{1}{q}} \\
&= C \left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{\eta^{\frac{\gamma}{pq}}}{\eta^{\frac{\gamma}{pq}+1}} \int_0^1 \frac{\psi(v\eta)}{v^{\frac{\gamma}{pq}}} v dv \right)^q d\eta \right)^{\frac{1}{q}} = C \left(\int_0^{+\infty} \left(\int_0^1 \frac{\psi(v\eta)}{v^{\frac{\gamma}{pq}}} v dv \right)^q d\eta \right)^{\frac{1}{q}}
\end{aligned}$$

Применим неравенство Минковского.

$$\begin{aligned}
I'_1 &\leq C \int_0^1 \left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{\psi(v\eta)}{v^{\frac{\gamma}{pq}}} \right)^q dv \right)^{\frac{1}{q}} d\eta = C \int_0^1 \frac{1}{v^{\frac{\gamma}{pq}}} \left(\int_0^{+\infty} \psi^q(v\eta) dv \right)^{\frac{1}{q}} d\eta \left| \begin{array}{l} v\eta = u \\ \eta = \frac{u}{v} \end{array} \right| \\
&= C \int_0^1 \frac{1}{v^{\frac{\gamma}{pq}}} \left(\int_0^{+\infty} \psi^q(u) \frac{du}{v} \right)^{\frac{1}{q}} dv = C \int_0^1 \frac{1}{v^{\frac{\gamma}{pq} + \frac{1}{q}}} \left(\int_0^{+\infty} \psi^q(u) du \right)^{\frac{1}{q}} dv = \\
&= C \|\psi\|_{L^q} \cdot \int_0^1 \frac{dv}{v^{\frac{\gamma}{pq} + \frac{1}{q}}}
\end{aligned}$$

Так как $\gamma \in (0; 1)$, то $\frac{1}{q} - \frac{\gamma}{pq} < 1$. Следовательно, $\int_0^1 \frac{dv}{v^{\frac{\gamma}{pq} + \frac{1}{q}}} < +\infty$.

То есть $I'_1 \leq C_1 \|\psi\|_{L^q}$.

$$\text{Оценим } I'_2 = \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_{\eta}^{+\infty} \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{(y+\eta)^\beta} dy d\eta.$$

При $\eta \leq y < +\infty$ верна оценка $\eta + y \geq y$, $\frac{1}{\eta+y} \leq \frac{1}{y}$. Поэтому:

$$I'_2 = \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_{\eta}^{+\infty} \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{y^\beta} dy d\eta = \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^\beta \int_{\eta}^{+\infty} \frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}} \psi(y)}{y^{\beta-1} y} dy d\eta.$$

Рассмотрим функцию $\frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}}}{y^{\beta-1}}$. Продифференцируем её.

$$\left(\frac{y^{\frac{\alpha-1}{p}}}{y^{\beta-1}} \right)' = \left(y^{\frac{\alpha-1}{p}-\beta+1} \right)' = \left(\frac{\alpha-1}{p} - \beta + 1 \right) y^{\frac{\alpha-1}{p}-\beta}, \quad y > 0.$$

Данная функция является убывающей при $\frac{\alpha-1}{p} - \beta + 1 < 0$, то есть при $\beta > \frac{\alpha-1}{p} + 1$.

В связи с этим, получим: $I'_2 \leq \int_0^{+\infty} n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \eta \int_{\eta}^{+\infty} \frac{\psi(y)}{y} dy d\eta$. Изменим порядок интегрирования:

$$I'_2 \leq \int_0^{+\infty} \frac{\psi(y)}{y} \int_0^y n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \eta d\eta dy.$$

Применим неравенство Гёльдера:

$$\begin{aligned} I'_2 &\leq \left(\int_0^{+\infty} \psi^q(y) dy \right)^{\frac{1}{q}} \cdot \left(\int_0^{+\infty} \left(\int_0^y n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \eta d\eta \right)^p dy \right)^{\frac{1}{p}} \leq \\ &\leq \|\psi\|_{L^q} \cdot \left(\int_0^{+\infty} y^{-p} \left(\int_0^y n(\eta) \eta^{\frac{\alpha-1}{p}} \eta d\eta \right)^p dy \right)^{\frac{1}{p}} \end{aligned}$$

Воспользуемся неравенством Харди (см. [5], с. 319):

$$I'_2 \leq \|\psi\|_{L^q} \cdot \left(\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} n^p(y) y^p dy \right)^{\frac{1}{p}} < C_2 \|\psi\|_{L^q}.$$

Следовательно, получаем, что $V_\beta(z)$ принадлежит классу

$SH_\alpha^p(G^+)$, $0 < p < +\infty$, $\beta > \frac{\alpha-1}{p} + 1$. Из чего вытекает принадлежность функции u классу

$SH_\alpha^p(G^+)$, $0 < p < +\infty$. Лемма доказана.

3. Доказательство теоремы.

1. Сначала докажем необходимость. Пусть $u \in SH_\alpha^p(G^+)$, $0 < p < +\infty$. Покажем, что u допускает представление (5). Рассмотрим разность $u(z) - V_\beta(z) = h(z)$ и покажем, что она является гармонической функцией.

Пусть D_r - круг радиуса r , $0 < r < 1$. $\tilde{D}_r = D_r \cap G^+$. По теореме Рисса для \tilde{D}_r запишем представление субгармонической функции u :

$u(z) = V(z) + \iint_{\tilde{D}_r} \ln|\zeta - z| d\mu(\zeta)$, где $V(z)$ - гармоническая функция в \tilde{D}_r ,

$\iint_{\tilde{D}_r} \ln|\zeta - z| d\mu(\zeta)$ - субгармоническая функция в \tilde{D}_r .

Рассмотрим фактор $a_\beta(z, \zeta)$, $\zeta \in G^+$, $-1 < \beta < +\infty$:

$$a_\beta(z, \zeta) = \exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{r^\beta dr}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right\}$$

$$a_\beta(z, \zeta) = a_0(z, \zeta) \cdot \frac{1}{a_0(z, \zeta)} \cdot \exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{r^\beta dr}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right\} =$$

$$= \exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{dr}{(r + i\zeta - iz)} \right\} \cdot \frac{1}{\exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{dr}{(r + i\zeta - iz)} \right\}} \cdot \exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{r^\beta dr}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right\} =$$

$$= a_0(z, \zeta) \cdot \exp \left\{ \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r + i\zeta - iz} - \frac{r^\beta}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right] dr \right\}$$

Покажем, что $a_0(z, \zeta) = \frac{\zeta - z}{\bar{\zeta} - z}$. Пусть $\zeta = \xi + i\eta$. Тогда:

$$\begin{aligned} \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{dr}{r + i\zeta - iz} &= \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} d \ln(r + i(\zeta - z)) \quad \ln(r + i(\zeta - z)) \Big|_0^{2\operatorname{Im}\zeta} = \\ &= \ln(2\operatorname{Im}\zeta + i(\zeta - z)) - \ln(i(\zeta - z)) \quad \ln \frac{2\operatorname{Im}\zeta + i(\zeta - z)}{i(\zeta - z)} \\ &= \ln \frac{2\eta + i(\xi + i\eta - z)}{i(\zeta - z)} \quad \ln \frac{2\eta + i\xi - \eta - iz}{i(\zeta - z)} \quad \ln \frac{\eta + i\xi - iz}{i(\zeta - z)} \quad \ln \frac{i(\xi - z - i\eta)}{i(\zeta - z)} \\ &= \ln \frac{\bar{\zeta} - z}{\zeta - z} \end{aligned}$$

С учётом этого получим, что:

$$a_0(z, \zeta) = \exp \left\{ - \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{dr}{r + i\zeta - iz} \right\} \quad \exp \left\{ - \ln \frac{\bar{\zeta} - z}{\zeta - z} \right\} \quad \frac{\zeta - z}{\bar{\zeta} - z}$$

$$\ln |a_\beta(z, \zeta)| = \ln \left| a_0(z, \zeta) \cdot \exp \left\{ \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r + i\zeta - iz} - \frac{r^\beta}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right] dr \right\} \right| =$$

$$= \ln |a_0(z, \zeta)| + \operatorname{Re} \left\{ \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r + i\zeta - iz} - \frac{r^\beta}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right] dr \right\} =$$

$$= \ln \left| \frac{\zeta - z}{\bar{\zeta} - z} \right| + \operatorname{Re} \left\{ \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r + i\zeta - iz} - \frac{r^\beta}{(r + i\zeta - iz)^{\beta+1}} \right] dr \right\}$$

Вернёмся к разности

$$\begin{aligned}
 h(z) &= u(z) - \iint_{\tilde{D}_r} \ln |a_\beta(z, \zeta)| d\mu(\zeta) = \\
 &= u(z) - \iint_{\tilde{D}_r} \left(\ln \left| \frac{\zeta - z}{\bar{\zeta} - z} \right| + \operatorname{Re} \left\{ \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r+i\zeta-iz} - \frac{r^\beta}{(r+i\zeta-iz)^{\beta+1}} \right] dr \right\} \right) d\mu(\zeta) = \\
 &= \left(u(z) - \iint_{\tilde{D}_r} \ln |\zeta - z| d\mu(\zeta) \right) - \iint_{\tilde{D}_r} \ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|} d\mu(\zeta) - \\
 &\quad - \iint_{\tilde{D}_r} \operatorname{Re} \left\{ \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r+i\zeta-iz} - \frac{r^\beta}{(r+i\zeta-iz)^{\beta+1}} \right] dr \right\} d\mu(\zeta)
 \end{aligned}$$

Функция $\iint_{\tilde{D}_r} \ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|} d\mu(\zeta)$ является гармонической ($\ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|}$ - аналитическая функция в G^+).

$\left| \frac{\zeta - z}{\bar{\zeta} - z} \right| \geq 1$, $z, \zeta \in G^+$. Прологарифмируем обе части неравенства:

$$\begin{aligned}
 \ln \left| \frac{\zeta - z}{\bar{\zeta} - z} \right| &\leq \ln 1, \quad \ln |\zeta - z| + \ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|} \leq 0, \quad \ln |\zeta - z| \leq -\ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|} \\
 - \iint_{\tilde{D}_r} \ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|} d\mu(\zeta) &\geq \iint_{\tilde{D}_r} \ln |\zeta - z| d\mu(\zeta) > -\infty. \text{ Следовательно,} \\
 \iint_{\tilde{D}_r} \ln \frac{1}{|\bar{\zeta} - z|} d\mu(\zeta) &< +\infty.
 \end{aligned}$$

Рассмотрим функцию

$$\begin{aligned}
 F_\beta(z, \zeta) &= \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \left[\frac{1}{r+i\zeta-iz} - \frac{r^\beta}{(r+i\zeta-iz)^{\beta+1}} \right] dr = \\
 &= \int_0^{2\operatorname{Im}\zeta} \frac{1}{r+i\zeta-iz} \left[1 - \frac{r^\beta}{(r+i\zeta-iz)^{\beta+1}} \right] dr = \int_0^{+\infty} \frac{1}{r+i\zeta-iz} \left[1 - \frac{r^\beta}{(r+i\zeta-iz)^{\beta+1}} \right] dr - \\
 &\quad - \int_{2\operatorname{Im}\zeta}^{+\infty} \frac{1}{r+i\zeta-iz} \left[1 - \frac{r^\beta}{(r+i\zeta-iz)^{\beta+1}} \right] dr = \Phi_\beta(z, \zeta) - \Psi_\beta(z, \zeta)
 \end{aligned}$$

Функция $\Phi_\beta(z, \zeta)$ (при фиксированных $\zeta \in G_{\frac{\rho}{2}}$) голоморфна в

$C \setminus \{z = \zeta - ih, 0 \leq h < +\infty\}$, а на луче $\{z = \zeta + ih, 0 \leq h < +\infty\}$ постоянна.

$$\begin{aligned}
 \Phi_\beta(\zeta + ih, \zeta) &= \int_0^{+\infty} \frac{1}{r+h} \left[1 - \frac{r^\beta}{(r+h)^\beta} \right] dr = \int_0^{+\infty} \frac{1}{h \left(\frac{r}{h} + 1 \right)} \left[1 - \left(\frac{r}{h \left(\frac{r}{h} + 1 \right)} \right)^\beta \right] dr = \\
 &= \left| \frac{r}{h} - \sigma \right| \int_0^{+\infty} \frac{1}{(\sigma+1)} \left[1 - \left(\frac{\sigma}{\sigma+1} \right)^\beta \right] d\sigma = C_\beta
 \end{aligned}$$

По теореме единственности голоморфной функции $\Phi_\beta(z, \zeta)$ всюду постоянна.

Функция $\Psi_\beta(z, \zeta)$ (при фиксированных $\zeta \in G_{\frac{\rho}{2}}^+$) голоморфна в $C \setminus \{z = \bar{\zeta} - ih, 0 \leq h < +\infty\}$,

в частности, в G^+ .

Следовательно, $\iint_{D_r} \operatorname{Re} F_\beta(z, \zeta) d\mu(\zeta)$ гармонична в G^+ .

В силу произвольности $r \in (0; 1)$, получим, что $h(z)$ является гармонической функцией в G^+ .

Покажем, что $h(z)$ удовлетворяет условию: $\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p dy < +\infty$.

Рассмотрим разность $u(z) - V_\beta(z) = h(z)$. Т.к. $u(z) \leq u^+(z)$, то по лемме 1:

$$h^+(z) \leq u^+(z) + V_\beta^+(z) \leq u^+(z) + C_\beta \iint_{G^+} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\bar{\zeta} - z|} \right)^{\beta+1} d\mu(\zeta)$$

Интегрируя неравенство по x , возводя в степень p , применяя неравенство Минковского, имеем:

$$\left(\int_{-\infty}^{+\infty} h^+(x+iy) dx \right)^p \leq \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p + C_\beta(p) \left(\iint_{G^+} d\mu(\zeta) \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\bar{\zeta} - z|} \right)^{\beta+1} dx \right)^p \quad (15)$$

Воспользуемся теоремой о среднем значении.

$$\begin{aligned} h(iR) &= \frac{1}{\pi R^2} \iint_{|\zeta - iR| < R} h(\zeta) dm_2(\zeta) \\ -\infty < \pi R^2 h(iR) &= \iint_{|\zeta - iR| < R} h(\zeta) dm_2(\zeta) = \iint_{|\zeta - iR| < R} [h^+(\zeta) - h^-(\zeta)] dm_2(\zeta) = \\ &= \int_0^{2R} \int_{-R}^R [h^+(\xi + i\eta) - h^-(\xi + i\eta)] d\xi d\eta \\ \int_0^{2R} \int_{-R}^R h^-(\xi + i\eta) d\xi d\eta &= \int_0^{2R} \int_{-R}^R h^+(\xi + i\eta) d\xi d\eta - \pi R^2 h(iR) \leq \\ &\leq \int_0^{2R} \int_{-R}^R h^+(\xi + i\eta) d\xi d\eta + \pi R^2 |h(iR)| \\ \int_0^{2R} \int_{-R}^R |h(\xi + i\eta)| d\xi d\eta &\leq \int_0^{2R} \int_{-R}^R h^+(\xi + i\eta) d\xi d\eta + C \quad (16) \end{aligned}$$

Устремляя R к бесконечности в (16), а также из (15) получим:

$$\begin{aligned} \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p dy &\leq \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} u^+(x+iy) dx \right)^p dy + \\ &+ C_\beta(p) \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\iint_{G^+} d\mu(\zeta) \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{\operatorname{Im} \zeta}{|\bar{\zeta} - z|} \right)^{\beta+1} dx \right)^p dy \end{aligned}$$

Оба интеграла в правой части сходятся. Сходимость первого вытекает из принадлежности функции $u(z)$ классу $SH_\alpha^p(G^+)$, $0 < p < +\infty$, сходимость второго доказана в лемме 5. Следова-

тельно, $\int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} |h(x+iy)| dx \right)^p dy < +\infty$.

То есть $u(z)$ допускает представление (5).

2. Доказательство достаточности непосредственно следует из предыдущего пункта и леммы 5. Теорема доказана.

In this paper we received description of one class of subharmonic functions in a half-plane of complex plane.

The key words: subharmonic function, harmonic function, measure.

Список литературы

1. Джрбашян, А.М. Построение и свойства одного семейства функций типа Бляшке для полуплоскости / А.М. Джрбашян, Г.В. Микаелян // Изв. АН Арм. ССР, Математика, 1980. Т.15, №6. С. 461-474.
2. Аветисян, К.Л. Потенциалы типа Грина и представимость весовых классов субгармонических функций / К.Л. Аветисян // Изв. Нац. АН Армении, Математика, 1995. Т. 30, № 2. С. 98-120.
3. Джрбашян, А.М. Параметрические представления некоторых классов мероморфных функций с неограниченной характеристикой Цудзи / А.М. Джрбашян // Изв. АН Арм. ССР, Математика. 1987. Т. 22, № 5. С. 422-451.
4. Охлупина, О.В. Характеризация некоторых классов субгармонических в круге функций, имеющих степенной рост вблизи единичной окружности / О.В. Охлупина // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2009): Математика. Физика. Биология. Химия. Брянск: РИО БГУ, 2009. 181 с., с. 61-73.
5. Стейн, И.М. Сингулярные интегралы и дифференциальные свойства функций / И.М. Стейн. М.: Мир, 1973.

Об авторе

Охлупина О.В. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

УДК – 517.5

ОПИСАНИЕ КОРНЕВЫХ МНОЖЕСТВ ПЛОСКИХ КЛАССОВ Р.НЕВАНЛИННЫ В УГОЛОВЫХ ОБЛАСТИЯХ КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ

О.В. Приходько

В работе найдено необходимое и достаточное условие на последовательность $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty}$ из угловой области G , при котором существует аналитическая функция из плоского класса Р.Неванлиинны в угловой области комплексной плоскости, нули которой совпадают с заданной последовательностью $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty}$.

Ключевые слова: аналитические функции, односвязная область, единичный круг, угловая область, нулевое множество.

Пусть $D = \{z : |z| < 1\}$ – единичный круг, G – односвязная область комплексной плоскости, ∂G – граница области G . Обозначим через $H(D)$ и $H(G)$ – множества всех функций, аналитических в D и G соответственно. Пусть далее, $\ln^+ x = \max_{x>0} (\ln x, 0)$, φ – конформное отображение единичного круга D на область G , ψ – обратное отображение, $d(w, \partial G)$ – расстояние от точки w до границы ∂G , dm_2 – плоская мера Лебега.

Плоским классом Р.Неванлиинны в круге D назовём класс голоморфных в D функций f , для которых

$$\int_D (1-|z|)^\alpha \ln^+ |f(z)| dm_2(z) < +\infty, \quad \alpha > -1. \quad (1)$$

Этот класс обозначим через $N_\alpha(D)$. В работе [4] (см. также [6]) доказана следующая теорема:

Теорема А. Пусть $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty}$ – последовательность точек из D , расположенных в порядке неубывания их модулей, т.е. $|z_k| \leq |z_{k+1}| \leq \dots$ ($k = 1, 2, \dots$). Тогда для того, чтобы существовала функция F из класса $N_\alpha(D)$, нули которой совпадают с последовательностью $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty}$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие

$$\sum_{k=1}^{+\infty} (1 - |z_k|)^{\alpha+2} < +\infty \quad (2)$$

Естественно возникает вопрос, каким образом геометрические свойства границы области влияют на условие (2) и как можно охарактеризовать нулевые множества класса функций, аналитических в области, граница которой не является гладкой, а имеет разлом в некоторой граничной точке. В этой работе мы устанавливаем, что при исследовании подобных вопросов для угловых областей геометрические свойства границы играют существенную роль.

Введем в рассмотрение плоский класс Р.Неванлиинны в области G комплексной плоскости:

$$N_\alpha(G) = \left\{ f \in H(G) : \int_G d^\alpha(w, \partial G) \ln^+ |f(w)| dm_2(w) < +\infty \right\}. \quad (3)$$

Определение. Пусть G – ограниченная односвязная область комплексной плоскости. Скажем, что G является областью типа (B_n) , если граница области состоит из нескольких гладких дуг,

образующих в точках стыка ненулевые углы раствора $\frac{\pi}{\beta_j}$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Не ограничивая общности, будем предполагать, что $n = 1$ и граница области состоит из двух гладких дуг, образующих в точке стыка $w = 0$ угол раствора $\frac{\pi}{\beta}$. Обозначим эту область через G_β (рис. 1).

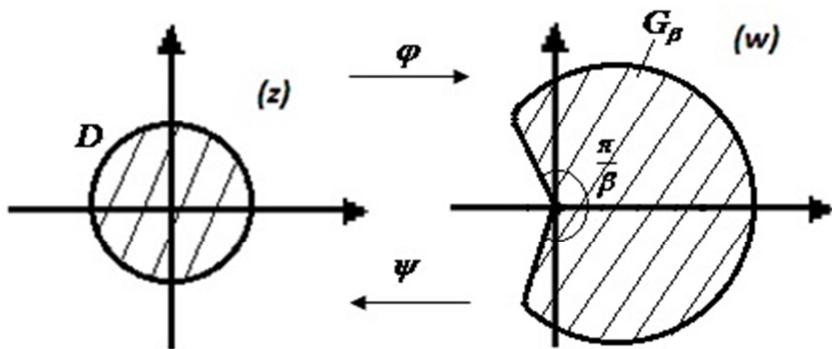


Рис. 1. Угловая область

Основным результатом статьи является доказательство следующей теоремы:

Теорема. Если $f \in N_\alpha(G_\beta)$, $\frac{1}{2} < \beta \leq 1$ и при этом $f(w_k) = 0$, $f(w) \neq 0$ при $w \neq w_k$

$(k = 1, 2, \dots)$, то выполняется условие

$$\sum_{k=1}^{+\infty} (1 - |\psi(w_k)|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}} < +\infty. \quad (4)$$

Обратно: если $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty}$ – произвольная последовательность из G_β , для которой ряд (4) сходится, то можно построить функцию $f \in N_\alpha(G_\beta)$, нули которой совпадают с указанной последовательностью.

Доказательство теоремы основано на нескольких вспомогательных утверждениях.

Лемма 1 (см. [4]). Пусть $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty}$ – последовательность точек из единичного круга D такая, что $\sum_{k=1}^{+\infty} (1 - |z_k|)^{p+1} < +\infty$, $p \in \mathbb{Z}$, $p > 0$, тогда бесконечное произведение

$$\pi_p(z, z_k) = \prod_{k=1}^{+\infty} \left(\frac{\bar{z}_k(z_k - z)}{1 - \bar{z}_k z} \right) \exp \left\{ \sum_{j=1}^p \frac{1}{j} \left(\frac{1 - |z_k|^2}{1 - \bar{z}_k z} \right)^j \right\} \quad (5)$$

равномерно и абсолютно сходится внутри круга D и удовлетворяет оценке:

$$\ln |\pi_p(z, z_k)| \leq C \sum_{k=1}^{+\infty} \left| \frac{1 - |z_k|^2}{1 - \bar{z}_k z} \right|^{p+1}, \quad z \in D. \quad (6)$$

Лемма 2 (см. [1]). Для произвольной односвязной области G комплексной плоскости справедливы следующие оценки

$$|\varphi'(z)| \approx \frac{d(\varphi(z), \partial G)}{1 - |z|}, \quad (7)$$

$$\frac{1}{|\psi'(w)|} \approx \frac{d(w, \partial G)}{1 - |\psi(w)|}. \quad (8)$$

Лемма 3 (см. [5]). Пусть G – некоторая односвязная область на комплексной плоскости, φ – функция, конформно отображающая круг D на область G , $\zeta \in D$, $\alpha > -1$, тогда имеет место оценка:

$$\int_D \frac{(1 - |z|)^\alpha |\varphi'(z)|^{\alpha+2}}{|1 - \bar{\zeta} z|^\gamma} dm_2(z) \leq C \frac{(1 - |\zeta|)^\alpha |\varphi'(\zeta)|^{\alpha+2}}{(1 - |\zeta|)^{\gamma-2}} \quad (9)$$

при условии $\gamma > \alpha + 2$.

Доказательство теоремы 1. Пусть функция $f \in N_\alpha(G_\beta)$, тогда

$$\int_{G_\beta} d^\alpha(w, \partial G_\beta) \ln^+ |f(w)| dm_2(w) < +\infty. \quad (10)$$

В последнем интеграле сделаем замену $w = \varphi(z)$:

$$\int_{G_\beta} d^\alpha(w, \partial G_\beta) \ln^+ |f(w)| dm_2(w) = \int_D d^\alpha(\varphi(z), \partial G_\beta) \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |\varphi'(z)|^2 dm_2(z).$$

Используя оценку (7), получаем:

$$\begin{aligned} \int_D d^\alpha(\varphi(z), \partial G_\beta) \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |\varphi'(z)|^2 dm_2(z) &\approx \\ &\approx \int_D (|\varphi'(z)| (1 - |z|))^\alpha \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |\varphi'(z)|^2 dm_2(z) = \\ &= \int_D (1 - |z|)^\alpha \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |\varphi'(z)|^{\alpha+2} dm_2(z). \end{aligned}$$

Исходя из свойств области G_β (см. [3], С. 392-398), легко видеть, что для отображения φ такого, что $\varphi(i) = 0$, справедливо следующее: $|\varphi(z)| \leq |i - z|^{\frac{1}{\beta}}$ и $|\varphi'(z)| \leq |i - z|^{\frac{1}{\beta}-1}$, тогда

$$\int_D (1 - |z|)^\alpha \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |\varphi'(z)|^{\alpha+2} dm_2(z) \approx \int_D (1 - |z|)^\alpha \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |i - z|^{\left(\frac{1}{\beta}-1\right)(\alpha+2)} dm_2(z).$$

Так как $|i - z|^{\frac{1}{\beta}-1} \geq (1 - |z|)^{\frac{1}{\beta}-1}$ при $0 < \beta \leq 1$, то имеем:

$$\begin{aligned} \int_D (1-|z|)^\alpha \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot |\varphi'(z)|^{\alpha+2} dm_2(z) &\geq \\ \geq \int_D (1-|z|)^\alpha \ln^+ |f(\varphi(z))| \cdot (1-|z|)^{\left(\frac{1}{\beta}-1\right)(\alpha+2)} dm_2(z) & \int_D (1-|z|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}-2} \ln^+ |f(\varphi(z))| dm_2(z), \quad \text{т.е.} \\ \int_{G_\beta} d^\alpha(w, \partial G_\beta) \ln^+ |f(w)| dm_2(w) &\geq \int_D (1-|z|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}-2} \ln^+ |f(\varphi(z))| dm_2(z). \end{aligned}$$

Обозначим $F(z) = f(\varphi(z))$, тогда получаем:

$$\int_D d^\alpha(w, \partial G_\beta) \ln^+ |f(w)| dm_2(w) \geq C \int_D (1-|z|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}-2} \ln^+ |F(z)| dm_2(z).$$

Так как $F \in H(D)$, то из (10) и последнего неравенства следует, что $F \in N_\gamma(D)$, где $\gamma = \frac{\alpha+2}{\beta} - 2$, $\gamma > -1$. Пусть $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty} \subset D$ – последовательность нулей функции $F(z)$, тогда по теореме А точки z_k ($k = 1, 2, \dots$) удовлетворяют условию (2), т.е.

$$\sum_{k=1}^{+\infty} (1-|z_k|)^{\gamma+2} < +\infty \Leftrightarrow \sum_{k=1}^{+\infty} (1-|z_k|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}} < +\infty. \quad (11)$$

Поскольку $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty} \subset G_\beta$ – нули функции $f \in N_\alpha(G_\beta)$ и $z_k = \psi(w_k)$, где $z_k \in D$, $w_k \in G_\beta$ ($k = 1, 2, \dots$), то условие (11) примет вид:

$$\sum_{k=1}^{+\infty} (1-|\psi(w_k)|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}} < +\infty.$$

Первое утверждение теоремы доказано.

Докажем обратное утверждение. Пусть $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty}$ – произвольная последовательность из G_β такая, что выполняется (4). Учитывая, что $z_k = \psi(w_k)$, $z_k \in D$, $w_k \in G_\beta$ ($k = 1, 2, \dots$), из (4) получаем (11), т.е. последовательность $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty}$ удовлетворяет условиям теоремы А, а значит, можно построить функцию F из плоского класса Р.Неванлиинны в D , нули которой совпадают с последовательностью $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty}$. В качестве функции F берем бесконечное произведение вида (5).

Рассмотрим функцию $f(w) = F(\psi(z))$, т.е. получаем бесконечное произведение

$$\pi_p(\psi(w), \psi(w_k)) = \prod_{k=1}^{+\infty} \left(\frac{\overline{\psi(w_k)}(\psi(w_k) - \psi(w))}{1 - \overline{\psi(w_k)} \cdot \psi(w)} \right) \exp \left\{ \sum_{j=1}^p \frac{1}{j} \left(\frac{1 - |\psi(w_k)|^2}{1 - \overline{\psi(w_k)} \cdot \psi(w)} \right)^j \right\}.$$

Покажем, что $\pi_p(\psi(w), \psi(w_k)) \in N_\alpha(G_\beta)$, т.е.

$$\int_{G_\beta} d^\alpha(w, \partial G_\beta) \ln^+ |\pi_p(\psi(w), \psi(w_k))| dm_2(w) < +\infty.$$

В последнем интеграле сделаем замену $w = \varphi(z)$ и учтем, что $\psi(\varphi(z)) = z$, $\psi(\varphi(z_k)) = z_k$:

$$\int_{G_\beta} d^\alpha(w, \partial G_\beta) \ln^+ |\pi_p(\psi(w), \psi(w_k))| dm_2(w) = \int_D d^\alpha(\varphi(z), \partial G_\beta) \ln^+ |\pi_p(z, z_k)| \cdot |\varphi'(z)|^2 dm_2(z)$$

Используя оценки (6)-(9), получаем:

$$\int_D d^\alpha(\varphi(z), \partial G_\beta) \ln^+ |\pi_p(z, z_k)| \cdot |\varphi'(z)|^2 dm_2(z) \leq C \sum_{k=1}^{+\infty} (1-|z_k|^2)^{p+1} \int_D (|\varphi'(z)| (1-|z|))^\alpha \cdot \frac{|\varphi'(z)|^2}{|1 - \overline{z}_k z|^{p+1}} dm_2(z) =$$

$$\begin{aligned}
&= C \sum_{k=1}^{+\infty} \left(1 - |z_k|^2\right)^{p+1} \int_D \frac{(1-|z|)^\alpha |\varphi'(z)|^{\alpha+2}}{|1-\bar{z}_k z|^{p+1}} dm_2(z) \leq C_1 \sum_{k=1}^{+\infty} \left(1 - |z_k|^2\right)^{p+1} \frac{(1-|z_k|)^\alpha |\varphi'(z_k)|^{\alpha+2}}{(1-|z_k|)^{p-1}} \leq \\
&\leq C_2 \sum_{k=1}^{+\infty} (1-|z_k|)^{\alpha+2} |\varphi'(z_k)|^{\alpha+2} = C_2 \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{(1-|\psi(w_k)|)^{\alpha+2}}{|\psi'(w_k)|^{\alpha+2}} \approx \sum_{k=1}^{+\infty} (1-|\psi(w_k)|)^{\frac{\alpha+2}{\beta}} < +\infty.
\end{aligned}$$

Теорема доказана.

The necessary and sufficient condition on sequence $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty}$ from angular domain G is found in work at which there is an analytic function from R. Nevanlinna's flat class in angular domain of a complex plane which zero coincide with the set sequence $\{w_k\}_{k=1}^{+\infty}$.

The key words: analytic functions, simply connected domain, unit disc, angular domain, zero set.

Список литературы

1. Голузин Г.М. Геометрическая теория функций комплексного переменного. М.: Наука, 1966. 628 с.
2. Джрабшян М.М. К проблеме представимости аналитических функций // Сообщение института математики и механики АН АрмССР. 1948. Вып. 2. С. 3-35.
3. Дзядык В.К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. М., Наука, 1977. 512 с.
4. Шамоян Ф.А. О нулях аналитических в круге функций, растущих вблизи его границы // Известия АН АрмССР. 1983. Т.18. №1. С. 215-227.
5. Tkachenko N.M., Shamoyan F.A. The Hardy-Littlewood theorem and the operator of harmonic conjugate in some classes of simply connected domains with rectifiable boundary // Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry. 2009. V.5. №2. PP. 192-210.
6. Djrbshian A.E., Shamoyan F.A. Topics in the theory of A_α^p spaces. Leipzig: BSB Teubner. 1988. 200 p.

Об авторе

Приходько О. В. – ассистент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, fmfolya@rambler.ru.

УДК – 538.911

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ НЕПРЕРЫВНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМ $(InP)_x (InAs)_{1-x}$, $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$.

А.А. Сидоров, Е.В. Старченко, А.А. Матюта

Исследования концентрационных зависимостей параметра кристаллической решетки твердых растворов систем $(InP)_x (InAs)_{1-x}$, $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$ показали отклонение от аддитивных значений как в положительную, так и в отрицательную область. Установлен механизм замещения атомов в кристаллической решетке исследованных твердых растворов, который объясняет выявленное отклонение.

Ключевые слова: кристаллическая решетка, твердый раствор, полупроводники, радиус атома, рентгеновский метод.

Ряд полупроводниковых соединений A^3B^5 образуют непрерывные твердые растворы, которые широко используются для изготовления различного рода приборов опто-микроэлектроники на основе гетеропереходов.

В связи с появлением большого числа методов получения гетероструктур и их разнообразным применением в технических устройствах, возросли требования к точному определению физических параметров сопрягающихся слоев.

Основными факторами, влияющими на свойства слоистых полупроводниковых структур, является степень согласования параметров кристаллических решеток и их концентрационные и температурные зависимости. Рентгенографический метод позволяет с высокой точностью определять указанные параметры.

Целью настоящей работы явилось исследование концентрационной зависимости параметров кристаллической решетки (ПКР) твердых полупроводниковых растворов систем $(InP)_x (InAs)_{1-x}$ и $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$.

Ранее [1] методом длительного отжига смесей порошков полупроводниковых соединений

$(InP)_x (InAs)_{1-x}$ и $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$ вблизи линии солидуса были получены их высокогомогенные твердые растворы с составами $x=0,2$; $x=0,4$; $x=0,6$; $x=0,8$.

На рис. 1а показаны концентрационные зависимости ПКР исследованных твердых полупроводниковых растворов. В выбранном масштабе они достаточно хорошо согласуются с аддитивным правилом Вегарда.

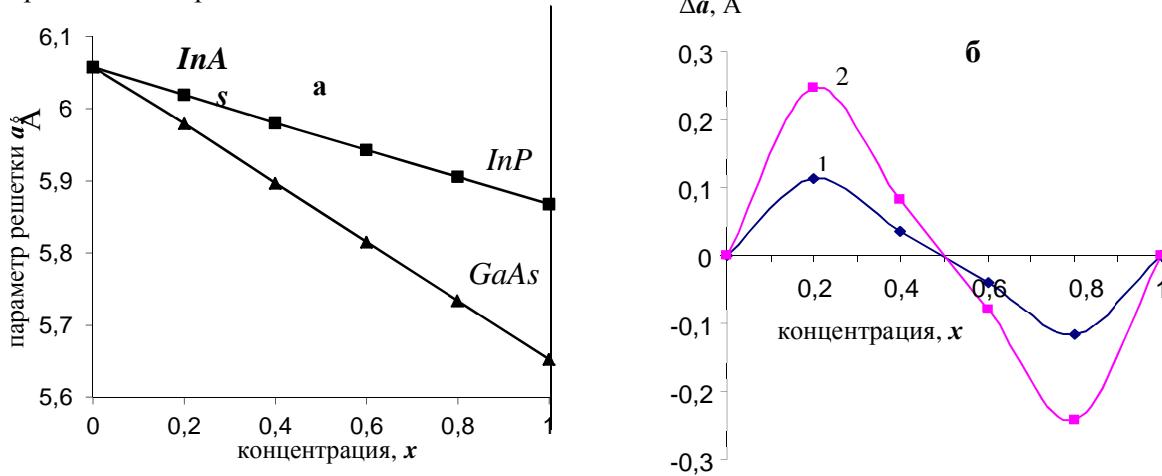


Рис. 1 (а, б). Концентрационные зависимости параметра кристаллической решетки (а) и отклонений параметра решетки Δa от аддитивных значений (б) для систем твердых растворов $(InP)_x (InAs)_{1-x}$ и $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$

Однако, находя разность Δa между аддитивными значениями ПРК и экспериментальными значениями, было установлено отклонение ее в зависимости от состава, как в положительную, так и в отрицательную области (рис. 1б). Полученные зависимости $\Delta a(x)$ до настоящего времени не были объяснены.

Согласно постулату Магнуса и Гольдшмидта [2,4], устойчивой является такая кристаллическая решетка, в которой имеет место касание оболочек шарообразных атомов. Для металлических кристаллов и кристаллов с ковалентными связями, радиусы атомов могут быть определены из параметров кристаллических решеток. Для этого достаточно поделить пополам найденное наикратчайшее межатомное расстояние.

Кристаллическая решетка полупроводниковых соединений InP , $GaAs$, $InAs$ имеет структуру сфалерита (ZnS), в которой четыре атомы третьей группы периодической системы элементов Д.И. Менделеева находятся в вершинах и на гранях куба, а четыре атома пятой группы – на диагоналях куба [3]. Наикратчайшее расстояние между атомами наблюдается между атомами, расположенными на диагоналях куба.

Для объяснения отклонений значений параметров кристаллической решетки от аддитивных значений с позиций радиусов атомов, атомы в десяти элементарных ячейках, расположенные на диагоналях куба, были выстроены в одну цепочку, где шарообразные атомы соприкасались друг с другом. На рис. 2 схематично показаны цепочки атомов исходных компонентов $GaAs$, $InAs$ и их твердых растворов. Общая длина диагонали находилась как сумма радиусов атомов химических элементов, входящих в нее. Радиусы атомов взяты из [5]: $r(P)=1,1\text{\AA}$; $r(As)=1,21\text{\AA}$; $r(In)=1,4\text{\AA}$; $r(Ga)=1,26\text{\AA}$.

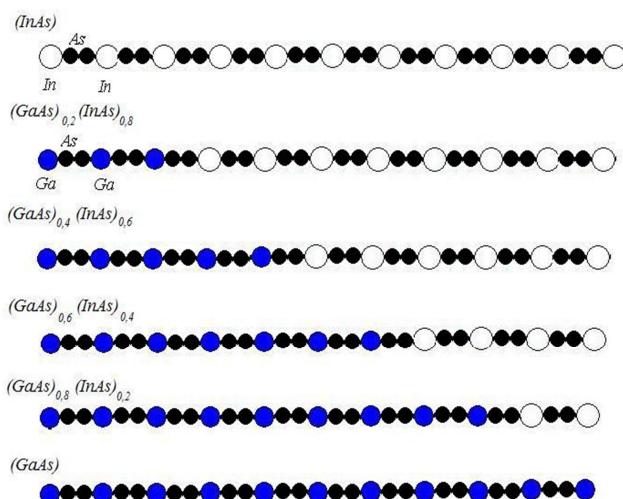


Рис. 2. К методу определения параметров кристаллических решеток в системе твердых растворов $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$

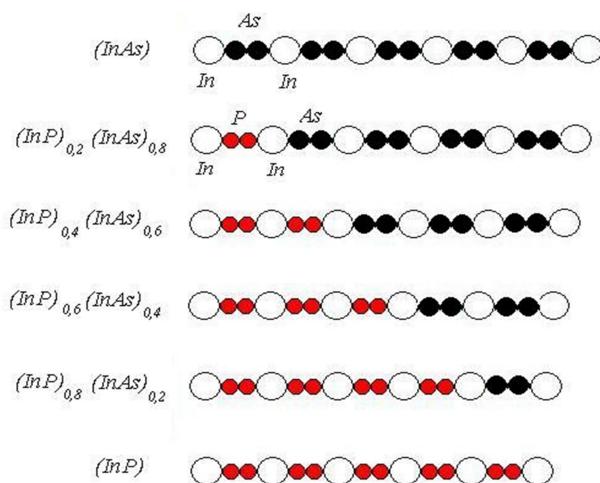
Для получения состава с $x=0,2$ в каждой пятой части цепочки атомы In заменены атомами Ga . Для получения твердого раствора с $x=0,4$ в каждой $2/5$ части цепочки атомы In заменены атомами Ga . Аналогичным образом получаются остальные концентрации. Зная радиусы атомов In , Ga , As находим общую длину цепочки, а затем среднее значение длины одной диагонали D . Параметр кристаллической решетки a определялся из соотношения $D=a\sqrt{3}$.

Результаты расчетов параметров кристаллической решетки твердых растворов системы $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$ и отклонений от аддитивных значений Δa приведены в таблице 1 и на рис. 4.

Таблица 1.

концентрация, x	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
длина цепочки, Å	104,8	103,08	101,88	100,76	99,64	97,8
средняя длина диагонали D , Å	10,48	10,308	10,188	10,076	9,964	9,78
теоретическое значение параметра a , Å решетки, Å	6,058	5,958	5,889	5,824	5,760	5,654
экспериментальные значения параметра a , Å решетки, Å	6,0576	5,9794	5,8964	5,8145	5,7332	5,6520
аддитивное значение параметра решетки, a , Å	6,0576	5,7331	5,8142	5,8954	5,9765	5,6520
$\Delta a = a_{\text{теор.}} - a_{\text{аддит.}}$, Å	0,000	0,225	0,075	-0,071	-0,217	-0,002
$\Delta a = a_{\text{экспер.}} - a_{\text{аддит.}}$, Å	0,000	0,246	0,052	-0,081	-0,243	0,000

В твердых растворах системы $(InP)_x (InAs)_{1-x}$ атомы элементов пятой группы P и As попарно заменяют друг друга на диагоналях куба. Поэтому для получения твердых растворов с процентным содержанием через каждые 20%, достаточно выстроить цепочку из 5 диагоналей, как показано на рис. 5.

Рис.5. К методу определения параметров кристаллических решеток в системе твердых растворов $(InP)_x (InAs)_{1-x}$

Параметры кристаллической решетки и отклонение от аддитивных значений находились аналогично, как для предыдущей системы. Значения приведены в таблице 2 и на рис. 6.

Таблица 2.

концентрация, x	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
длина цепочки, Å	52,4	52,66	51,98	51,3	50,62	50,75
средняя длина диагонали D , Å	10,48	10,532	10,396	10,26	10,124	10,15
теоретическое значение параметра решетки a , Å	6,058	6,088	6,009	5,931	5,852	5,867
экспериментальные значения параметра a , Å решетки, Å	6,0576	6,0190	5,9802	5,9428	5,9052	5,8680
аддитивное значение параметра решетки a , Å	6,0576	5,9059	5,9439	5,9818	6,0197	5,8680
$\Delta a = a_{\text{теор.}} - a_{\text{аддит.}}$, Å	0,000	0,182	0,065	-0,051	-0,168	-0,001
$\Delta a = a_{\text{экспер.}} - a_{\text{аддит.}}$, Å	0,000	0,113	0,006	-0,039	-0,115	0,000

Как видно из приведенных данных, предложенная модель образования твердых растворов приводит к результатам, соответствующим экспериментальным. Наблюданное небольшое различие можно объяснить не достаточно точными значениями радиусов, которые указаны в справочной литературе до сотых долей ангстрема. Как показал расчет, небольшая вариация третьим знаком после запятой приводит к полному соответству теоретических значений с экспериментальными.

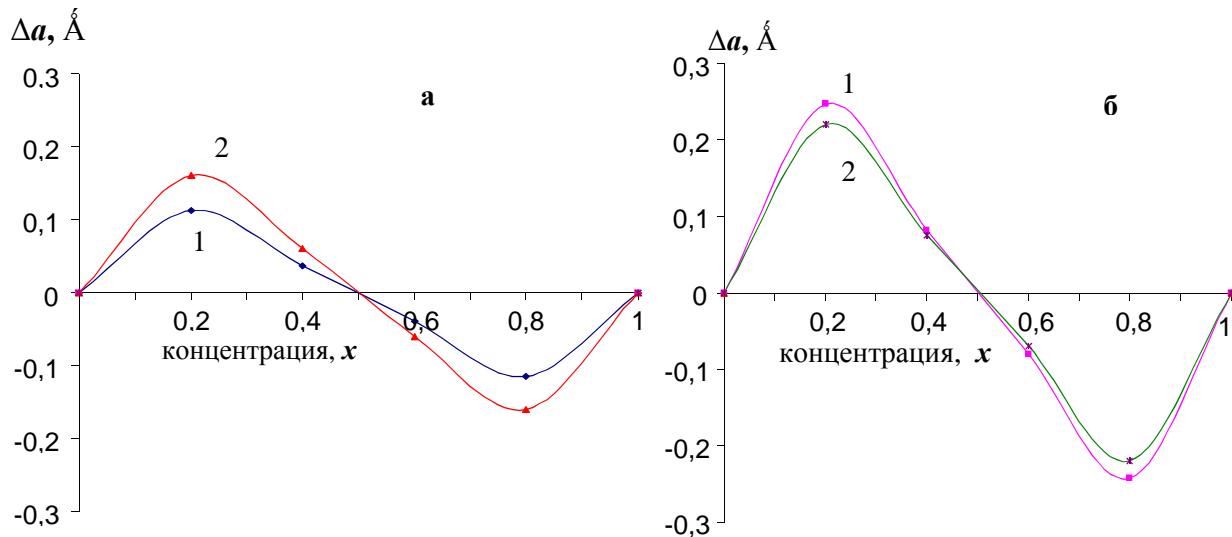


Рис.6. Концентрационные зависимости отклонений параметров кристаллических решеток твердых растворов систем: $(InP)_x (InAs)_{1-x}$ (а); $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$ (б): 1 – эксперимент, 2 – теоретические.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при образовании твердых растворов в кристаллической решетке системы $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$ происходит полная замена атомов *In* на *Ga*, а в системе $(InP)_x (InAs)_{1-x}$ атомов *As* на *P*, в той части элементарных ячеек, составляющих объем твердого раствора, которая определяется концентрацией x . Элементарные ячейки, в которых произошла замена атомов, в среднем равномерно распределены по всему объему кристалла. Рентгенографический метод измерения параметра решетки дает среднее значение параметра кристаллической решетки в замещенных и незамещенных кристаллических структурах заданного состава.

Concentration dependence of lattice parameter of solid solutions of $(InP)_x (InAs)_{1-x}$, $(GaAs)_x (InAs)_{1-x}$ systems was investigated. This study showed deviation from additive values both to positive and negative fields. Mechanism of atoms substitution in crystal lattice was determined. This mechanism explains the revealed deviation.

The key words: crystal lattice, solid solution, semiconductors, atom radius, X-ray method.

Список литературы

1. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. А.А. Сидоров. Брянск, 1987.224 с.
2. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.: Высшая школа, 1982.528 с.
3. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М.: “Государственное издательство физико – математической литературы”, 1961.357с
4. Бокий Г.Б. Кристаллохимия, издательство Московского Университета, 1960.
5. Свойства элементов. В двух частях. Ч. 1. Физические свойства / Под ред. Г.В. Самсоно娃. М.; Металлургия, 1976.600 с.

Об авторах

Сидоров А. А. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Старченко Е. В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Матюта А.А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК 534.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ КУБИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ДИПОЛЬ-ДИПОЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.

А.А. Сидоров, В.Е. Холодовский

В работе исследована применимость модели диполь–дипольного взаимодействия между атомами для кубических кристаллов с ионной, ковалентной и металлическими связями. В рамках этой модели получены формулы, связывающие среднюю частоту в дебаевском фононном спектре, характеристическую температуру θ_D с зарядом валентных электронов, диэлектрической проницаемостью, массой атома и параметром кристаллической решетки. Показано, что расчетные значения характеристических температур для кубических кристаллов с различными типами связи, полученные в модели диполь – дипольного взаимодействия, находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными.

Ключевые слова: диполь–дипольное взаимодействие, характеристическая температура, кубические кристаллы.

Известно, что атомарные и молекулярные силы взаимодействия имеют электрическое происхождение. По способу взаимодействия атомов все кристаллические вещества были разделены на следующие типы: кристаллы с Ван–дер–Ваальсовской связью, ионные, ковалентные, металлические и с водородными связями.

У кристаллов первого типа связь между атомами обеспечивается за счет взаимодействия внутриатомных дипольных моментов, так называемых сил Ван–дер–Ваальса. При движении электронов относительно ядра мгновенное положение центра заряда электронного облака может не совпадать с положением положительно заряженного ядра. В эти моменты у атомов появляется отличный от нуля электрический динамический дипольный момент (ДДМ). При сближении атомов мгновенный дипольный момент одного атома наводит в соседнем атоме другой дипольный момент[1]. Колебания атомов в узлах кристаллической решетки относительно положения равновесия в этом случае приводят к электромагнитному взаимодействию между атомами.

В атомах кристаллов инертных газов с полностью заполненными оболочками распределение электронов и соответственно динамический дипольный момент с эффективным зарядом $q_{\text{эфф}}$ мало отличается от ДДМ уединенного атома. Целью настоящей работы являлось исследование применимости модели диполь – дипольного взаимодействия между атомами для различных типов кубических кристаллов.

Здесь полагаем, что в уединённых атомах других сортов также возникает ДДМ. В кристаллах с другими типами связи при сближении атомов кроме ДДМ происходит обобществление электронов на внешних электронных оболочках, в результате чего возникает дипольный момент с зарядом q , определяемый в основном валентными электронами.

Рассмотрим узел А кристаллической решетки, считая его атомом некоторого вещества. Будем предполагать, что все внутренние электронные оболочки атома жестко связаны с его ядром и колеблются вместе с последним как одно целое. Обозначим через q -заряд, а через M -массу ядра и прилегающих к нему внутренних электронных оболочек. Далее, будем считать внешнюю (валентную) оболочку атома подвижной относительно его ядра и обозначим через m ее массу. Очевидно, полный заряд внешней электронной оболочки равен q .

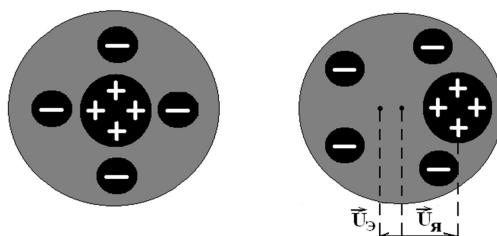


Рис. 1.

Пусть в некоторой момент времени ядро атома А смещено на некоторый вектор \vec{U}_y , а центр заряда внешней электронной оболочки - на вектор \vec{U}_e из положения равновесия, совпадающего с центром рассматриваемого узла, как показано на рисунке 1. Будем исходить из того, что свободные колебания атома (ядро – внешняя электронная оболочка) без учета сил сопротивления описываются системой уравнений:

$$\begin{aligned} m\ddot{\vec{U}}_{\mathcal{E}} &= -c_1\vec{U}_{\mathcal{E}} + d_1\vec{U}_{\text{я}}, \\ M\ddot{\vec{U}}_{\text{я}} &= -c_2\vec{U}_{\text{я}} + d_2\vec{U}_{\mathcal{E}}, \end{aligned} \quad (1)$$

Где коэффициенты c_1, c_2, d_1, d_2 , вообще говоря, зависят от температуры и могут быть тензорами. Поскольку при $T=0$ центр заряда внешней электронной оболочки покойится, а ядро атома А совершает свободные гармонические нулевые колебания, то необходимо считать, что при $T=0, d_1 \equiv 0$, так что система принимает вид:

$$\begin{aligned} m\ddot{\vec{U}}_{\mathcal{E}} &= -c_1\vec{U}_{\mathcal{E}}, \\ M\ddot{\vec{U}}_{\text{я}} &= -c_2\vec{U}_{\text{я}} + d_2\vec{U}_{\mathcal{E}}. \end{aligned} \quad (2)$$

Система (2) описывает свободные колебания центра заряда внешней электронной оболочки атома А и вынужденные колебания ядра, причем вынуждающая сила равна

$$d_2\vec{U}_{\mathcal{E}}.$$

При $T=0, U_{\mathcal{E}}=0$ и система (2) приводит к уравнению, описывающему свободные гармонические нулевые колебания атома:

$$M\ddot{\vec{U}}_{\text{я}} = -c_2\vec{U}_{\text{я}}. \quad (3)$$

Вычислим коэффициент c_2 . Для этого рассмотрим случай, когда ядро атома А смешено по линии, соединяющей центры узлов двух соседних с ним атомов A_1, A_2 , причем атомы A_1, A_2 будем считать находящиеся в своих положениях равновесия, то есть в среднем положении. Отметим, что смещения атомов из положения равновесия пренебрежимо мало по сравнению с расстоянием между ними. Это смещение приводит к увеличению перекрытия орбиталей между атомами A, A_2 и возникновению между ними состояния отталкивания. В результате в атомах A, A_2 наводятся равные, но противоположные дипольные моменты $\pm q\vec{U}_2$. Аналогично, между атомами A_1, A возникает состояние притяжения и наводятся дипольные моменты $\pm q\vec{U}_1$. При этом, очевидно,

$$\vec{U}_1 + \vec{U}_2 = -(\vec{U}_{\text{я}} - \vec{U}_{\mathcal{E}})$$

Действие диполей $q\vec{U}_1, q\vec{U}_2$ на ядро атома A, очевидно, эквивалентно действию диполя $-q\vec{U}_{\text{я}}$ с расстояния a . Кроме того, на ядро атома A действует внутренний дипольный момент $-q\vec{U}_{\text{я}}$. Поэтому суммарная сила, действующая на ядро атома равна:

$$\vec{F}_{\text{я}} = -\frac{2q^2\vec{U}_{\text{я}}}{4\pi\epsilon_0 a^3} - \frac{q^2\vec{U}_{\text{я}}}{4\pi\epsilon_0 \alpha},$$

где a – параметр решетки, а α – поляризуемость атома A. Таким образом,

$$c_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{a^3} + \frac{1}{\alpha} \right)$$

Перепишем уравнение (3) в виде:

$$\ddot{\vec{U}}_{\text{я}} + \omega^2\vec{U}_{\text{я}} = 0.$$

Тогда

$$\omega_c = \sqrt{\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 M} \left(\frac{2}{a^3} + \frac{1}{\alpha} \right)},$$

где ω_c – собственная круговая частота, а $V_c = \omega/2\pi$ – собственная циклическая частота нулевых колебаний узлов кристаллической решетки. По своему смыслу частота V_c должна быть средней в дебаевском фононном спектре, так что

$$\nu_c = \frac{\int_0^{\nu_m} v g(v) dv}{\int_0^{\nu_m} g(v) dv} = \frac{3}{4} \nu_m$$

Критерием оценки жесткости связей между атомами в кристаллах является характеристическая температура $\theta = \frac{h\nu_{\max}}{k}$, откуда:

$$\theta = \frac{4h}{3k} \nu_c = \frac{hq}{3k\pi} \sqrt{\frac{1}{\pi\varepsilon_0 M} \left(\frac{2}{a^3} + \frac{1}{\alpha} \right)}, \quad (4)$$

где h – постоянная Планка, k – постоянная Больцмана.

Как известно, для диэлектрика имеет место следующее соотношение [2]:

$$\alpha = \frac{3(\varepsilon - 1) \cdot V}{4\pi(\varepsilon + 2)},$$

где ε – диэлектрическая проницаемость кристалла, $V = a^3$ – объем элементарной ячейки. Подставив α в формулу (4) и вычислив коэффициенты, приходим к формулам для диэлектриков:

$$\nu_c = 1,474 \cdot 10^{14} q \sqrt{\frac{\varepsilon + 1,42}{Ma^3(\varepsilon - 1)}}, \quad (5)$$

$$\theta = 9,43 \cdot 10^3 q \sqrt{\frac{\varepsilon + 1,42}{Ma^3(\varepsilon - 1)}}. \quad (6)$$

Полагая для металлов $\varepsilon = \infty$, получаем формулы для металлов:

$$\theta = 9,43 \cdot 10^3 q \sqrt{\frac{1}{Ma^3}}, \quad (7)$$

$$\nu_c = 1,474 \cdot 10^{14} q \sqrt{\frac{1}{Ma^3}}. \quad (8)$$

где a измеряется в ангстремах, а M – в атомных единицах, а q – в единицах заряда электрона.

В таблице 1 приведены расчетные значения характеристической температуры по формулам (6), (7) и экспериментальные, литературные данные (при комнатной температуре).

Как видно из таблицы, модель диполь – дипольного взаимодействия дает хорошие результаты для кристаллов ионных и с ковалентными связями. Для металлических кристаллов расчетные значения характеристической температуры несколько завышены. Это говорит о том, что не все валентные электроны участвуют только в диполь – дипольном взаимодействии, часть из них переходит в зону проводимости. Для кристаллов инертных газов на основе экспериментальных данных ε и рассчитаны эффективные заряды ДДМ. Полученные данные свидетельствуют о применимости модели диполь – дипольного взаимодействия ко всем типам кристаллов.

Таблица 1

Вещество	M (Mcp) A.e.	a , Å (тип)	ε [3,4]	q	θ д, К [3,4]	θ рас., К (θ рас, сп.)
Ne	20,18	4,463 (ГЦК)	1,19	0,091	75	75
Ar	39,95	5,311 (ГЦК)	1,64	0,345	92	92
Kr	83,80	5,709 (ГЦК)	1,8	0,475	72	71
LiF	(12,96)	4,026 (NaCl)	8,6	2	735	745
NaF	(20,99)	4,623 (NaCl)	6	2	496	505
NaCl	(29,22)	5,640 (NaCl)	5,78	2	322	320
C _{алм}	12,01	3,567 (алм.)	5,7	4	1860	1986
Si	28,09	5,431 (алм.)	11,8	4	645	624
Ge	72,59	5,657 (алм.)	16	4	380	354
GaAs	72,32	5,653 (сфал.)	12	4	362	365

InAs	94,86	6,058 (сфал.)	12,5	4	280	286
GaP	50,35	5,450 (сфал.)	10	4	483	471
Li	6,94	3,516 (ОЦК)		1	370	543
Na	22,99	4,291 (ОЦК)		1	160	221
K	39,10	5,344 (ОЦК)		1	90	122
Cu	63,54	3,615 (ГЦК)		2	343	344
Rb	85,47	5,710 (ОЦК)		1	55	75
Ca	40,08	5,582 (ГЦК)		2	220	226
Sr	87,82	6,085 (ГЦК)		2	129	134
Al	26,99	4,0459 (ГЦК)		2	430	447
Fe	55,84	2,867 (ОЦК)		2	470	520

The paper investigates the applicability of the model of dipole-dipole interaction between atoms for cubic crystals with ionic, covalent and metallic bonds. Within the framework of this model formulae are derived which relate the average frequency in the Debye spectrum, characteristic temperature θ_D with the charge of valence electrons, dielectric permeability, atomic mass and crystal lattice parameter. It is shown that the calculated values of characteristic temperatures for cubic crystals with various types of bonds obtained within the dipole-dipole interaction model are in a good agreement with experimental data.

The key words: dipole-dipole interaction, characteristic temperature, cubic crystals.

Список литературы

1. Киттель. Введение в физику твёрдого тела. М., 1978. 792с.
2. Н.Ашкрофт, Н.Мермин. Физика твёрдого тела т.2
3. Акустические кристаллы. Справочник под ред. М.П. Шаскольской. М., 1982.
4. Свойства элементов. Часть1. Справочник под ред. Г.В. Самсонова. М., 1976.

Об авторах

Сидоров А. А. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Холодовский В. Е. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 512.542

КРИТИЧЕСКИЕ n -КРАТНО ω -ВЕЕРНЫЕ ФОРМАЦИИ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

М.М. Сорокина, М.А. Корпачева

Рассматриваются только конечные группы. Пусть H - некоторый класс групп. n -кратно ω -веерная формация F с направлением δ называется $H_{\omega_n \delta}$ -критической формацией или, иначе, минимальной n -кратно ω -веерной не H -формацией с направлением δ , если $F \not\subseteq H$, но все собственные n -кратно ω -веерные подформации с направлением δ из F в классе H содержатся. В настоящей работе изучаются критические n -кратно ω -веерные формации конечных групп с br -направлением и критические n -кратно ω -веерные формации конечных групп с br -направлением.

Ключевые слова: конечная группа, формация групп, ω -веерная формация, направление ω -веерной формации, n -кратно ω -веерная формация, H_θ -критическая формация.

В теории формаций конечных групп к настоящему времени наиболее изученными являются локальные формации, введенные в рассмотрение Гашюцем в 1963 году [1]. При построении и изучении локальных формаций существенную роль играют функциональные методы. В 1984 году Л.А. Шеметковым были введены в рассмотрение ω -локальные формации [2], которые показали новые возможности использования функций при изучении классов конечных групп. В 1999 году В.А. Ведерниковым была введена в рассмотрение концепция частичной веерности, в основе которой был предложен принципиально новый функциональный подход к исследованию классов групп [3]. При этом, понятие ω -веерной формации явилось естественным обобщением понятия ω -локальной формации.

Другим важным обобщением понятия локальности является понятие кратной локальности, введенное в рассмотрение А.Н. Скибой в 1987 году [4]. Многочисленные результаты исследований в данном направлении представлены в монографии А.Н. Скибы «Алгебра формаций» [5]. Изучением кратно ω -локальных формаций занимались Л.А. Шеметков, А.Н. Скиба, В.Г. Сафонов, И.Н. Сафонова, Н.Г. Жевнова и др. (см., например, [6]). В данной работе изучаются кратно ω -веерные формации конечных групп.

В 1980 году Л.А. Шеметковым на VI Всесоюзном симпозиуме по теории групп была поставлена общая проблема изучения H_θ -критических формаций, где H - класс групп, θ - некоторая непустая совокупность формаций [7]. В серии работ (см., например, [8]) А.Н. Скибой получено решение этой проблемы в случае, когда θ - совокупность всех локальных формаций, а $H \in \theta$ - формация классического типа. Исследованием критических ω -локальных формаций занимались А.Н. Скиба, В.М. Селькин, И.Н. Сафонова и др. (см., например, [9-10]). Настоящая работа посвящена исследованию критических n -кратно ω -веерных формаций конечных групп двух видов направлений. Предварительные результаты данных исследований были анонсированы в [11].

Рассматриваются только конечные группы. Основные определения и обозначения можно найти в [5, 12-13]. Приведем лишь некоторые из них. Запись $G=[A]B$ означает, что группа G есть полупрямое произведение своих подгрупп A и B , где A - нормальная подгруппа группы G . Монолитической группой называется группа, имеющая единственную минимальную нормальную подгруппу (монолит). Пусть \mathbb{P} - множество всех простых чисел, ω - непустое подмножество множества \mathbb{P} , G_ω - класс всех ω -групп, то есть таких групп G , что $\pi(G) \subseteq \omega$, где $\pi(G)$ - множество всех простых делителей порядка группы G ; $G_{q'}$ - класс всех q' -групп; S_{cp} - класс всех групп, у которых каждый главный p -фактор централен. Через G_{Z_p} обозначается класс всех Z_p -групп, то есть таких групп G , что $K(G) \cap (Z_p) = \emptyset$, где $K(G)$ - класс всех групп, изоморфных композиционным факторам группы G , (Z_p) - класс групп, порожденный простой p -группой Z_p . Пусть H и F - классы групп. Тогда $HF = (G : G)$ имеет нормальную подгруппу $N \in H$ с $G/N \in F$. Через G_F обозначается F -радикал группы G , где F - непустой класс Фиттинга. $O_p(G)$, $O_\omega(G)$, $F_{cp}(G)$ - N_p -радикал, G_ω -радикал и S_{cp} -радикал группы G соответственно. Функции $f: \omega \cup \{\omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, $g: \mathbb{P} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, $\delta: \mathbb{P} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$ называются соответственно ωF -функцией, $\mathbb{P}F$ -функцией и $\mathbb{P}FR$ -функцией. Формация $\omega F(f, \delta) = (G: G/O_\omega(G) \in f(\omega) \text{ и } G/G_{\delta(p)} \in f(p) \text{ для всех } p \in \omega \cap \pi(G))$ называется ω -веерной формацией с ω -спутником f и направлением δ ; формация $F(g, \delta) = (G: G/G_{\delta(p)} \in g(p) \text{ для всех } p \in \pi(G))$ называется веерной формацией со спутником g и направлением δ [12]. Направление δ ω -веерной формации называется b -направлением, если $\delta(q)N_q = \delta(q)$ для любого $q \in \mathbb{P}$; p -направлением, если $G_q\delta(q) = \delta(q)$ для любого $q \in \mathbb{P}$; r -направлением, если $G_{Z_q}\delta(q) = \delta(q)$ для любого $q \in \mathbb{P}$. Направление δ называется $x_1x_2\dots x_n$ -направлением, если δ является x_i -направлением для любого $i=1,\dots,n$. Через δ_0 обозначается направление ω -полной формации, то есть $\delta_0(p) = G_p$ для всех $p \in \mathbb{P}$; через δ_1 обозначается направление ω -локальной формации, то есть $\delta_1(p) = G_p N_p$ для всех $p \in \mathbb{P}$; через δ_2 обозначается направление ω -специальной формации, то есть $\delta_2(p) = G_{Z_p} N_p$ для всех $p \in \mathbb{P}$; через δ_3 обозначается направление ω -центральной формации, то есть $\delta_3(p) = S_{cp}$ для всех $p \in \mathbb{P}$ [13]. Пусть ψ_1 и ψ_2 - произвольные ωF -функции ($\mathbb{P}F$ -функции, $\mathbb{P}FR$ -функции). Говорят, что $\psi_1 \leq \psi_2$, если $\psi_1(p) \subseteq \psi_2(p)$ для всех $p \in \omega \cup \{\omega'\}$ (для всех $p \in \mathbb{P}$) [12].

Пусть δ - произвольная $\mathbb{P}FR$ -функция, $n \in \mathbb{N} \cup \{0\}$. Всякую формацию считают 0-кратно ω -веерной (веерной) с направлением δ . При $n \neq 0$ формация F называется n -кратно ω -веерной (веерной) с направлением δ , если F имеет хотя бы один $\omega_{(n-1)}$ -спутник (($n-1$)-спутник), то есть такой ω -спутник (спутник), все значения которого являются $(n-1)$ -кратно ω -веерными (веерными) формациями с направлением δ . $\omega_{(n-1)}$ -спутник (($n-1$)-спутник) f n -кратно ω -веерной (веерной) формации с направлением δ называется минимальным $\omega_{(n-1)}$ -спутником (($n-1$)-спутником), если $f \leq h$ для всякого $\omega_{(n-1)}$ -спутника (($n-1$)-спутника) h формации F . Через $\omega F(X, \delta)$ ($F(X, \delta)$) обозначается ω -веерная (веерная) формация с направлением δ , порожденная множеством групп X ; $\omega F_n(X, \delta)$ ($F_n(X, \delta)$) - n -кратно ω -веерная (веерная) формация с направлением δ , порожденная множеством групп X [13].

Пусть H - некоторый класс групп. n -кратно ω -веерная (веерная) формация F с направлением δ называется $H_{\omega, \delta}$ -критической ($H_{n, \delta}$ -критической) формацией или, иначе, минимальной n -кратно ω -веерной (веерной) не H -формацией с направлением δ , если $F \not\subseteq H$, но все собственные n -кратно ω -веерные (веерные) подформации с направлением δ из F в классе H содержатся.

Доказательство следующей леммы проводится аналогично доказательству теоремы 5 [12].

Лемма 1. Пусть $n \in \mathbb{N}$, X - непустой класс групп, $F = \omega F_n(X, \delta)$, где $\delta_0 \leq \delta$. Тогда формация F обладает единственным минимальным $\omega_{(n-1)}$ -спутником f таким, что $f(\omega) = \omega F_{(n-1)}((G/O_\omega(G) : G \square X), \delta)$, $f(p) = \omega F_{(n-1)}((G/G_{\delta(p)} : G \square X), \delta)$ для всех $p \in \omega \cap \pi(X)$, $f(p) = \emptyset$, если $p \in \omega \setminus \pi(X)$.

Следствие 1. Пусть $n \in \mathbb{N}$, F_i - n -кратно ω -веерная формация с направлением δ , где $\delta_0 \leq \delta$, и f_i - минимальный $\omega_{(n-1)}$ -спутник формации F_i , $i=1,2$. Тогда $F_1 \subseteq F_2$ в том и только в том случае, когда $f_1 \leq f_2$.

1. Критические n -кратно ω -веерные формации с b -направлением

Теорема 1. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - b -направление ω -веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H - непустая ω -веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним ω -спутником h , F - n -кратно ω -веерная формация с направлением δ и минимальным $\omega_{(n-1)}$ -спутником f . Если формация F является $H_{\omega, \delta}$ -критической, то $F = \omega F_n(G, \delta)$, где G -

монолитическая группа с монолитом $P=G^H$ таким, что если $\pi(P) \subseteq \omega$, то формация $f(p)$ является $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической для некоторого $p \in \pi(P)$, а если $\pi(P) \not\subseteq \omega$, то $f(\omega')$ является $h(\omega')_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической формацией.

Доказательство. Пусть $F - H_{\omega_n\delta}$ -критическая формация и G - группа наименьшего порядка из $F \setminus H$. Тогда G является монолитической группой с монолитом $P=G^H$ и $F=\omega F_n(G, \delta)$. Так как δ является p -направлением, то $\delta_0 \leq \delta$, и, согласно лемме 1, $f(\omega')=\omega F_{(n-1)}((G/O_\omega(G)), \delta)$, $f(p)=\omega F_{(n-1)}((G/G_{\delta(p)}), \delta)$, для всех $p \in \omega \cap \pi(G)$ и $f(p)=\emptyset$, если $p \in \omega \setminus \pi(G)$. Поскольку δ является bp -направлением, удовлетворяющим условию $\delta_1 \leq \delta \leq \delta_3$, то по теореме 6 [13] $h(\omega')=H$ и для любого $p \in \omega$ справедливо $h(p)=N_p h(p)=N_p h_1(p)$, где h_1 - произвольный внутренний ω -спутник формации H .

Пусть $\pi(P) \subseteq \omega$. Предположим, что $f(q) \subseteq h(q)$ для любого $q \in \pi(P)$. Тогда из $G \in F$ следует $G/G_{\delta(q)} \in f(q) \subseteq h(q)$ для всех $q \in \pi(P)$. Кроме того, $G/P \in H$ и, ввиду $P \subseteq O_\omega(G)$, имеем $G/O_\omega(G) \cong (G/P)/(O_\omega(G)/P) \in H = h(\omega')$. Согласно лемме 2 [13] $G \in H$, что невозможно. Поэтому существует такое $p \in \pi(P)$, что $f(p) \not\subseteq h(p)$. Покажем, что формация $f(p)$ является $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической.

Рассмотрим случай, когда $h(p)=\emptyset$. Покажем, что $Z_p \notin H$. Пусть h_2 - минимальный ω -спутник формации H . Допустим, что $p \in \pi(H)$. Тогда по теореме 5 [12] $h_2(p) \neq \emptyset$ и поэтому $h(p)=N_p h_2(p) \neq \emptyset$. Противоречие. Следовательно, $p \notin \pi(H)$ и $Z_p \notin H$. Так как $p \in \pi(G) \cap \omega$, то $f(p) \neq \emptyset$. Ввиду леммы 7 [13], $Z_p \in N_p \subseteq N_p f(p) \subseteq F$. Таким образом, $Z_p \in F \setminus H$ и $G=Z_p$. Поскольку δ является b -направлением, то $\delta(p)N_p=\delta(p)$ и $Z_p \in N_p \subseteq \delta(p)$. Тогда $(Z_p)_{\delta(p)}=Z_p$ и $f(p)=\omega F_{(n-1)}((Z_p/(Z_p)_{\delta(p)}), \delta)=(1)$. Тем самым установлено, что формация $f(p)$ является $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической.

Пусть теперь $h(p) \neq \emptyset$ и M - собственная $(n-1)$ -кратно ω -веерная подформация с направлением δ из $f(p)$. Предположим, что $M \not\subseteq h(p)$ и M - группа минимального порядка из $M \setminus h(p)$. Тогда M является монолитической группой с монолитом $R=M^{h(p)}$. Допустим, что $R \subseteq O_p(M)$. Тогда $M \in N_p h(p)=h(p)$, что невозможно. Следовательно, $O_p(M)=1$ и по лемме 18.8 [14] существует точный неприводимый $F_p[M]$ -модуль K . Пусть $T=[K]M$. Тогда группа T монолитична с монолитом $K=C_T(K)$. Покажем, что $T_{\delta(p)}=K$. Поскольку δ является b -направлением, то $K \in N_p \subseteq \delta(p)N_p=\delta(p)$ и $K \subseteq T_{\delta(p)}$. С другой стороны, $\delta_3(p)=S_{cp}$ и $T_{\delta_3(p)}=F_{cp}(T) \subseteq C_T(K)=K$. Так как $\delta \leq \delta_3$, то $T_{\delta(p)} \subseteq F_{cp}(T)$, и значит, $T_{\delta(p)} \subseteq K$. Следовательно, $T_{\delta(p)}=K$. Так как $T/K \cong M \in M$, то, ввиду леммы 7 [13], $T \in N_p M \subseteq N_p f(p) \subseteq F$. Поэтому $\omega F_n(T, \delta) \subseteq F$. Если $f(p)=\omega F_{(n-1)}((T/T_{\delta(p)}), \delta)=\omega F_{(n-1)}((T/K), \delta)=\omega F_{(n-1)}(M, \delta) \subseteq M$, что невозможно. Поэтому $\omega F_{(n-1)}(T, \delta) \subseteq F$, и значит, $\omega F_{(n-1)}(T, \delta) \subseteq H$. Тогда $M \cong T/K=T/T_{\delta(p)} \in h(p)$. Противоречие. Следовательно, $M \subseteq h(p)$ и формация $f(p)$ является $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической.

Пусть $\pi(P) \not\subseteq \omega$. Покажем, что в этом случае $f(\omega')$ - $h(\omega')_{\omega_{n-1}\delta}$ -критическая формация. Так как $P \not\subseteq O_\omega(G)$, то $O_\omega(G)=1$ и $f(\omega')=\omega F_{(n-1)}(G/O_\omega(G), \delta)=\omega F_{(n-1)}(G, \delta) \not\subseteq H=h(\omega')$. Пусть M - собственная $(n-1)$ -кратно ω -веерная подформация с направлением δ из $f(\omega')$ и $M_1=\omega F_n(M, \delta)$. Из $M \subseteq f(\omega') \subseteq F$ получаем $M_1 \subseteq F$. Допустим, что $M_1=F$. Тогда $f(\omega')=\omega F_{(n-1)}((M/O_\omega(M)) : M \in M, \delta) \subseteq M$. Противоречие. Следовательно, $M_1 \subseteq F$, и $M_1 \subseteq H$. Поэтому $M \subseteq H=h(\omega')$ и формация $f(\omega')$ является $h(\omega')_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической. Теорема доказана.

Следствие 2. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - bp -направление веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H - непустая веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним спутником h , F - n -кратно веерная формация с направлением δ и минимальным $(n-1)$ -спутником f . Если формация F является $H_{n\delta}$ -критической, то $F=F_n(G, \delta)$, где G - монолитическая группа с монолитом $P=G^H$ таким, что формация $f(p)$ является $h(p)_{(n-1)\delta}$ -критической для некоторого $p \in \pi(P)$.

Теорема 2. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - bp -направление ω -веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H - непустая n -кратно ω -веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним ω -спутником h , $F=\omega F_n(G, \delta)$ - формация с минимальным $\omega_{(n-1)}$ -спутником f , где G - монолитическая группа с монолитом $P=G^H$ таким, что если $\pi(P) \cap \omega \neq \emptyset$, то $\Phi(G)=1$, $\pi(P)=\{p\}$ и формация $f(p)$ является $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической, а если $\pi(P) \cap \omega=\emptyset$, то $f(\omega')$ является $h(\omega')_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической формацией. Тогда формация F является $H_{\omega_n\delta}$ -критической.

Доказательство. Поскольку $P=G^H$, то $F \not\subseteq H$. Пусть B - собственная n -кратно ω -веерная подформация с направлением δ из F и b - ее минимальный $\omega_{(n-1)}$ -спутник. По следствию 1 $b \leq f$. Покажем, что $b \leq h$. Отметим, что так как H - непустая n -кратно ω -веерная формация, то по определению H обладает хотя бы одним $\omega_{(n-1)}$ -спутником. Пусть g - минимальный $\omega_{(n-1)}$ -спутник формации H . Ввиду леммы 1, g является внутренним ω -спутником формации H .

I. Покажем, что $b(p) \subseteq h(p)$ для любого $p \in \omega$.

1) Пусть $p \in \omega \setminus \pi(G)$. Тогда $f(p)=\emptyset$, и значит, $b(p)=\emptyset \subseteq h(p)$.

2) Пусть $p \in \omega \cap \pi(G)$. Рассмотрим случай, когда $p \in (\pi(G) \cap \omega) \setminus \pi(P)$. Так как $P \in G_p \subseteq G_p \delta(p)=\delta(p)$, то, ввиду леммы 1 [13], $(G/P)_{\delta(p)}=G_{\delta(p)}/P$ и $b(p) \subseteq f(p)=\omega F_{(n-1)}(G/G_{\delta(p)}, \delta)=\omega F_{(n-1)}(((G/P)/(G_{\delta(p)}/P)), \delta)=\omega F_{(n-1)}(G/G_{\delta(p)}, \delta)=\omega F_{(n-1)}(G, \delta)=\omega F_n(G, \delta)=F$.

${}_1(((G/P)/(G/P)_{\delta(p)}), \delta) \subseteq g(p) \subseteq h(p)$. Таким образом, $b(p) \subseteq h(p)$.

Пусть $p \in \pi(P)$. Тогда $\pi(P) \cap \omega \neq \emptyset$ и по условию $\pi(P) = \{p\}$, т.е. P – абелева p -группа. Покажем, что $G_{\delta(p)} = P$. С одной стороны, $P \in N_p \subseteq \delta(p)N_p = \delta(p)$, и значит, $P \subseteq G_{\delta(p)}$. С другой стороны, $P = F_{cp}(G)$. Действительно, так как по условию $\Phi(G) = 1$, то $G = [P]L$. Допустим, что $F_{cp}(G) \cap L = L_1 \neq 1$. Тогда $L_1 \subseteq C_G(P)$ и $N_G(L_1) = G$, что, ввиду монолитичности группы G , невозможно. Следовательно, $L_1 = 1$ и $P = F_{cp}(G)$. Так как $\delta \leq \delta_3$, то $G_{\delta(p)} \subseteq F_{cp}(G) = P$. Таким образом, $G_{\delta(p)} = P$. Предположим, что $b(p) = f(p)$. Тогда $G/P = G/G_{\delta(p)} \in f(p) = b(p)$ и по лемме 7 [13] $G \in N_p b(p) \subseteq B$. Отсюда получаем $F = \omega F_n(G, \delta) \subseteq B$. Противоречие. Следовательно, $b(p) \subseteq f(p)$, и в силу $h(p) \omega_{n-1} \delta$ -критичности формации $f(p)$, имеем $b(p) \subseteq h(p)$.

Из 1) и 2) следует, что $b(p) \subseteq h(p)$ для любого $p \in \omega$.

II. Покажем, что $b(\omega') \subseteq h(\omega')$. Если $\pi(P) \cap \omega \neq \emptyset$, то по условию $\pi(P) = \{p\}$ и поэтому $P \subseteq O_\omega(G)$. Так как $H = h(\omega')$, то формация H является $(n-1)$ -кратно ω -веерной с направлением δ . Тогда $b(\omega') \subseteq f(\omega') = \omega F_{(n-1)}(G/O_\omega(G), \delta) = \omega F_{(n-1)}((G/P)/(O_\omega(G)/P), \delta) \subseteq H = h(\omega')$. Пусть $\pi(P) \cap \omega = \emptyset$. Тогда по условию формация $f(\omega')$ является $h(\omega') \omega_{n-1} \delta$ -критической. Предположим, что $b(\omega') = f(\omega')$. Так как $P \notin O_\omega(G)$, то $G \in \omega F_{(n-1)}(G, \delta) = \omega F_{(n-1)}((G/O_\omega(G)), \delta) = f(\omega') = b(\omega') \subseteq B$, что невозможно. Следовательно, $b(\omega') \subset f(\omega')$ и поэтому $b(\omega') \subseteq h(\omega')$.

Из I и II следует, что $b \leq h$, и значит, $B \subseteq H$. Тем самым установлено, что формация F является $H \omega_n \delta$ -критической. Теорема доказана.

Следствие 3. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - bp -направление веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H – непустая n -кратно веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним спутником h , $F = F_n(G, \delta)$ - формация с минимальным $(n-1)$ -спутником f , где G - монолитическая группа с монолитом $P = G^H$, $\Phi(G) = 1$, $\pi(P) = \{p\}$ и формация $f(p)$ является $h(p) \omega_{(n-1)} \delta$ -критической. Тогда формация F является $H \omega_n \delta$ -критической.

Замечание 1. Направления $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ соответственно ω -локальной, ω -специальной и ω -центральной формаций являются bp -направлениями, причем $\delta_1 \leq \delta_2 \leq \delta_3$. Поэтому в качестве следствий из теорем 1 и 2 получаем результаты для n -кратно ω -локальных, n -кратно ω -специальных и n -кратно ω -центральных формаций конечных групп. Отметим, что, как показано в [13], на отрезке $[\delta_1, \delta_2]$ содержится бесконечное линейно упорядоченное множество попарно ω -неэквивалентных bp -направлений веерных формаций.

2. Критические n -кратно ω -веерные формации с br -направлением

Теорема 3. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - br -направление ω -веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H – непустая ω -веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним ω -спутником h , F - n -кратно ω -веерная формация с направлением δ и минимальным $\omega_{(n-1)}$ -спутником f . Если формация F является $H \omega_n \delta$ -критической, то $F = \omega F_n(G, \delta)$, где G - монолитическая группа с монолитом $P = G^H$ таким, что если $\pi(P) \subseteq \omega$, то $\pi(P) = \{p\}$ и формация $f(p)$ является $h(p) \omega_{n-1} \delta$ -критической, а если $\pi(P) \not\subseteq \omega$, то $f(\omega')$ является $h(\omega') \omega_{n-1} \delta$ -критической формацией.

Доказательство. Так как всякое r -направление является p -направлением, то, согласно теореме 1, $F = \omega F_n(G, \delta)$, где G - монолитическая группа с монолитом $P = G^H$ таким, что если $\pi(P) \subseteq \omega$, то формация $f(p)$ является $h(p) \omega_{n-1} \delta$ -критической для некоторого $p \in \pi(P)$, а если $\pi(P) \not\subseteq \omega$, то $f(\omega')$ является $h(\omega') \omega_{n-1} \delta$ -критической формацией.

Пусть $\pi(P) \subseteq \omega$. Покажем, что $\pi(P) = \{p\}$. Предположим, что $|\pi(P)| > 1$. Тогда $P \in G_{Zq'}$ для любого $q \in \pi(P)$. Так как δ - r -направление, то по лемме 1 [13] $(G/P)_{\delta(q)} = G_{\delta(q)}/P$ и $G/G_{\delta(q)} \cong (G/P)/(G_{\delta(q)}/P) = (G/P)/(G/P)_{\delta(q)} \in h(q)$ для всех $q \in \pi(P) = \pi(P) \cap \omega$. Поскольку $P \subseteq O_\omega(G)$, то $G/O_\omega(G) \cong (G/P)/(O_\omega(G)/P) \in H = h(\omega')$. Тогда, согласно лемме 2 [13], $G \in H$. Противоречие. Таким образом, $|\pi(P)| = 1$ и $\pi(P) = \{p\}$. Теорема доказана.

Следствие 4. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - br -направление веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H – непустая веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним спутником h , F - n -кратно веерная формация с направлением δ и минимальным $(n-1)$ -спутником f . Если формация F является $H \omega_n \delta$ -критической, то $F = F_n(G, \delta)$, где G - монолитическая группа с монолитом $P = G^H$, $\pi(P) = \{p\}$ и формация $f(p)$ является $h(p) \omega_{(n-1)} \delta$ -критической.

Теорема 4. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - br -направление ω -веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H – непустая n -кратно ω -веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним ω -спутником h , $F = \omega F_n(G, \delta)$ - формация с минимальным $\omega_{(n-1)}$ -спутником f , где G - монолитическая группа с монолитом $P = G^H$ таким, что если $\pi(P) \subseteq \omega$, то $\Phi(G) = 1$ и формация $f(p)$ является $h(p) \omega_{n-1} \delta$ -критической, а если $\pi(P) \not\subseteq \omega$, то $f(\omega')$ является $h(\omega') \omega_{n-1} \delta$ -критической формацией. Тогда F является $H \omega_n \delta$ -критической формацией.

Доказательство. Поскольку $P = G^H$, то $F \not\subseteq H$. Пусть B – собственная n -кратно ω -веерная подформация с направлением δ из F и b - ее минимальный $\omega_{(n-1)}$ -спутник, g – минимальный $\omega_{(n-1)}$ -спутник

формации H . По следствию 1 $b \leq f$. Покажем, что $b \leq h$.

I. Установим, что $b(p) \subseteq h(p)$ для любого $p \in \omega$. 1) Пусть $p \in \omega \setminus \pi(G)$. Тогда $b(p) = \emptyset \subseteq h(p)$.

2) Пусть $p \in \omega \cap \pi(G)$. Рассмотрим случай, когда $p \in (\pi(G) \cap \omega) \setminus \pi(P)$. Так как $P \in G_{Z_p} \subseteq G_{Z_p} \delta(p) = \delta(p)$, то, ввиду леммы 1 [13], $b(p) \subseteq f(p) = \omega F_{(n-1)}(((G/P)/(G/P)_{\delta(p)}), \delta) \subseteq g(p) \subseteq h(p)$. Таким образом, $b(p) \subseteq h(p)$.

Пусть $p \in \pi(P)$. Если P - неабелева pd -группа, то $P \in G_{Z_p}$ и по лемме 1 [13] $b(p) \subseteq f(p) = \omega F_{(n-1)}(((G/P)/(G/P)_{\delta(p)}), \delta) \subseteq g(p) \subseteq h(p)$. Следовательно, $b(p) \subseteq h(p)$.

Пусть P – абелева p -группа. Тогда $\pi(P) \subseteq \omega$ и по условию формация $f(p)$ является $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критической. Предположим, что $b(p) = f(p)$. Как и при доказательстве теоремы 2, ввиду $\Phi(G) = 1$, имеем $G_{\delta(p)} = P$. Тогда $G/P = G/G_{\delta(p)} \in f(p) = b(p)$ и по лемме 7 [13] $G \in N_p b(p) \subseteq B$. Отсюда получаем, что $F = \omega F_n(G, \delta) \subseteq B$. Противоречие. Следовательно, $b(p) \subsetneq f(p)$, и в силу $h(p)_{\omega_{n-1}\delta}$ -критичности формации $f(p)$, справедливо включение $b(p) \subseteq h(p)$.

Из 1) и 2) следует, что $b(p) \subseteq h(p)$ для любого $p \in \omega$.

II. Покажем, что $b(\omega') \subseteq h(\omega')$. Если $\pi(P) \subseteq \omega$, то $P \subseteq O_\omega(G)$ и $b(\omega') \subseteq f(\omega') = \omega F_{(n-1)}((G/P)/(O_\omega(G)/P), \delta) \subseteq H = h(\omega)$. Пусть $\pi(P) \not\subseteq \omega$. Предположим, что $b(\omega') = f(\omega')$. Так как $P \not\subseteq O_\omega(G)$, то $O_\omega(G) = 1$ и $G \in \omega F_{(n-1)}((G/O_\omega(G)), \delta) = f(\omega') = b(\omega') \subseteq B$, что невозможно. Следовательно, $b(\omega') \subsetneq f(\omega')$ и поэтому $b(\omega') \subseteq h(\omega')$. Таким образом, $b \leq h$, и значит, $B \subseteq H$. Тем самым установлено, что формация F является $H_{\omega_n\delta}$ -критической. Теорема доказана.

Следствие 5. Пусть $n \in \mathbb{N}$, δ - br -направление веерной формации, $\delta \leq \delta_3$, H – непустая n -кратно веерная формация с направлением δ и максимальным внутренним спутником h , $F = F_n(G, \delta)$ - формация с минимальным $(n-1)$ -спутником f , где G - монолитическая группа с монолитом $P = G^H$, $\Phi(G) = 1$ и формация $f(p)$ является $h(p)_{(n-1)\delta}$ -критической. Тогда F является $H_{n\delta}$ -критической формацией.

Замечание 2. Направления δ_2 и δ_3 являются br -направлениями. Поэтому в качестве следствий из теорем 3 и 4 получаем результаты для n -кратно ω -специальных и n -кратно ω -центральных формаций конечных групп. Отметим, что направление δ_1 ω -локальной формации br -направлением не является.

Only finite groups are considered. Let H be a class of groups. An n -multiply ω -fibered formation F with direction δ is called $H_{\omega_n\delta}$ -critical formation or a minimal n -multiply ω -fibered non- H -formation with direction δ , if $F \not\subseteq H$, but each non-trivial n -multiply ω -fibered subformation with direction δ of F belongs to the class H . In the paper we study critical n -multiply ω -fibered formations with bp -direction and critical n -multiply ω -fibered formations with br -direction.

The key words: a finite group, a formation of groups, an ω -fibered formation, a direction of ω -fibered formation, an n -multiply ω -fibered formation, an H_θ -critical formation.

Список литературы

1. W. Gaschütz. Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen // Math. Z. 1963. Т. 80. № 4. Р. 300 - 305.
2. Л.А. Шеметков. О произведении формаций // Доклады АН БССР. 1984. Т. 28. № 2. С. 101 - 103.
3. В.А. Ведерников, М.М. Сорокина. \square -веерные формации и классы Фиттинга конечных групп. Препринт. Брянск: БГПУ, 1999. № 6. С. 1 - 22.
4. А.Н. Скиба. Характеризация конечных разрешимых групп заданной nilпотентной длины // Вопросы алгебры. Минск. 1987. Вып. 3. С. 21 – 31.
5. А.Н. Скиба. Алгебра формаций. Минск: Беларуская навука. 1997. 240 с.
6. А.Н. Скиба, Л.А. Шеметков. Кратно ω -локальные формации и классы Фиттинга конечных групп // Матем. Труды. 1999. Т. 2. № 1. С. 1 - 34.
7. Л.А. Шеметков. Экраны ступенчатых формаций // Тр. VI Всесоюз. Симпозиума по теории групп. Киев: Наукова думка. 1980. С. 37 - 50.
8. А.Н. Скиба. О критических формациях // Бесконечные группы и примыкающие алгебраические структуры. Киев: ИМ АН Украины. 1993. С. 250 - 268.
9. В.М. Селькин, А.Н. Скиба. О $H_{\Theta\omega}$ -критических формациях // Вопросы алгебры. Гомель: Изд-во Гомельского ун-та. 1999. Вып. 14. С. 127 - 131.
10. И.Н. Сафонова. О минимальных ω -локальных не H -формациях // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. 1999. № 2. С. 23 - 27.
11. М.М. Сорокина, М.А. Корпачева. О n -кратно ω -веерных формациях конечных групп // Международная конференция «Алгебра и ее приложения» (тезисы докладов). Красноярск. 2007. С. 126 – 127.
12. В.А. Ведерников, М.М. Сорокина. ω -веерные формации и классы Фиттинга конечных групп // Математические заметки. 2002. Т. 71. Вып. 1. С. 43 - 60.
13. В.А. Ведерников. О новых типах ω -веерных формаций конечных групп // Укр. матем. кон-

гресс. Алг. і теор. чисел. Праці. Київ. 2002. С. 36 - 45.

14.Л.А. Шеметков, А.Н. Скиба. Формации алгебраических систем. М.: Наука. 1978. 256 с.

Об авторах

Сорокина М. М. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственно-го университета имени академика И.Г. Петровского mmsorokina@yandex.ru

Корпачева М. А. – кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственно-го университета имени академика И.Г. Петровского, sirserg3000@mail.ru

УДК – 517.5

ТЕПЛИЦЕВЫ И ВОЛЬТЕРРОВЫ ОПЕРАТОРЫ В ВЕСОВЫХ СОБОЛЕВСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ ГОЛОМОРФНЫХ ФУНКЦИЙ

Ф.А. Шамоян

В статье исследуются тёплицевы и вольтерровы операторы в весовых соболевских пространствах голоморфных в круге функций.

Ключевые слова: теплицевы операторы, пространства Соболева, каноническое представление, аналитические функции, операторы Вольтерра.

Введение

Пусть C – комплексная плоскость, $U = \{z \in C : |z| < 1\}$ – единичный круг на C , $T = \partial U = \{z \in C : |z| = 1\}$ – его граница. Обозначим через $H(U)$ – множество всех голоморфных в U функций, $H^p \equiv H^p(U)$ ($0 < p \leq +\infty$) – класс Харди в единичном круге U .

Хорошо известно следующее мультиплекативное представление класса Харди $H^p(U)$: $f \in H^p(U)$ тогда и только тогда, когда f допускает факторизацию:

$$f(z) = z^m \prod_{k=1}^{+\infty} \frac{z_k - z}{1 - \bar{z}_k z} \frac{\bar{z}_k}{|z_k|} \exp\left[-\int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{i\theta} + z}{e^{i\theta} - z} d\mu(\theta)\right] \exp\left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{i\theta} + z}{e^{i\theta} - z} \ln|f(e^{i\theta})| d\theta\right], \quad (12)$$

где $\{z_k\}_{k=1}^{+\infty}$ – произвольная последовательность из единичного круга U , удовлетворяющая условию Бляшке, $d\mu$ – неотрицательная сингулярная мера на $[-\pi; \pi]$, $m \in \mathbb{Z}_+$.

Функцию $I_f = z^m \prod_{k=1}^{+\infty} \frac{z_k - z}{1 - \bar{z}_k z} \frac{\bar{z}_k}{|z_k|} \exp\left[-\int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{i\theta} + z}{e^{i\theta} - z} d\mu(\theta)\right]$ ($z \in U$), назовем внутренней частью функции f , а функцию $Q_f = \exp\left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{i\theta} + z}{e^{i\theta} - z} \ln|f(e^{i\theta})| d\theta\right]$ ($z \in U$) – внешней частью функции f .

Говорят, что внутренняя функция I_1 делит внутреннюю функцию I_2 , если $\frac{I_2}{I_1} \in H^\infty$.

Одно из основных свойств факторизации (1) заключается в том, что если $f \in H^p(U)$ и I делит внутреннюю часть f , то есть $\frac{f}{I} \in H(U)$, то $\frac{f}{I} \in H^p$.

Отметим важную особенность: указанным свойством обладают не только функции из класса $H^p(U)$, но и гораздо более узкие классы функций. Нетривиальный результат такого рода был впервые получен Л. Карлесоном (см. [1]), который доказал, что данным свойством обладает класс голоморфных функций с конечным интегралом Дирихле, то есть класс D .

Следующим шагом в этом направлении являлся результат Б.И. Коренблюма (см. [2]), показавшего справедливость аналогичного утверждения для класса голоморфных в U функций, n -я производная которых принадлежит классу Харди H^2 : $H_n^2 = \{f : f^{(n)} \in H^2\}$.

Отметим, что в указанных работах обоих авторов существенно используется гильбертовость рассматриваемых пространств. Как в работе Л. Карлесона, так и в работе Б.И. Коренблюма фактически устанавливается, что если $f \in D$ или $f \in H_n^2$, и $f(a) = 0$, то оператор $B_a(f) = \frac{f}{b_a}$, где

$$b_a(z) = \frac{a-z}{1-\bar{a}z} \frac{\bar{a}}{|a|},$$

является сжатием в указанных подпространствах.

Не случайно, что в работе [3] Б.И. Коренблюмом была поставлена задача: обладает ли вышеуказанным свойством класс голоморфных в U функций, принадлежащих гельдеровскому классу в замкнутом единичном круге, то есть классу Λ_α^a .¹

Дальнейшие достижения в этом направлении принадлежат Ленинградской математической школе. В работах В.П. Хавина [4] и Ф.А. Шамояна [5] независимо друг от друга было установлено, что не только классы Λ_α^a , но и многие классы голоморфных в круге функций, гладких вплоть до его границы, обладают свойством деления на внутреннюю функцию. В данных работах предложен простой метод, основанный на элементарных свойствах интеграла типа Коши (по сути, на свойствах теплицевых операторов), позволяющих доказать результаты вышеуказанного типа для подавляющих классов голоморфных в круге функций, гладких вплоть до его границы.

Например, в работе [5] было установлено: если ω – функция типа модуля непрерывности, удовлетворяющая условию Бари–Стечкина и $\Lambda_\omega^{(n)}$ – класс голоморфных в единичном круге функций f , n -я производная которых в замкнутом круге имеет модуль непрерывности $\omega(f, \delta)$, удовлетворяющий условию $\omega(f, \delta) \leq c_f \omega(\delta)$, то этому же условию удовлетворяет модуль непрерывности интеграла типа Коши

$$T_h(f)(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_U \frac{f(\zeta) \overline{h(\zeta)}}{\zeta - z} d\zeta, z \in U \quad (13)$$

при всех $h \in H^\infty$.

В работах автора в дальнейшем для серии пространств дано полное описание тех $h \in L^1(T)$, для которых оператор T_h оставляет инвариантными соответствующие классы голоморфных в круге функций, гладких вплоть до его границы.

Другие подходы к вопросам деления были предложены в работах С.А. Виноградова и Н.А. Широкова (см. [6], [7]), К.М. Дьяконова (см. [8]). Обзор этих результатов приведен в монографиях [7], [9].

В работах автора [10], [11] ограниченность теплицевых операторов в пространстве С.Л. Соболева аналитических функций $A_\omega^p(n)$ (определение класса $A_\omega^p(n)$ приводится ниже) при $p = 1$ сводится к доказательству ограниченности сопряженного оператора в пространстве А. Зигмунда. Как установлено в этих работах, ограниченность оператора T_h эквивалентна ограниченности оператора типа Вольтерра:

$$B_h(f)(z) = \frac{1}{n!} \int_0^z (z-t)^{n-1} h(t) g^{(n)}(t) dt, z \in U, \text{ в пространстве } \Lambda_\omega^a.$$

Указанное утверждение (см. [11], лемма 8) в качестве основного результата было переоткрыто в статье [12], спустя почти 35 лет после публикации работы [11]. Отметим также работы [13], [14], где были также переоткрыты результаты работ [11], [16].

В этой статье мы установим ограниченность операторов T_h в пространствах $A_\alpha^p(n)$ при $0 < p \leq 1, \alpha > -1$. При $1 < p < +\infty$ теоремы подобного рода были анонсированы в работах [10], [15].

§1. Формулировка и доказательство основного результата статьи

Для дальнейшего изложения результатов работы нам понадобятся следующие обозначения и определения. Пусть $\beta > -1$, Γ – функция Эйлера. Оператором дробного дифференцирования Римана–Лиувилля порядка β назовем оператор

¹ В 1981 году на международной конференции по теории функций в Будапеште, посвященной 100-летию Ф. Рисса и Ф. Фейера, в беседе с автором и М.М. Джрабашяном В.К. Дзядык сообщил, что указанная проблема была поставлена на его семинаре в конце 60-х годов прошлого столетия.

$$D^\beta f(z) = \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{\Gamma(k+\beta+1)}{\Gamma(\beta+1)\Gamma(k+1)} a_k z^k, z \in U,$$

где $f \in H(U)$, $f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} a_k z^k$; обратный оператор обозначим

$$D^{-\beta} f(z) = \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{\Gamma(k+1)\Gamma(\beta+1)}{\Gamma(k+\beta+1)} a_k z^k, z \in U.$$

При $0 < p \leq 1$, $\alpha > -1$ символом Λ_α^p обозначим класс голоморфных в U функций f , для которых

$$D^{\beta+1} f(z) = O\left(\frac{1}{(1-|z|)^{\frac{\beta+2-\alpha+2}{p}}}\right) (|z| \rightarrow 1-0),$$

$$\|f\|_{\Lambda_\alpha^p} = \sup_{z \in U} |D^\beta f(z)| (1-|z|)^{\frac{\beta+2-\alpha+2}{p}}, \beta > \frac{\alpha+2}{p} - 1.$$

При $\alpha > -1$ введём в рассмотрение пространства A_α^p и $A_\alpha^p(n)$:

$$A_\alpha^p = \{f \in H(U) : \|f\|_{A_\alpha^p} = \left(\int_U |f(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \right)^{1/p} < +\infty\},$$

$$A_\alpha^p(n) = \{f \in H(U) : D^n f \in A_\alpha^p\},$$

$$\|f\|_{A_\alpha^p(n)} = \|D^n f\|_{A_\alpha^p}.$$

Основным результатом работы является доказательство следующей теоремы.

Теорема. Пусть $0 < p \leq 1$. Тогда

1) Если $(n+1)p < \alpha + 2$, то следующие утверждения равносильны:

a) T_h является ограниченным оператором в пространстве $A_\alpha^p(n)$;

б) h допускает представление $h = h_1 + \bar{h}_2$, где $D^{-n}h_2 \in \Lambda_\alpha^p$, h_1 – мультипликатор пространства $A_\alpha^p(n)$.

2) Если $(n+1)p = \alpha + 2$ и $h \in H^\infty$, то следующие утверждения равносильны:

a) T_h действует в пространстве $A_\alpha^p(n)$;

б) $\sup_{z \in U} \left\{ |h'(z)| (1-|z|) \left(\ln \frac{1}{1-|z|} \right)^{1/p} \right\} < +\infty$.

3) Если $(n+1)p > \alpha + 2$, то T_h действует в пространстве $A_\alpha^p(n)$ тогда и только тогда, когда $h = h_1 + \bar{h}_2$, где $h_1 \in A_\alpha^p(n)$, $h_2 \in H^\infty$.

Доказательство теоремы основано на нескольких вспомогательных утверждениях.

Лемма 1. Если $n \in Z_+$, $(n+1)p < \alpha + 2$, $D^{-n}\psi \in \Lambda_\alpha^p$, $0 < p \leq 1$, то $\psi \in H^\infty$.

Доказательство непосредственно следует из определения обратного оператора $D^{-\beta}$, $\beta \geq 0$.

Следующая лемма следует из результатов работы автора [17].

Лемма 2. Пусть $0 < p \leq 1$, $\alpha > -1$. Тогда, если предел

$$\Phi(f) = \lim_{\rho \rightarrow 1-0} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\rho e^{i\theta}) \overline{g(\rho e^{i\theta})} d\theta$$

существует и представляет собой линейный непрерывный функционал на пространстве $A_\alpha^p(n)$, где $g \in H(U)$, то функция

$$\psi(z) = \frac{1}{(n-1)!} \int_0^z (z-t)^{n-1} g(t) dt$$

принадлежит классу Λ_α^p .

Следующее утверждение установлено в работах автора [11], [16].

Лемма 3. Пусть Λ_*^a – класс A. Зигмунда в U, то есть

$$\Lambda_*^a = \{f \in H(U) \cap C(U \cup \Gamma) : |f(\zeta e^{i\varphi}) - 2f(e^{i\varphi}) + f(\bar{\zeta} e^{i\varphi})| \leq c_f |t|, \zeta = e^{it},$$

с нормой

$$\|f\|_{\Lambda_*^a} = \sup_{z \in U} |D^2 f(z)| (1 - |z| < +\infty).$$

Тогда следующие утверждения эквивалентны:

1) Оператор Вольтерра

$$B_h(f)(z) = \frac{1}{(n-1)!} \int_0^z (z-t)^{n-1} h(t) g^{(n)}(t) dt, z \in U,$$

ограничен в пространстве Λ_*^a .

$$2) \quad h \in H^\infty : \sup_{z \in U} \left(|h'(z)| (1 - |z|) \ln \frac{1}{1 - |z|} \right) < +\infty.$$

Доказательство теоремы. Мы докажем только пункты 1) и 2), поскольку пункт 3) легко вывести из результатов работ [11], [13]. Отметим также статью [15], где установлен аналог пункта 3) для кратных теплицевых операторов.

Итак, докажем 1): а) \Rightarrow б). Пусть T_h действует в пространстве $A_\alpha^p(n)$, $(n+1)p < \alpha + 2$. Покажем, что функцию h можно представить в виде $h = h_1 + \bar{h}_2$, где $D^{-n}h_2 \in \Lambda_\alpha^p$, h_1 – мультипликатор пространства $A_\alpha^p(n)$.

Поскольку T_h действует в пространстве $A_\alpha^p(n)$, то

$$\|T_h\|_{A_\alpha^p(n)} \leq \|T_h\| \|f\|_{A_\alpha^p(n)}, f \in A_\alpha^p(n).$$

Но учитывая, что оператор $S(f)(z) = f(z), \forall z \in U$, является ограниченным оператором в $A_\alpha^p(n)$, получаем

$$|T_h(f)(0)| \leq c(p) \|f\|_{A_\alpha^p(n)},$$

то есть $\Phi(f) = T_h(f)(0)$ является ограниченным линейным функционалом в пространстве $A_\alpha^p(n)$. Поэтому, используя результаты работы [17], можно найти функцию g такую, что $D^{-n}g \in \Lambda_\alpha^p$ и

$$T_h(f)(0) = \lim_{\rho \rightarrow 1-0} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\rho e^{i\theta}) \overline{g(\rho e^{i\theta})} d\theta = \lim_{\rho \rightarrow 1-0} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} D^n f(\rho e^{i\theta}) D^{-n} g(\rho e^{i\theta}) d\theta.$$

Теперь заметим, что

$$T_h(f)(0) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(e^{i\theta}) h(e^{i\theta}) d\theta \quad \forall f \in A_\alpha^p(n),$$

$$\text{то есть } \lim_{\rho \rightarrow 1-0} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(\rho e^{i\theta}) \overline{g(\rho e^{i\theta})} d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(e^{i\theta}) h(e^{i\theta}) d\theta \quad \forall f \in A_\alpha^p(n).$$

Положим в последнем равенстве $f = \zeta^m$, $\zeta \in U$, $m \in \mathbf{Z}^+$, и учтем лемму 1, получим:

$$\lim_{\rho \rightarrow 1-0} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \rho^m e^{im\theta} \overline{g(\rho e^{i\theta})} d\theta = \lim_{\rho \rightarrow 1-0} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{im\theta} \overline{g(e^{i\theta})} d\theta =$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{im\theta} h(e^{i\theta}) d\theta, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Следовательно, функция $h_1(e^{i\theta}) = h(e^{i\theta}) - \overline{g(e^{i\theta})}$ принадлежит классу Харди H^1 в единичном круге U , поэтому $h(e^{i\theta}) = h_1(e^{i\theta}) + \overline{h_2(e^{i\theta})}$, где $h_2(e^{i\theta}) = g(e^{i\theta})$, $\theta \in [-\pi, \pi]$, при этом $D^{-n}h_2 \in \Lambda_\alpha^p$.

Если мы докажем, что оператор $T_{\overline{h}_2}$ является ограниченным оператором в $A_\alpha^p(n)$ при условии, что $D^{-n}h_2 \in \Lambda_\alpha^p$, то этим докажем, что h_1 является мультипликатором в пространстве $A_\alpha^p(n)$. Следовательно, для доказательства а) \Rightarrow б) остается установить ограниченность оператора $T_{\overline{h}_2}$ в $A_\alpha^p(n)$ при условии, что $D^{-n}h_2 \in \Lambda_\alpha^p$.

Отметим, что для любого $f \in A_\alpha^p(n)$ $T_h(f)(z) = h_1(z)f(z) + T_{\overline{h}_2}(f)(z)$, $z \in U$. Поэтому, если T_h и $T_{\overline{h}_2}$ являются ограниченными операторами в $A_\alpha^p(n)$, то оператор $M(f)(z) = h_1(z)f(z)$, $z \in U$, тоже является ограниченным оператором в пространстве $A_\alpha^p(n)$, то есть h_1 – мультипликатор пространства $A_\alpha^p(n)$.

Приступим к доказательству ограниченности оператора $T_{\overline{h}_2}$ в $A_\alpha^p(n)$. Воспользуемся интегральным представлением класса $A_\alpha^p(0) = A_\alpha^p$ (см. [18]), согласно которому

$$f(z) = \frac{\beta+1}{\pi} \int_0^1 \int_{-\pi}^{\pi} \frac{(1-\rho^2)^\beta f(\rho e^{i\theta}) \rho d\rho d\theta}{(1-\rho e^{-i\theta} z)^{\beta+2}} \quad (\beta \geq \alpha > -1).$$

Отсюда нетрудно вывести интегральное представление функции f через функции $D^n f(z)$ при $n \in \mathbf{Z}^+$:

$$f(z) = C(n, m) \int_0^1 \int_{-\pi}^{\pi} \frac{(1-\rho^2)^m D^n f(\rho e^{i\theta}) P_n(\bar{\zeta} z)}{(1-\rho e^{-i\theta} z)^{m+2-n}} \rho d\rho d\theta \quad (m \in \mathbf{N}, m > n),$$

где $\zeta = \rho e^{i\theta}$, $P_n(w)$ – некоторый многочлен степени $m-n$ (см., например, [19]). Здесь и в дальнейшем, $C(\dots)$ будем обозначать положительную, зависящую от указанного аргумента константу, при этом одна и та же константа может иметь разные значения в одном и том же выражении.

Следовательно, с учетом (13)

$$T_{\overline{h}_2}(f)(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{\overline{h_2(\zeta)}}{\zeta - z} \int_U \frac{(1-|t|^2)^m D^n f(\rho e^{i\theta}) P_n(\bar{\zeta} z)}{(1-\bar{t}\zeta)^{m+2-n}} dm_2(t) d\zeta. \quad (14)$$

Напомним, что $dm_2(t)$ – плоская мера Лебега в круге U .

Поменяем порядок интегрирования в равенстве (14), получим:

$$T_{\overline{h}_2}(f)(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_U \left(1-|t|^2\right)^m D^n f(\rho e^{i\theta}) \int_T \frac{\overline{h_2(\zeta)} P(\bar{\zeta} z)}{(\zeta - z)(1-\bar{t}\zeta)^{m+2-n}} d\zeta dm_2(t).$$

Преобразуем внутренний интеграл:

$$\begin{aligned} I(\zeta, z) &= \frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{\overline{h_2(\zeta)} P(\bar{\zeta} z)}{(\zeta - z)(1-\bar{t}\zeta)^{m+2-n}} d\zeta = -\frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{\overline{h_2(\zeta)} \overline{P(\bar{t} z)}}{(\bar{\zeta} - \bar{z})(1-t\bar{\zeta})^{m+2-n}} d\bar{\zeta} = \\ &= -\frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{h_2(\zeta) P(\bar{t} \bar{\zeta}) \zeta^{m+3-n} d\bar{\zeta}}{(1-\zeta \bar{z})(\zeta - t)^{m+2-n}}. \end{aligned}$$

Учитывая, что $P(w)$ – многочлен степени $m-n$, отсюда легко получить:

$$I(\zeta, z) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \frac{h_2(\zeta) \tilde{P}(\bar{t}\zeta) d\zeta}{(1-\zeta \bar{z})(\zeta-t)^{m+2-n}}, \quad (15)$$

$\tilde{P}(w)$ – снова некоторый многочлен от w . Поэтому из равенства (15) окончательно получаем:

$$I(\zeta, z) = -\left. \left(\frac{h_2(s) \tilde{P}(\bar{ts})}{(1-s\bar{z})} \right)^{(m+1-n)} \right|_{s=t}. \quad (16)$$

Теперь для оценки $I(\zeta, z)$ применим в равенстве (16) формулу Лейбница. Тогда

$$I(\zeta, z) = -\sum_{k=0}^{m+1-n} \frac{C_{m+1-n}^k \tilde{h}_2(t)}{(1-\bar{t}z)^{m+k-n+2}},$$

где $\tilde{h}_2(t) = h_2(t) \tilde{P}(|t|^2)$, $t \in U$.

Возвращаясь к равенству (14), окончательно получаем:

$$T_{\tilde{h}_2}(f)(z) = C(m, n) \sum_{k=0}^{m+1-n} C_{m+1-n}^k \int_U \frac{(1-|t|^2)^m D^n f(t) \tilde{h}_2^{(k)}(t)}{(1-\bar{t}z)^{m+2-n-k}} dm_2(t).$$

Для доказательства ограниченности оператора $T_{\tilde{h}_2}$ остаётся доказать ограниченность операторов вида

$$B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z) = \int_U \frac{(1-|t|^2)^m \psi(t) \tilde{h}_2^{(k)}(t)}{(1-\bar{t}z)^{m+2-k}} dm_2(t), \quad z \in U,$$

в пространстве $A_\alpha^p = A_\alpha^p(0)$ при всех $0 \leq k \leq m+1-n$, $D^{-n} \tilde{h}_2 \in \Lambda_\alpha^p$, $k \in \mathbb{Z}^+$.

Для этого применим методику работы [17]. Разобьем круг в виде объединения криволинейных прямоугольников

$$\Delta_{q,l} = \left\{ \zeta \in U : 1 - \frac{1}{2^q} \leq |\zeta| < 1 - \frac{1}{2^{q+1}}, \frac{\pi l}{2^q} \leq \arg \zeta < \frac{\pi(l+1)}{2^q} \right\}, \quad q = 0, 1, 2, \dots, l = -2^q, \dots, 2^N - 1.$$

Тогда

$$\left| B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z) \right|^p \leq \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \int \frac{(1-|\zeta|)^{mp+2p-2} |\tilde{h}_2^k(\zeta)|}{(1-\bar{\zeta}z)^{(m+2-k)p}} dm_2(\zeta).$$

И поэтому

$$\int_U \left| B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z) \right|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left((1-|\zeta|)^{mp+2p} |\psi(\zeta)|^p |\tilde{h}_2^k(\zeta)|^p \right) \int_U \frac{(1-|z|)^\alpha dm_2(z)}{|1-\bar{\zeta}z|^{(m+2-k)p}} \quad (17)$$

Для оценки последнего интеграла воспользуемся элементарными неравенствами (см. [18])

$$\int_U \frac{dm_2(z)}{|1-\bar{\zeta}z|^\lambda} \leq \begin{cases} \frac{C(\lambda)}{(1-|\zeta|)^{\lambda-2}}, & \lambda > 2; \\ C(\lambda) \ln \frac{1}{1-|\zeta|}, & \lambda = 2; \\ C(\lambda), & \lambda < 2. \end{cases} \quad (*)$$

Поэтому из (17) окончательно получаем:

$$\int_U \left| B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z) \right|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left((1-|\zeta|)^{\alpha+2+kp} |\psi(\zeta)|^p |\tilde{h}_2^{(k)}(\zeta)|^p \right) \quad (18)$$

при условии $(m+2-k)p > \alpha + 2$.

Теперь заметим, что в условиях пункта 1) теоремы и по лемме 1 $\tilde{h}_2 \in H^\infty$, и следовательно,

$$|\tilde{h}_2^{(k)}(\zeta)| \leq \frac{C}{(1-|\zeta|)^k}. \quad (19)$$

Учитывая оценку (18), из (19) получаем:

$$\int_U |B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left((1-|\zeta|)^{\alpha+2} |\psi(\zeta)|^p \right) \leq C \int_U (1-|\zeta|)^{\alpha+2} |\psi(\zeta)|^p dm_2(\zeta).$$

В последнем неравенстве мы воспользовались теоремой 4 из работы [17]. Пункт 1) установлен при условии $(m+2-k)p > \alpha + 2$.

Пусть теперь $(m+2-k)p = \alpha + 2$, то есть $k = m+2 - \frac{\alpha+2}{p}$. Так как m – достаточно большое натуральное число, можно предположить, что $m+2 > 2 \left(\frac{\alpha+2}{p} \right) + 1$. Тогда из условия

$D^{-n} h_2 \in \Lambda_\alpha^p$ легко вывести оценку

$$|h_2^{(k)}(z)| \leq \frac{C}{(1-|z|)^{n+k+1-\frac{\alpha+2}{p}}}, \quad z \in U. \quad (20)$$

Следовательно, неравенство (18) принимает вид:

$$\begin{aligned} \int_U |B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) &\leq C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left(|\psi(\zeta)|^p \frac{(1-|\zeta|)^{mp+2p} \ln \frac{1}{1-|\zeta|}}{(1-|\zeta|)^{(n+k+1)p-\alpha-2}} \right) \leq \\ &\leq C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left(|\psi(\zeta)|^p (1-|\zeta|)^{(m+1-n-k)p+\alpha+2} \ln \frac{1}{1-|\zeta|} \right). \end{aligned} \quad (21)$$

Но по условию $m+2-k = \frac{\alpha+2}{p}$, $(n+1)p < \alpha+2$, поэтому $p(m+1-k-n) = p(m+2-k-n-1) = p \left(\frac{\alpha+2}{p} - n - 1 \right) = \alpha+2 - p(n+1)$. Тогда в условиях пункта 1),

$(1-|\zeta|)^{p(m+1-n-k)} \ln \frac{1}{1-|\zeta|} \leq C$, $\forall \zeta \in U$. Снова возвращаясь к оценке (21) и применяя теорему 4 из [17], окончательно получаем:

$$\int_U |B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left(|\psi(\zeta)|^p (1-|\zeta|)^{\alpha+2} \right) \leq C \int_U |\psi(\zeta)|^p (1-|\zeta|)^\alpha dm_2(\zeta).$$

Перейдем к третьему случаю: $(m+2-k)p < 2 + \alpha$. Тогда для $\tilde{h}_2^{(k)}$ остается в силе оценка (20). Поэтому с учетом (18) приходим к неравенству

$$\begin{aligned} \int_U |B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) &\leq C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left(|\psi(\zeta)|^p \cdot (1-|\zeta|)^{mp+2p-p(n+k+1)+\alpha+2} \right) = \\ &= C \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \max_{\zeta \in \Delta_{q,l}} \left(|\psi(\zeta)|^p \cdot (1-|\zeta|)^{p(m+1-n-k)+\alpha+2} \right). \end{aligned}$$

Учитывая условие $k \leq m+1-n$, как и выше, из последней оценки получим:

$$\int_U \left| B_{\tilde{h}_2}(\psi)(z) \right|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq c \int_U |\psi(\zeta)|^p \cdot (1-|\zeta|)^\alpha .$$

Таким образом пункт 1) теоремы доказан полностью.

Перейдем к доказательству пункта 2).

Утверждения этого пункта при $p=1$ с применением леммы 3 установлены в работах автора [10], [11]. Поэтому в дальнейшем будем предполагать, что $0 < p < 1$. Докажем сначала импликацию а) \Rightarrow б). Итак, пусть $h \in H^\infty$,

$$T_{\bar{h}}(f)(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_U \frac{f(\zeta) \bar{h}(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta, \quad z \in U .$$

является ограниченным оператором в пространстве $A_\alpha^p(n)$, при этом $n+1 = \frac{\alpha+2}{p}$. Положим

$$f_a(z) = \frac{c(a) (1-|a|^2)^{\frac{\alpha+2}{p}}}{(1-\bar{a}z)^{m-n}}, \quad a, z \in U ,$$

m – достаточно большое натуральное число, $c(a)$ – константа, зависящая только от a , точное значение которой выбираем в дальнейшем. Ясно, что

$$f_a^{(n)}(z) = \frac{c(a) \bar{a}^n (m-n) \dots (m+1) (1-|a|^2)^{\frac{\alpha+2}{p}}}{(1-\bar{a}z)^m}, \quad a, z \in U .$$

Положим

$$c(a) = (\bar{a}^n (m-n) \dots (m+1))^{-1}. \quad (22)$$

Тогда

$$f_a^{(n)}(z) = \frac{(1-|a|^2)^{\frac{\alpha+2}{p}}}{(1-\bar{a}z)^m}. \quad (23)$$

Вычислим норму функции f в пространстве $A_\alpha^p(n)$.

Учитывая, что

$$\|f\|_{A_\alpha^p(n)} = \left(\int_U \left| D^n(f)(z) \right|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \right)^{\frac{1}{p}},$$

легко заметить

$$\|f_a^{(n)}\|_{A_\alpha^p(n)} \approx C(a, n) \left(\int_U \left| f_a^{(n)} \right|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \right)^{\frac{1}{p}}, \quad (24)$$

где $C(a, n)$ – положительное число, зависящее только от a и n .

Поскольку оператор T_h является ограниченным оператором из $A_\alpha^p(n)$ в $A_\alpha^p(n)$, то

$$\|T_h(f_a)\|_{A_\alpha^p(n)}^p \leq \|T_h\|^p \|f_a\|_{A_\alpha^p(n)}^p .$$

Перейдем к оценке нормы $\|f_a\|_{A_\alpha^p(n)}^p$ через $a \in U$.

Учитывая (23), имеем:

$$\|f_a\|_{A_\alpha^p(n)}^p = c_1 \int_U \frac{(1-|a|^2)^{mp-\alpha-2} (1-|z|)^\alpha}{|1-\bar{a}z|^{mp}} dm_2(z) .$$

Применяя оценку (*), окончательно получаем:

$$\|f_a\|_{A_\alpha^p(n)}^p \leq c_2(m, p) \text{ при всех } m > \frac{\alpha+2}{p}. \quad (25)$$

Положим

$$F(z) = T_h(f)(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{f_a(\zeta) \bar{h}(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta, \quad z \in U, \quad (26)$$

и перейдем к установлению явного вида функции F через символ оператора T_h , то есть через функцию h . Ясно, что

$$F^{(n)}(z) = \frac{n!}{2\pi i} \int_T \frac{f_a(\zeta) \bar{h}(\zeta)}{(\zeta - z)^{n+1}} d\zeta = \frac{n!}{2\pi i} c(a) \int_T \frac{(1 - |a|^2)^{m - \frac{\alpha+2}{p}} \bar{h}(\zeta)}{(1 - \bar{a}\zeta)^{mp} (\zeta - z)^{n+1}} d\zeta. \quad (27)$$

Напомним, что $c(a)$ определяется из равенства (22). Теперь выразим интеграл (27) через функцию h в явном виде:

$$\begin{aligned} F^{(n)}(z) &= n!c(a)(1 - |a|^2)^{m - \frac{\alpha+2}{p}} \cdot \overline{\frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{h(\zeta)}{(1 - a\bar{\zeta})^{mp} (\zeta - \bar{z})^{n+1}} d\zeta} = \\ &= n!c(a)(1 - |a|^2)^{m - \frac{\alpha+2}{p}} \cdot \overline{\frac{1}{2\pi i} \int_T \frac{h(\zeta) \zeta^{m-n} \zeta^{n-1}}{(\zeta - a)^{m-n} (1 - \zeta \bar{z})^{n+1}} d\zeta} = \\ &= n!c(a)(1 - |a|^2)^{m - \frac{\alpha+2}{p}} \left. \overline{\left(\frac{h_1(\zeta)}{(1 - \zeta \bar{z})^{n+1}} \right)^{(m-n-1)}} \right|_{\zeta=a}, \end{aligned} \quad (28)$$

где $h_1(\zeta) = h(\zeta) \zeta^{m-1}$, $\zeta \in U$. Отметим, что единственным ограничением на m является условие $mp > \alpha + 2$ или, учитывая, что $\alpha + 2 = (n+1)p$, $m > n+1$, то есть $m - n > 1$.

Пусть $m = n+2$. Тогда равенство (28) можно записать в виде

$$F^{(n)}(z) = n!c(a)(1 - |a|^2)^{m-n-1} \left. \overline{\left(\frac{h_1(\zeta)}{(1 - \zeta \bar{z})^{n+1}} \right)^{(1)}} \right|_{\zeta=a} = n!c(a)(1 - |a|^2) \left(\frac{\overline{h'_1(a)}}{(1 - \bar{a}z)^{n+1}} + \frac{\overline{h_1(a)}z(n+1)}{(1 - \bar{a}z)^{n+2}} \right),$$

или

$$F^{(n)}(z) = n!c(a)(1 - |a|^2) \frac{\overline{h'_1(a)}}{(1 - \bar{a}z)^{n+1}} + \frac{(n+1)!c(a)\overline{h_1(a)}}{(1 - \bar{a}z)^{n+2}}, \quad z \in U.$$

Следовательно,

$$n!c(a)(1 - |a|^2) \frac{|\overline{h'_1(a)}|}{|1 - \bar{a}z|^{n+1}} \leq \frac{(n+1)c(a)(1 - |a|^2)|h_1(a)|}{|1 - \bar{a}z|^{n+2}} + |F^{(n)}(z)|, \quad z \in U.$$

Отсюда, учитывая оценку (25) и ограниченность T_h , приходим к неравенству

$$\begin{aligned} (n!c(a))^p (1 - |a|^2) |h'_1(a)|^p \int_U \frac{(1 - |z|^2)^\alpha}{|1 - \bar{a}z|^{p(n+1)}} dm_2(z) &\leq \\ &\leq ((n+1)c(a))^p (1 - |a|^2) |h'_1(a)|^p \int_U \frac{(1 - |z|^2)^\alpha}{|1 - \bar{a}z|^{p(n+2)}} dm_2(z) + c(n, p). \end{aligned}$$

Теперь, применяя равенство $\alpha + 2 = (n+1)p$, $\alpha + 2 + p = (n+2)p$, приходим к оценке

$$(1 - |a|)^p |h'_1(a)|^p \ln \frac{1}{1 - a} \leq \frac{c_1(n, p)}{(1 - |a|)^p}, \quad 0 < |a| < 1.$$

То есть

$$|h'_1(a)|(|a|) \left(\ln \frac{1}{1-a} \right)^{\frac{1}{p}} \leq c_2(n, p)$$

или

$$\sup_{a \in U} |h'_1(a)|(|a|) \left(\ln \frac{1}{1-a} \right)^{\frac{1}{p}} < +\infty.$$

Импликация а) \Rightarrow б) установлена.

Перейдем к доказательству б) \Rightarrow а). Указанное утверждение доказывается аналогично пункту 1). Проведя аналогичные рассуждения, как выше, легко установить, что утверждение б) \Rightarrow а) пункта 2) будет вытекать из ограниченности оператора

$$B_{\tilde{h}}^s(\psi)(z) = \int_U \frac{(1-|t|^2)^m \psi(t) \overline{\tilde{h}^{(s)}(t)}}{(1-\bar{t}z)^{m+2-s}} dt, \quad z \in U,$$

в пространстве A_α^p при соответствующем условии (20) на $\tilde{h}(t)$, $0 \leq s \leq m+1-n$.

Снова разбивая круг на диадические прямоугольники $\Delta_{q,l}$, имеем

$$\begin{aligned} \int_U |B_{\tilde{h}}^s(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) &\leq \\ &\leq c \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \int_{\Delta_{q,l}} (1-|t|^2)^{mp+2p-2} |\psi(t)|^p |\tilde{h}^{(s)}(t)|^p \left(\int_U \frac{(1-|z|)^\alpha dm_2(z)}{|1-\bar{t}z|^{(m+2-s)p}} \right) dm_2(t). \end{aligned} \quad (29)$$

Учитывая оценку (19), из (29) выводим

$$\int_U |B_{\tilde{h}}^s(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq c \sum_{q=0}^{+\infty} \sum_{l=-2^q}^{2^q-1} \int_{\Delta_{q,l}} (1-|t|^2)^{mp+2p-2} |\psi(t)|^p |\tilde{h}^{(s)}(t)|^p \cdot \frac{1}{(1-|t|)^{(m+2-s)p-\alpha-2}} dm_2(t),$$

если $(m+2-s)p > \alpha + 2$.

Значит, как и выше

$$\int_U |B_{\tilde{h}}^s(\psi)(z)|^p dm_2(z) \leq c \int_U (1-|t|^2)^\alpha |\psi(t)|^p dm_2(t). \quad (30)$$

Пусть теперь $(m+2-s)p = \alpha + 2$. Тогда из (29) получим

$$\int_U |B_{\tilde{h}}^s(\psi)(z)|^p (1-|z|)^\alpha dm_2(z) \leq c \int_U |\tilde{h}^{(s)}(t)|^p (1-|t|)^{mp+2p-2} |\psi(t)|^p \ln \frac{1}{1-|t|} dm_2(t). \quad (31)$$

Но из условий теоремы легко вывести

$$|\tilde{h}^{(s)}(z)| \leq \frac{c}{(1-|z|)^s \left(\ln \frac{1}{1-|z|} \right)^{\frac{1}{p}}}.$$

Поэтому

$$\|B_{\tilde{h}}^s(\psi)\|_{A_\alpha^p}^p \leq c \int_U (1-|z|)^{p(m+2-s)} |\psi(z)|^p dm_2(z),$$

или

$$\|B_{\tilde{h}}^s(\psi)\|_{A_\alpha^p}^p \leq c \|\psi\|_{A_\alpha^p}^p. \quad (32)$$

Теперь заметим, что в условиях пункта 2) случай $(m+2-s)p < \alpha + 2$ невозможен. Действительно, поскольку $\alpha + 2 = (n+1)p$, $0 \leq s \leq m+1-n$, то последняя оценка равносильна неравенству $0 \leq s \leq m+1 - \frac{\alpha+2}{p} + 1$ или $p(m+2-s) \geq \alpha + 2$, что противоречит вышеуказанному условию.

Объединяя оценки (30) и (32), получим импликацию б) \Rightarrow а) пункта 2) теоремы.
Теорема доказана полностью.

In the paper gives a complete description of those function h for which the Toeplitz and Volterra operators with symbols h be a bounded operators in weighted Sobolev spaces of holomorphic functions in the unit disc.

The key words: *Toeplitz operators, Sobolev spaces, canonical factorization, analytic functions, Volterra operators.*

Список литературы

1. Carleson L. On the Zeros of Functions with Bounded Dirichlet Integral // Math. Z. 1952. №3. PP. 289-295.
2. Коренблюм Б.И. Об одном экстремальном свойстве внешних функций // Мат.заметки. 1971. Т. 10. №1. С. 53-66.
3. Коренблюм Б.И. О функциях, голоморфных в круге и гладких вплоть до его границы // ДАН СССР. 1971. Т. 200. №1. С. 24-27.
4. Хавин В.П. О факторизации аналитических функций гладких вплоть до границы // Записки научных семинаров ЛОМИ АН СССР. 1971. Т.22. С. 202-205.
5. Шамоян Ф.А. Деление на внутреннюю функцию в некоторых пространствах функций, аналитических в круге // Записки научных семинаров ЛОМИ АН СССР. 1971. Т.22. С. 206-208.
6. Виноградов С.А., Широков Н.А. О факторизации функций с производной из H^p // Записки научных семинаров ЛОМИ АН СССР. 1971. Т.22. С. 8-27.
7. Shirokov N.A. Analytic functions Smooth up to the boundary // Lect. Notes Math. 1988. №1312. PP. 213.
8. Dyakonov K.M. Division and multiplication by Inner functions and Embedding theorems for spaces of analytic functions // Amer. J. Math. 1983. V.115. PP. 881-902.
9. Шамоян Ф.А., Шубабко Е.Н. Введение в теорию весовых L^p -классов мероморфных функций. Брянск: Изд-во БГУ, 2010. 150 с.
10. Shamoyan F.A. Toeplitz operators and division by an Inner function in some spaces of analytical functions // Amer. Math. Soc. Transl. 1986. V.133. PP. 5-10.
11. Шамоян Ф.А. Об ограниченности одного класса операторов, связанных с делимостью аналитических функций // Известия АН АрмССР. Серия математическая. 1973. Т.8. №16. С. 474-490.
12. Songxiao L., Stevo S. Volterra type operators from Zygmund space into Bloch spaces // J. Concr. Appl. Math. 2008. V. 6, №2. PP. 199-207.
13. Jonson S., Peetre J., Semmes A. On action of Hankel and Toeplitz operators on some function space // Duke Math. Journ. 1984. V.51. PP. 937-958.
14. Zhu K. Multipliers of BMO in the Bergman metric with applications to Toeplitz operators // Journ. of function analysis. 1989. V.87, №1. PP. 31-50.
15. Шамоян Ф.А., Арутюнян А.В. Тёплицевы операторы в анизотропных пространствах голоморфных в полидиске функций // ДАН АрмССР. 1990. Т. 91. №4. С. 147-151.
16. Шамоян Ф.А. Об одном классе операторов, связанных с факторизацией аналитических функций // Записки научных семинаров ЛОМИ АН СССР. 1974. Т.39. С. 200-206.
17. Шамоян Ф.А. Диагональные отображения и вопросы представления в анизотропных пространствах голоморфных в полидиске функций // Сибирский математический журнал. 1990. Т.31. №2. С. 197-215.
18. Djrbshian A.E., Shamoyan F.A. Topics in the theory of A_α^p spaces. Leipzig: BSB Teubner. 1988. 200 p.
19. Tkachenko N.M., Shamoyan F.A. The Hardy-Littlewood theorem and the operator of harmonic conjugate in some classes of simply connected domains with rectifiable boundary // Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry. 2009. V. 5, №2. С. 192-210.

Об авторе

Шамоян Ф. А. – доктор физико-математических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, shamoyanfa@yandex.ru.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК – 544.723; 544.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ СВЯЗАННЫХ МЕСТ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ АДСОРБЦИИ НА ОКСИДАХ ТИТАНА И ЖЕЛЕЗА

В.Н. Авдащенко, С.В. Кузнецов, Д.В. Панкратов

Термодинамически обоснована зависимость растворимости и pH_0 от теплоты адсорбции поверхностно-активных ионов. Выделены стадии, отвечающие за энергетику адсорбционных процессов. Полученные зависимости подтверждены экспериментально.

Ключевые слова: модель кислотно-основных равновесий, поверхностные группы, адсорбция, pH_0 , растворение оксидов.

Для описания равновесия на границе оксид-раствор, при разных значениях pH , широко применяется метод построения суммарной кривой растворимости [1].

Минимум кривой растворимости совпадает с точкой pH нулевого заряда (pH_0) оксида. Построение кривой растворимости позволяет исследовать растворимость оксидов в зависимости от процессов комплексообразования и связывания выходящих в раствор частиц. Но совершенно не объясняет влияния процессов адсорбции на растворение оксидов и смещение pH_0 в растворах поверхностно-активных ионов (ПАИ).

На рисунках 1, 2 представлены кривые растворимости для $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\beta\text{-TiO}_2$ в водном растворе от pH . Данные кривые построены на основании приводимых ниже уравнений равновесий между твердой фазой и раствором [2].

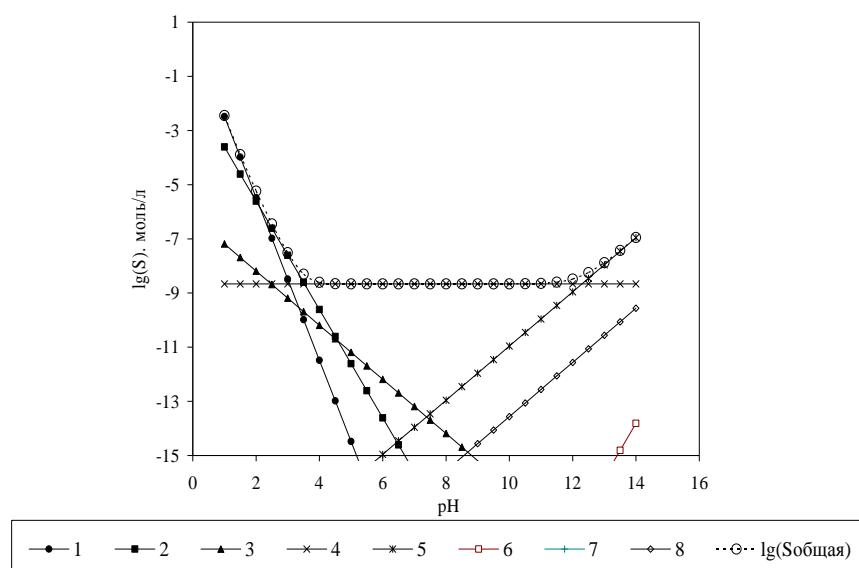


Рис.1 Зависимости равновесных концентраций различных оксо- и гидроксоионов Fe(III) и суммарной растворимости оксида железа (III) при различных pH : 1 - $[\text{Fe}^{3+}]$; 2 - $[\text{Fe}(\text{OH})^{2+}]$; 3 - $[\text{Fe}(\text{OH})_2^+]$; 4 - $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$; 5 - $[\text{Fe}(\text{OH})_4^-]$; 6 - $[\text{Fe}(\text{OH})_5^{2-}]$; 7 - $[\text{Fe}(\text{OH})_6^{3-}]$; 8 - $[\text{FeO}_2^-]$; точки - суммарная концентрация всех ионов.

- 1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \leftrightarrow 2[\text{Fe}^{3+}] + 3\text{H}_2\text{O}$ $S_1 = 10^{1.036-3pH}$
- 2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}^+ \leftrightarrow 2[\text{Fe}(\text{OH})^{2+}] + \text{H}_2\text{O}$ $S_2 = 10^{-3.217-2pH}$
- 3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2[\text{Fe}(\text{OH})_2^+]$ $S_3 = 10^{-12.377-pH}$
- 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ $S_4 = 10^{-17.331}$
- 5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2[\text{Fe}(\text{OH})_4^-] + 2\text{H}^+$ $S_5 = 10^{-41.917+pH}$
- 6) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 7\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2[\text{Fe}(\text{OH})_5^{2-}] + 4\text{H}^+$ $S_6 = 10^{-83.620+2pH}$
- 7) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 9\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2[\text{Fe}(\text{OH})_6^{3-}] + 6\text{H}^+$ $S_7 = 10^{-153.083+3pH}$
- 8) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2[\text{FeO}_2^-] + 2\text{H}^+$ $S_8 = 10^{-47.123+pH}$

$$S_{\text{общая}} = \sum S_i \quad (1)$$

$$S_{\text{общая}} = [\text{Fe}^{3+}] + [\text{Fe}(\text{OH})^{2+}] + [\text{Fe}(\text{OH})_2^+] + [\text{Fe}(\text{OH})_3] + [\text{Fe}(\text{OH})_4^-] + [\text{Fe}(\text{OH})_5^{2-}] + [\text{Fe}(\text{OH})_6^{3-}] + [\text{FeO}_2^-] \quad (2)$$

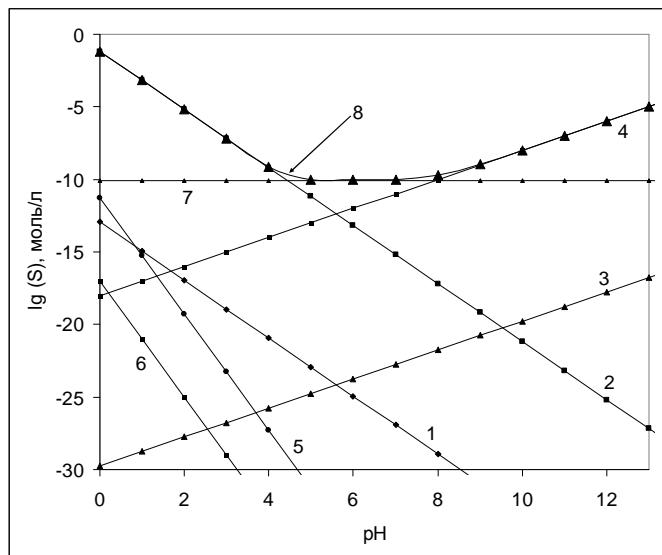
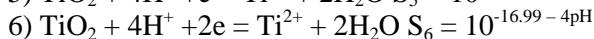
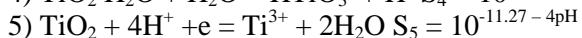
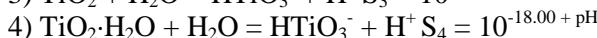
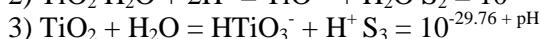
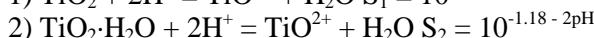
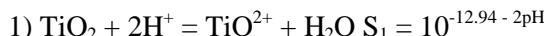


Рис.2. Зависимости равновесных концентраций различных оксо- и гидроксоионов Ti (IV) и суммарной растворимости диоксида титана при различных pH: 1 - $[TiO^{2+}]$; 2 - $[TiO^{2+}]'$; 3 - $[HTiO_3^-]$; 4 - $[HTiO_3^-]'$; 5 - $[Ti^{3+}]$; 6 - $[Ti^{2+}]$; 7 - $[TiO(OH)_2]$; 8 - суммарная концентрация всех ионов.



$$S_{\text{общая}} = [TiO^{2+}] + [TiO^{2+}]' + [HTiO_3^-] + [HTiO_3^-]' + [Ti^{3+}] + [Ti^{2+}] + [TiO(OH)_2] \quad (3)$$

С точки зрения современных представлений о процессах на границе оксид-раствор (теория кислотно-основных равновесий)[3], на поверхности оксида присутствуют следующие поверхностные группы: $[S - O^-]$, $[S - OH]$, $[S - OH_2^+]$ [4]. Между ними и раствором устанавливаются следующие равновесия:



$$k_1 = k_1^0 \exp \left[\frac{\varphi_0 F}{RT} \right] = \frac{[SOH_s^0] \cdot [H^+]}{[SOH_{2s}^+]}$$



$$k_2 = k_2^0 \exp \left[\frac{\varphi_0 F}{RT} \right] = \frac{[SO_s^-] \cdot [H^+]}{[SOH_s^+]}$$



$$k_3 = k_3^0 \exp \left[\frac{(\varphi_0 - \psi_1) \cdot F}{RT} \right] = \frac{[SOH_s^0] \cdot [H^+] \cdot [A^-]}{[SOH_{2s}^+ \dots A_s^-]}$$

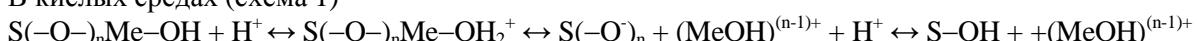


$$k_4 = k_4^0 \exp \left[\frac{(\varphi_0 - \psi_1) F}{RT} \right] = \frac{[SO_s^- \dots K_s^+] \cdot [H^+]}{[SOH_s^0] \cdot [K^+]},$$

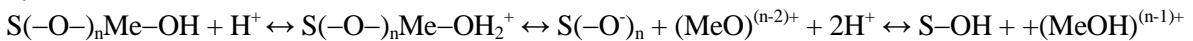
где k_1, k_2, k_3, k_4 -константы равновесия; $k_1^0, k_2^0, k_3^0, k_4^0$ - постоянные; φ_0, ψ_1 -скачки потенциала между поверхностью и внутренней плоскостью Гельмгольца и объемом раствора соответственно: F- постоянная Фарадея; R- универсальная газовая постоянная; T- абсолютная температура; s - индекс обозначает твердую фазу; $[SOH_s^0]$ - концентрация свободных центров на поверхности гидратированного оксида; $[H^+]$, $[A^-]$, $[K^+]$ - концентрация соответственно иона водорода, аниона и катиона в объеме раствора; $[SOH_{2s}^+]$, $[SO_s^-]$, $[SOH_{2s}^+ \dots A_s^-]$, $[SO_s^- \dots K_s^+]$ - концентрации частиц адсорбированных на оксиде.

С позиции теории кислотно-основных равновесий, процесс растворения оксидов в кислых и щелочных средах можно представить следующими схемами:

В кислых средах (схема 1)



или



В щелочных средах (схема 2)

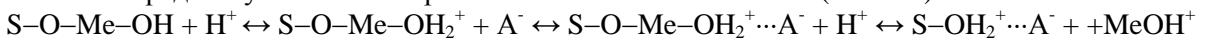


или

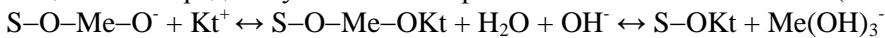


Ионы вышедшие в раствор принимают участие в кислотно-основных равновесиях с образованием сопряженных ионов другого типа, что находится в определенной зависимости от pH.

В кислых средах с участием поверхностно активных анионов A⁻ (схема 3)



В щелочных средах с участием поверхностно активных катионов (схема 4)



Предложенные механизмы для оксидов d-элементов MeO, аналогичны и для оксидов Me_2O_3 и MeO_2 с той разницей, что для Me_2O_3 в раствор выходят ионы $[Me(OH)_2]^+$ (в кислой среде), $[Me(OH)_4]^-$ (в щелочной среде), а для MeO_2 в раствор выходят ионы MeO^{2+} (в кислой среде) и $HMeO_3^-$ (в щелочной среде). При адсорбции поверхности активные катионы смешают pH₀ в кислую область, анионы - в щелочную область. Необходимо отметить также, что катионы оказывают влияние на растворение в щелочной, а анионы в кислой области.

Энергетика процессов без поверхностно активных ионов и с поверхностно активными ионами может быть рассчитана по следующим уравнениям:

Для схемы 1:

$$\Delta r_1 G_T^0 = \Delta f G_T^0(MeOH)^{(n-1)+} + \Delta f G_T^0(S-OH) - \Delta f G_T^0(S(-O-)nMeOH) - \Delta f G_T^0(H^+) \quad (8)$$

Для схемы 2:

$$\begin{aligned} \Delta r_2 G_T^0 = & \Delta f G_T^0(Me(OH)_{n-1})^- + \Delta f G_T^0(S-O^-)_n - \Delta f G_T^0(S(-O-)Me-O^-) - \\ & - \Delta f G_T^0(H_2O) - \Delta f G_T^0(OH^-) \end{aligned} \quad (9)$$

Для схемы 3:

$$\begin{aligned} \Delta r_3 G_T^0 = & \Delta f G_T^0(MeOH^+) + \Delta f G_T^0(S-OH_2^+\cdots A^-) - \Delta f G_T^0(S-O-MeOH)^{+2} - \\ & - 2\Delta f G_T^0(H^+) - \Delta f G_T^0(A^-) \end{aligned} \quad (10)$$

Для схемы 4:

$$\begin{aligned} \Delta r_4 G_T^0 = & \Delta f G_T^0(Me(OH)_3^-) + \Delta f G_T^0(S-OKt) - \Delta f G_T^0(S-O-MeO^-) - \\ & - \Delta f G_T^0(H_2O) - \Delta f G_T^0(OH^-) - \Delta f G_T^0(Kt^+) \end{aligned} \quad (11)$$

Влияние ПАИ на процессы растворения оксидов d-элементов и связанное с этим смещение pH нулевого заряда (pH₀ соответствует минимуму на кривой растворимости), можно выразить, как разность изобарно-изотермических потенциалов между процессами, отвечающими первой стадии растворения оксида, в присутствии ПАИ и без добавок ПАИ.

Разность $\Delta r_3 G_T^0 - \Delta r_1 G_T^0$ будет отвечать изменению энергии Гиббса при включении ПАА в процесс растворения оксида в кислой среде:

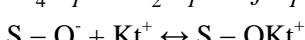
$$\begin{aligned} \Delta r_3 G_T^0 - \Delta r_1 G_T^0 = & \Delta f G_T^0(MeOH^+) + \Delta f G_T^0(S-OH_2^+\cdots A^-) - \Delta f G_T^0(S-O-MeOH) \\ & - 2\Delta f G_T^0(H^+) - \Delta f G_T^0(A^-) - \Delta f G_T^0(MeOH^+) - \Delta f G_T^0(S-OH) + \Delta f G_T^0(S-O-MeO^-) \\ & + \Delta f G_T^0(H^+) = \Delta f G_T^0(S-OH_2^+\cdots A^-) - \Delta f G_T^0(H^+) - \Delta f G_T^0(A^-) - \Delta f G_T^0(S-OH) \end{aligned} \quad (12)$$

Влияние поверхностно-активных анионов (ПАА) проявляется на стадии адсорбции и выражается следующей схемой:



В щелочной среде, где оказывают влияние поверхностно-активные катионы (ПАК), получаем следующее уравнение и схему:

$$\Delta r_4 G_T^0 - \Delta r_2 G_T^0 = \Delta f G_T^0(S-OKt) - \Delta f G_T^0(Kt^+) - \Delta f G_T^0(S-O^-) \quad (13)$$



На основании выше приведенных рассуждений было проведено моделирование смещения pH₀ под

действием поверхностно-активных ионов, представленное на рис. 3-4 для $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и рис.5-6 для $\beta\text{-TiO}_2$.

Зависимость формы кривой растворения $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ от ΔG адсорбции аниона представлена на рисунке 3.

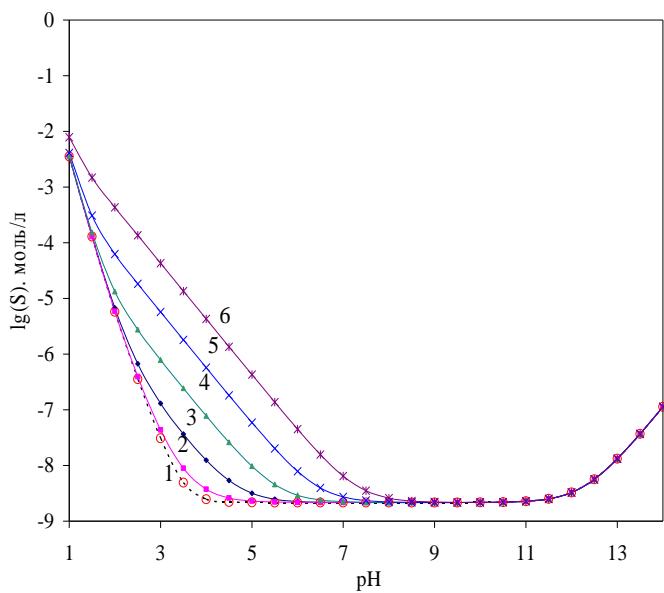


Рис.3. Суммарная растворимость оксида железа (III) при различных энергиях адсорбции поверхности активного аниона. 1- 0 кДж/моль (без ПАА), 2 - 15 кДж/моль, 3 - 25 кДж/моль, 4 - 35 кДж/моль, 5 - 45 кДж/моль, 6 - 55 кДж/моль.

Зависимость формы кривой растворения $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ от ΔG адсорбции катиона представлена на рисунке 4.

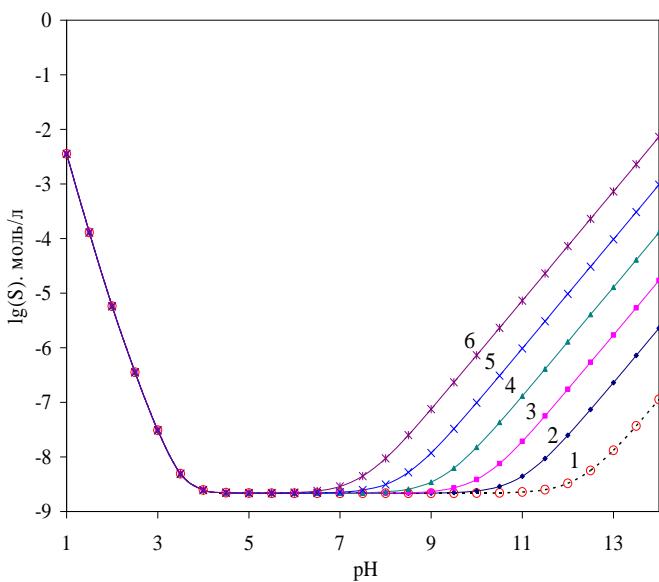


Рис.4. Суммарная растворимость оксида железа (III) при различных энергиях адсорбции поверхности активного катиона. 1- 0 кДж (без ПАК), 2 - 15 кДж, 3 - 25 кДж, 4 - 35 кДж, 5 - 45 кДж, 6 - 55 кДж.

Зависимость формы кривой растворения $\beta\text{-TiO}_2$ от ΔG адсорбции аниона представлена на рисунке 5.

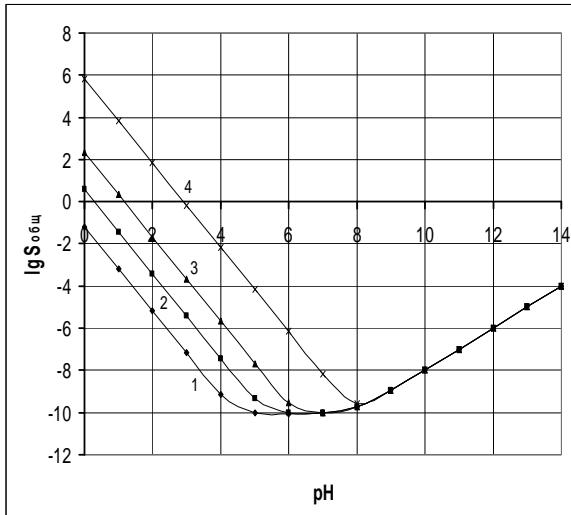


Рис.5. Суммарная растворимость оксида титана (IV) при различных энергиях адсорбции поверхностно активного аниона. 1- 0 кДж/моль (без ПАА), 2 - 10 кДж/моль, 3 - 20 кДж/моль, 4 - 40 кДж/моль.

Зависимость формы кривой растворения $\beta\text{-TiO}_2$ от ΔG адсорбции катиона представлена на рисунке 6.

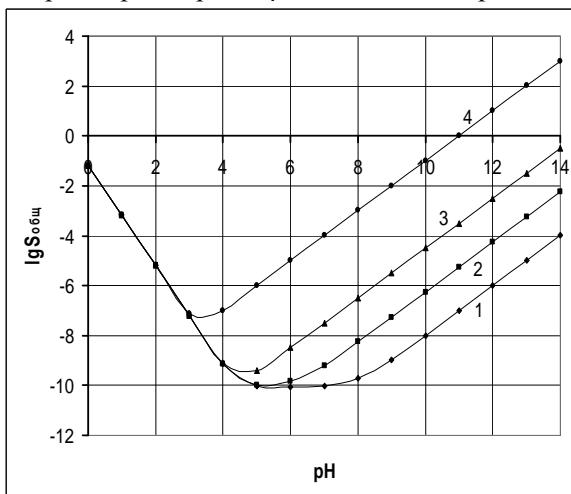


Рис.6. Суммарная растворимость оксида титана (IV) при различных энергиях адсорбции поверхностно активного катиона. 1- 0 кДж/моль (без ПАК), 2 - 10 кДж/моль, 3 - 20 кДж/моль, 4 - 40 кДж/моль.

Из приведенных на рис. 3-6 зависимостей видно, что увеличение растворимости оксидов как в кислой, так и в щелочной среде происходит при увеличении теплоты адсорбции соответствующих ПАИ. При этом происходит сдвиг минимума растворимости и, соответственно, должно происходить изменение pH_0 . Подобные изменения должны приводить к увеличению растворимости оксидов в щелочной области при адсорбции ПАК и увеличению растворимости в кислой области при адсорбции ПАА. Сдвиг минимума растворимости возрастает с увеличением теплоты адсорбции. Учет парциальных долей различных поверхностных форм при расчете зависимостей растворимости оксидов титана и железа от pH не приводит к заметному изменению суммарной зависимости, что, в свою очередь, подтверждает выбор стадий и процессов (см. выше), отвечающих за процессы растворения и адсорбции.

Для экспериментального подтверждения полученных выводов было проведено исследование адсорбции оксиэтилидендиfosфоновой кислоты (ОЭДФ), катионов бария и кальция в диапазоне концентраций 10^{-7} - 10^{-3} моль/л с использованием атомно-абсорбционного спектрометра МГА-915. А также измерение величины pH_0 оксидов в зависимости от концентрации ПАИ и состава растворов.

Полученные модельные расчеты достаточно хорошо описывают смещение pH_0 оксидов в присутствии ПАИ, представленных ОЭДФ (оцененная теплота адсорбции более 50 кДж/моль) и катионами бария. Выявленная экспериментально область смещения pH_0 и его величина согласуются с рассчитанными теоретически. Для ионов кальция (теплота адсорбции менее 40 кДж/моль) смещения pH_0 при низких концентрациях не происходит. Полученные данные по адсорбции ионов кальция позволяют сделать заключение об электростатической адсорбции, что согласуется с литературными данными[5].

Thermodynamically substantiated the dependence of solubility and pH₀ from the heat of adsorption of surface-active ions. Highlighted stage responsible for the energy of adsorption processes. The dependences obtained are confirmed experimentally.

The key words: model of acid-base equilibria, surface groups, adsorption, pH₀, dissolution of oxides.

Список литературы

1. Горичев И.Г., Петроценков В.А., Батраков В.В., Курилкин В.Б., Изотов А.Д. Использование методов сравнительного анализа термодинамических параметров для описания системы молибден-вода. М.: МПГУ. 2004. 60 с.
2. Справочник химика, 2-е изд., перераб. и доп., т.3. М.: «Химия», 1965.
3. Davis J.A., James R.D., Leckie J.O. Surface Ionization and Complexation at the Oxide/Water Interface.// J. Colloid Interface Sci. 1978. V. 63. №3. P. 480-499.
4. Данков П.Д., Игнатов Д.В., Шишаков Н.А. Электронографическое исследование окисных и гидроокисных пленок на металлах. М.: Изд. АН СССР. 1953. 253с.
5. Горичев И.Г., Батраков В.В., Мартынова Т.В. Особенности адсорбции ионов на оксидах. Ингибиторы коррозии металлов.// Межвузовский сб. научных трудов. М.: МГПИ. 1989. С.3 - 15.

Об авторах

Авдащенко В.Н. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Кузнецов С.В. – кандидат химических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Панкратов Д.В. – аспирант Московского педагогического государственного университета.

УДК – 581.526.427

КАЛЬЦЕФИТНЫЕ ОПУШЕЧНЫЕ СООБЩЕСТВА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ МАРКОВСКИЕ ГОРЫ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.А. Аверинова, А.Д. Булохов

На территории памятника природы Марковские Горы описаны редкие кальцефитные опушечные сообщества. Установлена одна новая ассоциация и три субассоциации. Даны характеристика синтаксонов.

Ключевые слова: кальцефитные сообщества, *Trifolio-Geranietaea*, синтаксономия, памятник природы, Брянская область.

Ботанический памятник природы Марковские Горы, расположенный в Погарском районе Брянской области между н. п. Лукин, Марковск и Чаусы, представляет собой отрезок долины р. Судость протяжённостью около 4 км. Он включает правый коренной склон долины, прорезанный балками, и правобережную пойму. По склонам на поверхность выходят коренные мело-мергельные породы. Это уникальная природная территория, являющаяся самым западным очагом лугово-степной флоры в пределах России [1].

Материал и методика

В 2008 г. нами выполнено геоботаническое обследование кальцефитных опушек Марковских Гор. Использовалась пробная площадь 100 м². Классификация проведена по методу Браун-Бланке [3]. Названия синтаксонов даны в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры [4]. Названия сосудистых растений приводятся по С. К. Черепанову [2]. Установлена новая ассоциация с тремя субассоциациями.

Продромус

Класс *Trifolio-Geranietaea sanguinei* Th. Müller 1962

Порядок *Origanetalia* Th. Müller 1962

Союз *Geranion sanguinei* R. Tx. in Th. Müller 1962

Acc. *Adonido vernalis-Anthericetum ramosi* ass. nov. prov.

Субасс. A. v.-A. r. *melampyretosum nemorosi* subass. nov. prov.

Субасс. A. v.-A. r. *gypsophiletosum altissimae* subass. nov. prov.

Субасс. A. v.-A. r. *cervarietosum rivinii* subass. nov. prov.

Bap. *Stipa pennata, typica*

Ассоциация *Adonido vernalis-Anthericetum ramosi* ass. nov. prov. (табл. 1).

Диагностические виды: *Adonis vernalis*, *Anthericum ramosum*, *Aster amellus*, *Festuca valesiaca*,

Carex humilis, *Veronica incana*. Сообщества полидоминанты. Наиболее обильны *Anthericum ramosum*, *Medicago falcata*, *Adonis vernalis*, *Carex humilis*. Общее проективное покрытие травостоя варьирует от 10 до 100 % (среднее – 65). Высота его на уровне наибольшего развития растительной массы изменяется от 3 до 50 см (в среднем 20). Местами присутствует кустарниковый ярус из *Chamaecytisus ruthenicus* с покрытием до 25 %. Обычен мох *Abietinella abietina*, покрывающий от 1 до 70 % почвы. Характерно присутствие единичных имматурных особей древесно-кустарниковых пород (*Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* и др.). Средняя флористическая насыщенность составляет 48 видов на 100 м². Сообщества распространены в верхней и средней частях склонов преимущественно южной или близких экспозиций крутизной от 3 до 40° с обнажениями мело-мергельных пород. Границат со светлыми дубняками, березняками и кленовниками с ливой. Ассоциация подразделена на три субассоциации.

Субасс. A. v.–A. r. melampyretosum nemorosi subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 1–9). Диагностические виды: *Melampyrum nemorosum*, *Dianthus fischeri*, *Carex contigua*, *Amoria montana*, *Trifolium alpestre*. Облик большинства фитоценозов определяют *Melampyrum nemorosum*, *Inula salicina* и *Medicago falcata*, создающие в середине лета красочный жёлто-фиолетовый аспект. Проективное покрытие травостоя варьирует от 60 до 100 % при высоте от 10 до 50 см. Моховый ярус обычно не развит. Флористическая насыщенность изменяется от 24 до 72 видов на 100 м² (в среднем 48). Сообщества распространены в верхней части склона балки возле д. Марковск крутизной от 3 до 20° в виде полосы на границе с широколиственным лесом. Экспозиция западная и юго-западная с переходом на южную.

Субасс. A. v.–A. r. gypsophiletosum altissimae subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 10–25). Диагностические виды: *Gypsophila altissima*, *Linum catharticum*, *Potentilla heptaphylla*, *Thymus ovatus*. В июне аспектирует *Leucanthemum vulgare*, во второй половине лета – *Medicago falcata* и *Anthericum ramosum*. Местами обильны ярко-зелёные дерновины *Carex humilis*. Проективное покрытие травостоя варьирует от 10 до 90 % (в среднем 50). Характерен моховый ярус из *Abietinella abietina*, покрывающий от 1 до 70 % почвы. Флористическая насыщенность колеблется от 20 до 66 видов на 100 м² (в среднем 43). Сообщества занимают среднюю часть юго-западного склона балки возле д. Марковск крутизной 5–25° с обнажениями мергеля, а также встречаются на северо-западном склоне долины Судости (40°) в месте впадения указанной балки. В верхней части склона контактируют с фитоценозами субассоциации A. v.–A. r. *melampyretosum nemorosi*, а в нижней – с сообществом *Medicago falcata–Cichorium intybus*, опознаваемым по голубому аспекту цикория.

Субасс. A. v.–A. r. cervarietosum rivinii subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 26–40). Диагностические виды: *Cervaria rivinii*, *Lavatera thuringiaca*, *Melilotus officinalis*, *Lithospermum officinale*, *Helianthemum nummularium*, *Silene nutans*, *Allium oleraceum*, *A. rotundum*, *Iris aphylla*. Цервария создаёт во второй половине лета белый аспект. Наряду с ней в травостое господствуют *Adonis vernalis*, *Carex humilis*, *Salvia pratensis*, *Agrimonia eupatoria*, *Anthericum ramosum*, *Astragalus cicer*. Общее проективное покрытие травостоя варьирует от 30 до 90 % (в среднем 65). Высота его на уровне наибольшего развития растительной массы составляет 30–40 см, однако соцветия *Cervaria rivinii* возвышаются до 120 см. Местами развит моховый ярус из *Abietinella abietina*, покрывающий до 50 % почвы. Флористическая насыщенность изменяется от 44 до 64 видов на 100 м² (в среднем 54). Субассоциация описана в устье балки, впадающей в долину Судости между д. Марковск и д. Лукин. Фитоценозы распространены на юго-восточном склоне крутизной от 3 до 20°.

Вариант *Stipa pennata* объединяет наиболее остепнённые сообщества в верхней части склона на границе с байрачной дубравой. Его диагностируют *Stipa pennata* и *Galatella linosyris*. **Вариант *typica*** представляет типичные сообщества субассоциации.

Таблица 1

Характеризующая таблица ассоциации *Adonido vernalis-Anthericetum ramosi* ass. nov. prov.

Субассоциации	<i>melampyretosum nemorosi</i> (a)									<i>gypsophiletosum altissimae</i> (b)													<i>cervarietosum rivinii</i> (c)													Постоянство					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Номер описания																																									
Экспозиция склона	ЮЗ	ЮЗ	Ю	ЮЗ	3	3	Ю	3	3	-	ЮЗ	Ю	ЮЗ	ЮЗ	С3	Ю	ЮЗ	3	ЮЗ	ЮЗ	ЮЗ	ЮЗ	3	3	ЮЗ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	Ю	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	
Часть склона	В	В	В	В	В	В	В	В	В	С	С	В	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	В	В	В	Н	Н	Н	В	С	В	С	С	С	С		
Крутизна склона, град.	10	5	3	15	7	20	15	4	3	-	25	5	25	25	40	10	15	10	25	5	15	7	5	7	7	15	20	20	20	3	5	5	15	20	15	20	15	5	3	7	
ОПП травостоя, %	95	90	90	60	100	70	100	90	100	70	65	75	80	90	15	70	35	40	10	30	70	40	50	30	40	80	85	70	85	40	40	50	70	70	80	70	85	30	60	90	
ОПП мхов, %	-	-	-	-	-	5	-	-	-	45	5	-	-	-	40	1	40	70	7	25	1	30	30	15	1	-	-	-	50	50	20	-	-	-	30	-	-				
Средн. высота травостоя, см	25	30	25	30	50	10	40	40	50	10	5	30	10	10	5	5	5	5	5	3	15	10	3	15	20	30	35	30	30	10	15	30	30	20	35	5	20	40			
Число видов	31	27	24	44	54	55	55	65	72	39	33	20	32	20	47	35	59	66	44	38	50	63	57	39	48	58	47	44	46	56	63	64	61	56	49	47	56	60	57	48	
	a	b	c																																						

Д. в. асс. *Adonido vernalis-Anthericetum ramosi*

<i>Adonis vernalis</i>	+	+	р	+	.	+	+	+	+	+	1	+	2	1	.	1	+	+	.	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	V	V	V							
<i>Anthericum ramosum</i>	r	2	2	.	+	+	+	+	+	+	+	3	+	1	r	.	r	r	+	.	2	+	r	.	.	1	2	2	2	+	r	r	+	1	2	2	+	++	V	IV	V
<i>Aster amellus</i>	.	+	+	.	.	r	+	+	+	+	+	+	+	1	.	+	+	+	r	+	+	1	2	2	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	V	V	
<i>Festuca valesiaca</i>	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	V	IV	
<i>Carex humilis</i>	.	+	2	+	.	2	.	.	.	+	+	+	2	+	r	.	+	.	+	2	2	1	+	1	+	3	1	+	r	1	1	3	2	2	2	1	+	2	III	V	V
<i>Veronica incana</i>	.	+	+	+	.	+	r	.	r	.	.	.	+	+	.	r	r	+	.	r	+	.	.	r	+	+	.	.	.	r	+	+	+	.	.	.	IV	III	III		

Д. в. субасс. A. v.-A. r. *melampyretosum nemorosi*

<i>Melampyrum nemorosum</i>	2	+	.	+	2	r	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	I	I
<i>Dianthus fischeri</i>	.	r	r	+	+	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	I	I
<i>Carex contigua</i>	r	+	.	.	r	.	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I	.
<i>Amoria montana</i>	.	+	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.
<i>Trifolium alpestre</i>	1	.	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	I	.

Д. в. субасс. A. v.-A. r. *gypsophiletosum altissimae*

<i>Gypsophila altissima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	.	.
<i>Linum catharticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	V	I
<i>Potentilla heptaphylla</i>	.	+	r	.	.	+	.	.	.	+	1	r	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	IV	.
<i>Thymus ovatus</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	r	.	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	IV	I

Д. в. субасс. A. v.-A. r. *cervarietosum rivinii*

<i>Cervaria rivinii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	V	
<i>Lavatera thuringiaca</i>	r	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	V	
<i>Melilotus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	V	.
<i>Lithospermum officinale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	.
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	IV	
<i>Silene nutans</i>	.	.	.	.	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	IV	
<i>Allium oleraceum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	III
<i>Allium rotundum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	III

<i>Iris aphylla</i>	r	r	r	+	.	.	r	.	.	r	r	.	.	.	I	.	II						
Д. в. варианта <i>Stipa pennata</i>																																							
<i>Stipa pennata</i>	3							
<i>Galatella linosyris</i>	4								
Д. в. союза <i>Geranion sanguinei</i>																																							
<i>Fragaria viridis</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	V	V									
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	+	+	.	.	+	.	+	1	+	r	1	+	+	r	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	V	IV								
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	.	r	.	.	+	+	.	+	+	.	r	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	IV	IV									
<i>Campanula rapunculoides</i>	1	+	.	.	1	.	+	+	+	r	.	.	.	+	+	r	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	III	III									
<i>Veronica teucrium</i>	.	.	.	+	+	r	+	+	.	.	.	.	r	+	.	.	r	+	.	.	+	+	+	r	+	+	+	IV	II	V					
<i>Astragalus cicer</i>	1	+	+	r	+	.	.	r	+	.	.	1	+	+	+	+	+	+	+	II	II	V								
<i>Geranium sanguineum</i>	.	3	+	.	.	2	.	+	.	.	r	.	r	.	.	.	1	+	.	.	+	+	r	.	r	r	r	2	+	r	.	III	II	III					
<i>Anemone sylvestris</i>	r	+	.	+	+	+	.	.	r	.	.	r	.	.	+	.	.	+	II	I	II							
Д. в. порядка <i>Origanetalia</i> и класса <i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i>																																							
<i>Origanum vulgare</i>	1	r	.	+	1	+	+	1	+	.	r	r	+	+	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	V	V								
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	IV	V									
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	r	r	+	.	r	r	r	.	+	r	r	r	+	r	r	r	r	+	r	.	r	r	.	r	.	r	.	I	.	III								
<i>Clinopodium vulgare</i>	+	.	.	+	.	r	+	III	.	IV								
<i>Securigera varia</i>	r	+	.	.	+	.	+	.	+	+	.	1	+	.	+	.	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	IV	V										
<i>Hypericum perforatum</i>	r	.	.	.	+	r	.	+	r	.	.	.	r	+	+	r	r	+	r	r	+	.	.	r	+	.	III	IV	III										
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	.	+	r	+	.	+	r	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	II	IV										
<i>Viola hirta</i>	1	+	r	+	1	1	.	r	.	+	+	+	+	+	+	+	II	I	V							
<i>Inula salicina</i>	.	.	.	.	.	1	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	+	.	.	.	.	II	.	I
Д. в. класса <i>Festuco-Brometea</i>																																							
<i>Medicago falcata</i>	.	1	2	+	.	1	1	4	2	3	+	+	1	1	+	+	1	1	1	1	1	+	+	1	2	1	1	+	+	+	+	+	IV	V	V				
<i>Stachys recta</i>	+	+	1	+	r	+	+	.	+	1	+	+	2	2	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	V	V				
<i>Galium verum</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	r	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	V	V						
<i>Onobrychis arenaria</i>	.	1	+	.	.	r	+	.	+	r	r	.	+	.	+	.	r	+	r	r	.	r	+	.	r	+	.	r	+	.	III	III	II						
<i>Campanula sibirica</i>	.	+	.	.	+	r	.	r	+	+	r	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	V	IV								
<i>Centaurea scabiosa</i>	r	.	.	+	.	+	.	r	+	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	III	III	IV							
<i>Poa angustifolia</i>	+	.	.	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	III	V									
<i>Polygala comosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	IV	III					
<i>Salvia pratensis</i>	.	r	+	r	+	+	+	+	+	2	.	.	+	+	+	r	+	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	2	1	2	1	V	V					
<i>Seseli annuum</i>	.	.	r	r	.	r	r	.	+	.	r	.	r	+	.	r	r	r	.	r	.	r	+	.	r	r	r	III	III	II									
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	r	.	r	.	r	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	II	I	IV							
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	1	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	I	IV									
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>																																							
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.	3	3	+	+	.	1	3	2	2	2	.	2	2	2	2	2	+	.	3	1	1	+	+	+	2	1	+	II	V	IV
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	IV	V					
<i>Festuca pratensis</i>	+	+	+	+	+	+	II	II	III		
<i>Galium mollugo</i>	+	.	+	.	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	III	III								
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	III	III									

<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	I					
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	II					
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	I	III					
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	I					
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	III					
Сопутствующие виды																																				
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	+	+	+	1	2	1	+	r	r	.	r	.	.	.	r	1	+	+	.	r	2	1	1	+	.	+	V	II	IV							
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	V	IV								
<i>Galium tinctorium</i>	.	+	.	r	+	+	.	r	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	III	V								
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	.	+	.	+	.	+	r	r	.	r	+	r	+	r	.	r	r	+	r	.	III	II	IV						
<i>Pimpinella saxifraga</i>	r	.	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	r	r	r	r	.	r	r	.	.	II	IV	II							
<i>Bromopsis inermis</i>	.	.	.	1	.	1	+	+	2	.	.	2	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	1	+	2	.	+	IV	II	IV				
<i>Daucus carota</i>	+	r	.	r	.	.	+	+	+	r	+	+	.	+	+	+	+	+	r	.	.	r	+	+	II	IV	III			
<i>Cichorium intybus</i>	+	r	.	+	.	r	.	+	r	.	.	r	.	r	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	.	IV	II	I						
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+	+	r	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	III	III							
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	1	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	I	IV	II				
<i>Anthemis tinctoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	III		
<i>Acinos arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	III		
<i>Prunella grandiflora</i>	.	+	1	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	.	r	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	III	II	III							
<i>Helictotrichon pubescens</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	IV	.							
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	III	IV			
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV	III	V			
<i>Medicago lupulina</i>	r	.	.	+	r	r	r	+	r	.	.	.	+	+	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	+	+	+							
<i>Linaria vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	II	IV	II
<i>Euphorbia virgata</i>	+	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	r	.	II	I	II						
<i>Abietinella abietina</i>	1	.	.	.	3	1	.	.	3	1	3	4	2	2	1	3	3	2	1	.	.	3	3	2	.	.	.	3	.	I	V	II

Единично встречены: *Acer platanoides* im. – 12 (r), *Agrostis tenuis* – 5 (I), 8, 9 (+), *Ajuga genevensis* – 7, 19, 26 (+), 17, 18, 25, 31, 32, 37 (r), *Anthyllis macrocephala* – 6, 25, 38 (r), 15, 19 (+), *Amoria repens* – 30, 31 (+), 38 (r), *Astragalus glycyphyllos* – 9 (r), *Betula pendula* im. – 8, 9 (r), *B. pubescens* im. – 9 (r), *Botrychium lunaria* – 15 (r), *Brachypodium pinnatum* – 1 (+), 7 (2), *Briza media* – 2, 22, 23, 34, 37 (+), 5, 8, 30, 38 (r), *Calamagrostis epigeios* – 1, 4, 7, 21, 26-28, 33-35 (+), 14 (r), *Campanula rotundifolia* – 5, 6, 15, 18 (+), 19 (r), *Carduus nutans* – 28, 32, 33, 39 (r), *Carex digitata* – 4, 15 (+), 10, 18, 20 (r), *C. hirta* – 38 (r), *C. leporina* – 34 (r), *C. praecox* – 8 (+), *C. sp.* – 4 (3), 5 (r), *Carlina biebersteinii* – 26, 30, 31, 38, 39 (r), *Centaureum pulchellum* – 24 (r), *Cerastium holosteoides* – 8 (+), *Conyza canadensis* – 32, 33 (+), 39 (r), *Corlus avellana* – 2, 5, 8, 9, 28, 35 (r), 12, 27, 29 (+), *Dactylis glomerata* – 1, 7-9, 31, 32 (+), 10 (r), *Deschampsia cespitosa* – 5 (r), *Elytrigia repens* – 5, 32, 37 (+), 7, 33 (r), *Erigeron acris* – 32 (+), 33 (r), *Eupatorium cannabinum* – 18 (r), *Euphrasia stricta* – 6, 15, 18, 22 (+), 9 (r), *Falcaria vulgaris* – 34 (+), *Festuca rubra*, *Frangula alnus* im. – 15 (r), *Gallium boreale* – 7, 21, 26, 28, 35, 40 (+), 36 (r), *Genista tinctoria* – 3, 19, 28, 29 (r), 5, 6, 40 (+), *Gentiana cruciata* – 26 (r), *Glechoma hederacea* – 10, 30, 33 (r), 17, 18, 31, 32, 38, 39 (+), *Helichrysum arenarium* – 4 (+), 21 (r), *Hieracium umbellatum* – 1, 9 (r), *Inula hirta* – 21 (r), *Koeleria cristata* – 36 (r), *K. sp.* – 5 (r), *Lathyrus niger* – 1, 9 (r), *Leontodon autumnalis* – 23 (r), *Luzula multiflora* – 5 (r), *L. pallidula* – 8 (+), *Melica nutans* – 27, 35 (r), *Melilotus albus* – 8, 17, 18, 20, 22, 23 (r), *Myosotis micrantha* – 19 (r), *Nonea pulla* – 16 (r), *Odontites vulgaris* – 6 (r), *Orobanche alba* – 13, 17, 18, 23 (r), *O. libanotidis* – 23 (r), *O. sp.* – 18, 26, 36, 38 (r), 22, 40 (+), *Pastinaca sativa* – 15 (+), *Peucedanum oreoselinum* – 5 (+), *Phalacrotopoma annua* – 32 (+), 39 (r), *Phlomoides tuberosa* – 4 (+), 29, 36 (r), *Physocarpus opulifolius* – 7, 15, 17 (r), *Picris hieracioides* – 8 (+), 18, 22 (r), *Pinus sylvestris* im. – 15 (r), *Plantago media* – 4-6, 15, 21, 26, 28 (+), *Poa palustris* – 5 (1), *P. pratensis* – 4, 7 (+), 5 (2), *Polygonatum odoratum* – 5 (r), *Populus tremula* im. – 28 (+), 29 (r), *Potentilla alba* – 5 (+), *P. argentea* – 4 (+), 8, 18, 31-33 (r), *P. sp.* – 4, 6, 17, 18 (+), *Primula veris* – 16, 31, 39 (+), *Pyrethrum corymbosum* – 26, 40 (+), 29 (r), *Pyrus pyraster* im. – 10, 24, 33 (r), *Quercus robur* im. – 8, 15 (r), *Scorzonera purpurea* – 4 (+), 5, 21 (r), *Sedum maximum* – 5 (r), *Senecio jacobaea* – 6, 21 (r), 8 (+), *Seseli libanotis* – 9 (r), *Oberna behen* – 8 (+), 9 (r), *Solidago virgaurea* – 10 (r), 12 (+), *Sonchus asper* – 17 (r), *Sorbus aucuparia* im. – 15 (+), 19 (r), *Stachys annua* – 32 (r), *S. officinalis* – 5, 9 (+), 38 (r), *Stellaria graminea* – 5 (+), 8, 9 (r), *Steris viscaria* – 1, 2, 13 (+), 9 (r), *Thalictrum flavum* – 10 (r), *Tragopogon orientalis* – 1, 8, 9 (r), *Trifolium arvense* – 1, 7 (r), 4, 9 (+), *T. pratense* – 8, 22, 23 (+), 30 (r), *Ulmus sp.* im. – 8 (r), *Vicia cracca* – 8 (+), 9, 22 (r), *Viola rupestris* – 6, 17, 21, 22, 32, 33, 37 (r), 18, 31, 39 (+).

Локализация описаний: Брянская обл., Погарский р-н. Оп. 1-26 – балка, впадающая в долину р. Судость возле юго-восточной окраины д. Марковск: оп. 1-3 – 16.07.2008; оп. 10, 11 – 16.08.2008; оп. 12 – 17.08.2008; оп. 13, 14 – 17.07.2008, автор А. Д. Булохов; оп. 7-9, 22-25 – 17.07.2008; оп. 4-6, 15, 17-19, 21 – 19.07.2008; оп. 16, 20 – 23.07.2008, авторы Е. А. Аверинова, С. В. Москаленко; оп. 26-40 – устье балки, впадающей в долину р. Судость в 1,5 км к западу от д. Марковск (между д. Марковск и д. Лукин): оп. 26-29, 38-40 – 22.07.2008; оп. 30-37 – 23.07.2008, авторы Е. А. Аверинова, С. В. Москаленко.

The rare calciphyte margin communities are described on the territory of the reservation Markovsk Mountains (Bryansk region). One new association and three subassociations are established. Their characteristic is done.

The key words: calciphyte communities, *Trifolio-Geranietea*, syntaxonomy, the reservation, Bryansk region.

Список литературы

1. Скворцов А. К. Кальцефильная флора на юге Погарского района Брянской области // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 5. С. 77–83.
2. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья–95, 1995. 990 с.
3. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Wien, N.-Y., 1964. 865 S.
4. Weber H. E., Moravec J., Theurillat D.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd editorial // Journal of Vegetation Science. 2000. Vol. 11. N 5. P. 739–768.

Об авторах

Аверинова Е.А. – старший преподаватель Брянского государственного университета имени академика И.Г.Петровского

Булохов А.Д. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru

УДК – 581.526.427

СИНТАКСОНОМИЯ СТЕПЕЙ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Аверинова

В статье разработана синтаксономия степей Тульской области. Установлены 2 новые ассоциации, дана их характеристика.

Ключевые слова: степи, *Festuco-Brometea*, ассоциация, синтаксономия, Тульская область.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного военно-исторического и природного музея-заповедника «Куликово поле».

В связи с расположением на границе лесной и лесостепной зон [1] для Тульской области характерно высокое фитоценотическое разнообразие. Особый интерес вызывают сохранившиеся на склонах балок и речных долин степные участки, распространённые в основном в юго-восточной (лесостепной) части области. Большинство из них объявлены памятниками природы регионального статуса. Юго-восточная часть Тульской области расположена на северо-востоке Среднерусской возвышенности, в бассейне Верхнего Дона, и относится к подзоне северной лесостепи. Ландшафтообразующими коренными породами являются девонские известняки, в почвенном покрове доминируют типичные чернозёмы [2]. Климат умеренно континентальный. Среднегодовая сумма осадков – 470 мм [3].

Материал и методика

В 2009 г. нами выполнено 70 геоботанических описаний степных сообществ на пробной площади 100 м². Классификация проведена по методу Браун-Бланкета [7]. Названия синтаксонов даны согласно Кодексу фитосоциологической номенклатуры [8], названия сосудистых растений – по С. К. Черепанову [4]. Установлены две новые ассоциации.

Продромус

Класс *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. in Br.-Bl. 1949

Порядок *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. et R. Tx. ex Br.-Bl. 1949

Союз *Festucion valesiacae* Klika 1931

Подсоюз *Bupleuro falcati-Gypsophilenion altissimae* Averinova 2005

Acc. *Stachyo rectae-Echinopetum ruthenici* ass. nov. prov.

Субасс. *S. r.-E. r. centauretosum ruthenicae* subass. nov. prov.

Субасс. *S. r.-E. r. stipetosum capillatae* subass. nov. prov.

Var. *Astragalus onobrychis*, *typica*

Acc. *Gentiano cruciatae-Stipetum pennatae* ass. nov. prov.

Субасс. *G. c.-S. p. solidaginetosum virgaureae* subass. nov. prov.

Субасс. *G. c.-S. p. stipetosum pulcherrimae* subass. nov. prov.

Субасс. *G. c.-S. p. typicum* subass. nov. prov.

Ниже даётся характеристика установленных синтаксонов.

Подсоюз *Bupleuro falcati-Gypsophilenion altissimae* Averinova 2005

Диагностические виды: *Anthemis tinctoria*, *Astragalus austriacus*, *Bupleurum falcatum*, *Centaurea pseudomaculosa*, *Gypsophila altissima*, *Helianthemum nummularium*, *Jurinea arachnoidea*, *Poa compressa*, *Polygala sibirica*, *Salvia verticillata*. Подсоюз объединяет кальцефитные луговые степи, распространённые на склонах балок и речных долин с выходом на поверхность карбонатных пород. Характерной особенностью фитоценозов является сочетание кальцефильных видов с типичными степными растениями. Подсоюз был впервые описан в Курской области (юго-западная часть Среднерусской возвышенности) [5]. Проведённые исследования расширяют его ареал в северо-восточном направлении.

Ассоциация *Stachyo rectae–Echinopetum ruthenici* ass. nov. prov. (табл. 1, оп. 1–22).

Диагностические виды: *Anthericum ramosum*, *Asperula cynanchica*, *Centaurea sumensis*, *Echinops ruthenicus*, *Euphorbia subtilis*, *Galium octonarium*, *G. tinctorium*, *Stachys recta*, *Trommsdorffia maculata*, *Vincetoxicum hirundinaria*. Состав доминантов и облик сообществ различны в зависимости от принадлежности к разным субассоциациям. Общее проективное покрытие травостоя варьирует от 40 до 80 % (среднее – 60 %), средняя высота его изменяется от 10 до 25 см. Моховый ярус в большинстве фитоценозов не выражен, лишь на некоторых участках отмечена *Abietinella abietina* с покрытием до 5 %. Флористическая насыщенность колеблется от 35 до 53 видов на 100 м² (в среднем 46). Сообщества занимают верхние и средние части крутых (15–45°) склонов южной, юго-восточной, юго-западной, реже западной экспозиции с сильноэродированными чернозёмами и выходами известнякового щебня.

Субассоциация *S. r.–E. r. centauretosum ruthenicae* subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 1–5). Диагностические виды: *Anemone sylvestris*, *Campanula altaica*, *Centaurea ruthenica*, *Gypsophila altissima*, *Helianthemum nummularium*, *Helictotrichon desertorum*, *Polygonatum odoratum*, *Sanguisorba officinalis*. Облик сообществ определяют ярко-зелёные дерновины *Carex humilis*, покрывающие до 40 % площадки. Иногда в роли содоминантов выступают *Anthericum ramosum* и высокослойный *Centaurea ruthenica*. Высота травяного яруса на уровне наибольшего развития растительной массы – 10–15 см, хотя генеративные побеги *Centaurea ruthenica* имеют высоту 100–130 см. Проективное покрытие травостоя составляет 50–55 %. Моховый ярус отсутствует. Флористическая насыщенность варьирует от 43 до 52 видов на 100 м² (в среднем 48). Сообщества описаны на крутом (25–35°) правом коренном склоне долины р. Непрядва западной экспозиции в пределах ООПТ «Урочище Нижний Дубик».

Субассоциация *S. r.–E. r. stipetosum capillatae* subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 6–22).

Диагностические виды: *Echium russicum*, *Leucanthemum vulgare*, *Linum flavum*, *Polygala sibirica*, *Stipa capillata*. Облик сообществ различен в зависимости от состава доминантов. Проективное покрытие травостоя варьирует от 40 до 80 % (в среднем 60) при высоте 10–25 см. В ряде фитоценозов развит моховый ярус из *Abietinella abietina* с покрытием до 5 %. На 100 м² встречается от 35 до 53 видов (в среднем 46). Сообщества распространены на южных, юго-восточных и юго-западных склонах крутизной 15–45°.

Вариант *Astragalus onobrychis* (табл. 1, оп. 16–22) диагностируют *Allium flavescens*, *Astragalus austriacus*, *A. onobrychis*, *Hypericum elegans*, *Iris aphylla*, *Lithospermum officinale*, *Salvia verticillata* (dom.), *Scorzonera hispanica*. В составе сообществ константны степные виды, произрастающие в Тульской области на северной границе ареала (*Astragalus onobrychis*, *A. austriacus*, *Galium octonarium*, *Scorzonera hispanica*) [6]. Облик большинства фитоценозов определяет *Salvia verticillata*, создающий во второй половине лета фиолетовый аспект. Местами содоминирует и аспектирует *Anthericum ramosum*. Ценозы описаны на крайнем юго-востоке Тульской области на границе с Липецкой (ООПТ «Урочище Рыхотка»).

Вариант *typica* (табл. 1, оп. 6–15) не имеет собственных диагностических видов. Сообщества полидоминанты. В начале лета на одних участках был отмечен ярко выраженный светло-жёлтый аспект *Linum flavum*, на других – серебристый *Stipa pennata*. Во второй половине лета ярко-синий аспект создаёт *Echinops ruthenicus*.

Ассоциация *Gentiano cruciatae–Stipetum pennatae* ass. nov. prov. (табл. 1, оп. 23–43).

Диагностические виды: *Artemisia campestris*, *Gentiana cruciata*, *Jurinea arachnoidea*, *Pedicularis kaufmannii*, *Seseli annuum*, *Stipa pennata* (dom.), *Veronica spicata*. Состав доминантов варьирует. Проективное покрытие травостоя колеблется от 50 до 100 % (в среднем 70), высота – от 5 до 40 см (средняя – 20). Из мхов изредка встречаются *Funaria hygrometrica* и *Abietinella abietina*. Флористическая насыщенность колеблется от 37 до 61 вида на 100 м² (в среднем 47). Сообщества приурочены к гораздо менее крутым и эродированным склонам по сравнению с предыдущей ассоциацией, в связи с чем в их составе слабее представлены кальцефилы подсоюза *Bupleuro falcati-Gypsophilenion altissimae* и сухолюбивые степные виды класса *Festuco–Brometea*. Ценозы занимают преимущественно верхнюю часть склонов крутизной 5–25° и пологие (1–3°) прибалочные и придолинные склоны с эродированными карбонатными чернозёмами и примесью известнякового щебня. Экспозиция чаще всего юго-западная.

Субассоциация *G. c.–S. p. solidaginetosum virgaureae* subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 29–38). Диагностические виды: *Centaurea jacea*, *Cirsium polonicum*, *Lavatera thuringiaca*, *Solidago virgaurea*, *Vicia cracca*. Доминируют *Stipa pennata*, *Salvia pratensis*, *Galium verum*, *Agrimonia eupatoria*. На некоторых участках облик сообществ определяет кустарниковый ярус из *Chamaecytisus ruthenicus* высотой 80–100 см, покрывающий от 20 до 60 % площадок. Проективное покрытие травостоя меняется от 50 до 95 % (среднее – 75), высота его составляет 15–40 см. Флористическая насыщенность варьирует от 37 до 55 видов на 100 м² (в среднем 45). Фитоценозы занимают пологий правый придолинный склон р. Дон в пределах ООПТ «Урочище Татинки». Границят с нагорной дубравой.

Субассоциация *G. c.–S. p. stipetosum pulcherrimae* subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 39–43). Диагностические виды: *Carlina biebersteinii*, *Echinops ruthenicus*, *Phleum pratense*, *Potentilla argentea*, *Stipa pulcherrima* (dom.), *Veronica teucrium*. Облик фитоценозов определяет доминант *Stipa pulcherrima*. Травостой очень густой (общее проективное покрытие 80–100 %). Высота его составляет 20–40 см. Моховый ярус обычно отсутствует. Флористическая насыщенность колеблется от 41 до 61 вида на 100 м² (в среднем 50). Субассоциация обнаружена только в пределах ООПТ «Урочище Средний Дубик» на правом пологом (3°) юго-западном придолинном склоне р. Средний Дубик, где её сообщество занимает площадь около 5 га. Почвы – перерывные чернозёмы без выходов известняка.

Субассоциация *G. c.–S. p. typicum* subass. nov. prov. (табл. 1, оп. 23–28) собственных диагностических видов не имеет. В травостое с общим проективным покрытием 50–95 % и высотой 8–25 см господствуют *Stipa pennata* и *Carex humilis*, местами заметна фитоценотическая роль *Salvia pratensis*. На 100 м² отмечается от 37 до 49 видов (в среднем 45). Сообщества занимают преимущественно верхнюю часть склонов крутизной 15–25°.

Таблица 1

Характеризующая таблица ассоциаций *Stachyo rectae-Echinopetum ruthenici* ass. nov. prov. (1-22) и
Gentiano cruciatae-Stipetum pennatae ass. nov. prov. (23-43)

Ассоциации	<i>Stachyo rectae-Echinopetum ruthenici</i>															<i>Gentiano cruciatae-Stipetum pennatae</i>																																	
Субассоциации	<i>centaure-tosum ruthenicae</i> (a)					<i>stipetosum capillatae</i>										<i>typicum</i> (d)					<i>solidaginetosum virgaureae</i> (e)					<i>stipetosum pulcherri-mae</i> (f)																							
Варианты						<i>typica</i> (b)					<i>Astragalus onobrychis</i> (c)																																						
№ описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43						
Экспозиция склона	3	3	3	3	3	Ю3	Ю	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю	Ю	Ю	Ю	Ю	Ю	Ю	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3	Ю3				
Часть склона ¹	в	в	в	в	в	с	н	с	в	н	с	с	с	с	н	с	с	в	в	с	с	в	с	в	в	в	в	п	в	с	п	п	п	п	с	п	с	н	в	в	п	п	п	п	п				
Кругизна склона, град.	35	30	30	25	30	30	45	35	35	15	35	25	35	45	20	20	20	15	20	20	20	25	20	25	7	15	25	3	25	7	2	1	2	2	10	3	15	15	5	7	2	2	3	3					
ОПП ² травостоя, %	50	55	50	50	50	50	50	40	40	70	50	60	50	60	40	65	60	70	70	80	70	70	60	50	95	70	60	75	50	80	95	95	50	80	90	50	70	70	70	90	80	80	1	0	0	1	0	0	
ОПП мхов, %	-	-	-	-	-	5	-	-	-	5	-	5	0	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	5	-	-	20	-	0	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	.5				
Сред. выс. травостоя, см	15	15	10	10	10	10	10	10	10	25	15	15	15	15	15	10	15	15	20	25	20	20	10	8	7	15	10	10	10	20	40	40	5	35	20	15	25	20	15	15	15	15	20	25					
Число видов	43	46	50	50	52	47	35	47	35	41	43	45	47	46	52	45	51	53	50	51	47	50	45	49	42	49	38	49	45	37	45	52	48	42	45	37	44	55	49	46	42	61	52	a	b	c	d	e	f

Д. в. асс. *Stachyo rectae-Echinopetum ruthenici*

<i>Echinops ruthenicus</i>	.	+	+	+	+	r	1	1	1	2	+	1	r	2	2	+	+	1	+	+	+	1	1	.	.	.	r	1	++	2	1	I	V	V	V	V	I	V						
<i>Stachys recta</i>	1	+	+	+	+		.	+	+	+	r	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I			
<i>Anthericum ramosum</i>	+	2	+	+	+	+	2	+	r	.	.	r	.	r	.	2	r	2	+	r	3	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I		
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I		
<i>Centaurea sumensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	1	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I	
<i>Trommsdorffia maculata</i>	.	+	r	+	r		.	.	.	r	.	r	.	r	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I	
<i>Euphorbia subtilis</i>	.	r	.	.	r		r	r	.	r	.	r	.	r	.	.	.	r	g	.	+	.	r	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I		
<i>Asperula cynanchica</i>	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	r	r	I	I	I	V	V	V	V	V	V	
<i>Galium tinctorium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	V	V	V	V	V	I	I	I	I	I	I
<i>Galium octonarium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

Д. в. субасс. *S. r.-E. r. centauretosum ruthenicae*

<i>Centaurea ruthenica</i>	2	+	+	r	+	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Gypsophila altissima</i> (BG) ³	.	r	+	+	+	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

<i>Anemone sylvestris</i>	+	+	+	+	+	++ +	. . . + r . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	+ . . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	VII	II	I
<i>Polygonatum odoratum</i>	+	r	r	r	.	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	.
<i>Helianthemum nummularium (BG)</i>	+	+	+	.	+	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	r	r	.	.	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	I
<i>Campanula altaica</i>	.	.	r	r	.	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	III
<i>Helictotrichon desertorum</i>	.	.	.	+	r	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	III
Д. в. субасс. <i>S. r.-E. r. stipetosum capillatae</i>														
<i>Stipa capillata</i>	.	.	.	.	.	++ r . 1 . r + r 1	++ + + + + + +	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	+	+	I
<i>Linum flavum</i>	.	.	.	.	.	++ + + + 1 r 1 +	++ r r . . +	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	V
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	.	.	+ . . + + . + + .	++ + r + + .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	+	r	II
<i>Echium russicum</i>	.	.	.	.	.	r . . . + . r r r +	r r r	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	III
<i>Polygala sibirica (BG)</i>	.	.	.	.	.	+ . . r . r . + r r	. . . . . r	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	I
Д. в. вар. <i>Astragalus onobrychis</i>														
<i>Salvia verticillata (BG)</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . . . .	2 3 2 3 2 2 1	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	V
<i>Astragalus onobrychis</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . . . .	+ 1 + r 2 + +	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	V
<i>Allium flavescens</i>	.	.	.	.	.	r + r r .	+ r r . r r r r	+ . . + . + . r + . + . r	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	IV
<i>Hypericum elegans</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . . . .	r r r + r r .	. . . . . . . . . .	r . . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	r	.	V
<i>Iris aphylla</i>	+	r	.	.	.	. + . . . . . . . .	r + + . + + .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	III
<i>Astragalus austriacus (BG)</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . . . .	+ . r . . . +	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	I
<i>Scorzonera hispanica</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . . . .	. + r . r . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	II
<i>Lithospermum officinale</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . . . .	. . + . r r .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	. . . . . . . . . .	.	.	I
Д. в. acc. <i>Gentiano cruciatae-Stipetum pennatae</i>														
<i>Stipa pennata</i>	1	+	+	+	1	+ . . + 1 r 3 + + +	. + 1 + + 1 .	2 . 3 2 2 2	+ 1 2 2 3 1 2 + + 3	. + + 1	. + + 1	.	V	I
<i>Seseli annuum</i>	.	.	.	.	.	r . r . . . . . . . .	. . r	r r + r + +	+ + r r + + + r r +	r + +	r + +	+	.	V
<i>Veronica spicata</i>	.	.	.	+	+	. . . . . r . . +	. . . . . . . . . .	+ r + . . +	+ r + + . + + r + +	r + +	r + +	+	.	I
<i>Jurinea arachnoidea (BG)</i>	.	.	.	r	r	. . . . . . . . . .	r	+ . . + + +	r . r + r . + r . + + . +	+	+	.	II	
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	.	r	r	. . . +	r	+ . r + + +	+ . . + r r + r . + . .	.	.	r	II	
<i>Gentiana cruciata</i>	.	.	r	.	.	. . . . . . . . . .	r . r . r r	+ + + + r + + r + +	+ . +	.	.	I	I	

<i>Pedicularis kaufmannii</i>	r r r r + .	r . . . + . r r + r	V _I III
Д. в. субасс. <i>G. c.-S. p. solidaginetosum virgaureae</i>															
<i>Solidago virgaurea</i>	r + + r r . g . . r	. +	I V
<i>Centaurea jacea</i>	r r . r . + r + + +	V
<i>Vicia cracca</i> + + + . + . + + +	. . +	I I V
<i>Cirsium polonicum</i>	r r r . r g . r . r	. . .	r	r	r	r	II . I V III
<i>Lavatera thuringiaca</i>	r . . . g . g r g	I III I I
Д. в. субасс. <i>G. c.-S. p. stipetosum pulcherrimae</i>															
<i>Stipa pulcherrima</i>	4 5 5	3	5	.	.	V
<i>Veronica teucrium</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	r . . . + . . + r . . . r	. + +	+	+	I	I III V
<i>Carlina biebersteinii</i>	r	.	r	.	.	r + +	+	r	.	I	V
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	.	+	.	.	r	.	r + +	+	+	I I	III V
<i>Phleum pratense</i> +	+	r	.	.	III I
Д. в. союза <i>Festucion valesiacae</i> и порядка <i>Festucetalia valesiacae</i>															
<i>Adonis vernalis</i>	+	+	+	1	+	++ 1 1 ++ + + .	+ + 1 1 1 + 1	1 + + r	V V V I V
<i>Onobrychis arenaria</i>	.	.	.	.	.	+. + + + + + + + + .	. + r r + . .	+ + + + + + + . + + + + + + + 1	+ + +	+	+	+	.	V I V V V
<i>Thymus marschallianus</i>	.	.	+	+	+	+. . + . + . + + .	+ +	+ + + + + + r . . . r f . . + + + + + + +	+	+	+	+	+	III II III V I V	
<i>Campanula sibirica</i>	.	.	r	r	+	++ + r	r r r	r r . + + + r . . + r . + . r . + . r + . +	.	.	.	.	.	III II I V I I
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	.	+	+	+	+	++ + + . + . r + r	+ r + r r r + +	+ . r + . + . r + . + . + + . + + . +	+	+	+	+	+	I I V I I V	
<i>Scorzonera purpurea</i>	.	r	r	.	+	. r + . + . r . + +	. + r . r . r	. r r r + . . r . + . . r . + . . r . + + +	+	+	+	+	+	III III I II V	
<i>Veronica jacquinii</i>	+	+	+	+	+	.. . + + r + r + +	. + r r + + r	+ + + + + + r + + + + + + + + . . .	.	.	.	.	.	V V V V I
<i>Trinia multicaulis</i>	+	r	.	.	.	+ r r . . . r r . .	. . . . r . r	. . . . r . . r . . . . . . . . . .	.	.	.	.	.	III I II ..
Д. в. класса <i>Festuco-Brometea</i>															
<i>Salvia pratensis</i>	1	1	+	+	+	++ + + 1 ++ + 2	+ + . + + + 2	+ 2 + 1 1 +	1 2 2 2 2 2 1 1 2 2	1 1 2	2	2	2	V V V V V V	
<i>Filipendula vulgaris</i>	+	+	+	+	.	++ + + + + + .	+ + + + + + +	+ + + + + + +	+ + + 1 + + + + + + + + + +	+	+	+	+	I V V V V V V	
<i>Fragaria viridis</i>	+	+	+	+	+	++ + + + + 1 + + 1	+ + + + + + +	r 2 + + + +	+ + 2 + + 1 + + + + + + 1	+	+	+	+	V V V V V V V	
<i>Carex humilis</i>	2	3	3	3	2 2 2 + + + 1 + +	2 . 1 + + + 2	2 3 2 2 2 2	. . . r . . r . r +	2 + .	.	.	.	.	V V V V V II II
<i>Poa angustifolia</i>	+	+	+	+	+	. . + + + + + + .	+ + + + + + +	+ + + + + +	. + + + + + + 1 + + + + +	+	+	+	+	V V V V V V V	
<i>Phlomoides tuberosa</i>	+	.	.	.	.	r . . + + + + r + +	. + + + + + r	. . + r r .	r . . r . + . r + . r .	.	.	.	.	I V II III I
<i>Centaurea scabiosa</i>	+	.	+	+	r	. + . r + . + .	+ + + + + + +	+ . + + + +	+ + + + + + + 1 + + r . .	.	.	.	.	I III V V V III

<i>Festuca valesiaca</i>	+	+	+	+	+	++ + + + + + . .	r . . r . +	++ . + + +	+ . + + + + + r +	++ +	+	V	I	III	V	V	
<i>Galium verum</i>	+	+	+	+	+	++ + + + + + + +	++ + + + + + +	+ 1 + + + +	+ 2 1 + + 2 + 1 2 +	++ +	1	+	V	V	V	V	V
<i>Medicago falcata</i>	+	+	+	+	+	++ + . . + + + +	++ + + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + + + + + +	++ +	+	V	I	V	V	V	
<i>Astragalus danicus</i>	+	+	+	+	r	+ . . + + + + . +	. . . + + . .	+ + + + + +	+ . + + + + + + + + +	++ +	+	V	III	I	V	V	
<i>Koeleria cristata</i>	+	+	+	+	.	. + + . + . + . +	. . . . r . +	+ + . + .	. . . + + . . . . .	.	+	I	II	II	I	I
<i>Polygala comosa</i>	.	.	.	.	.	. . . . + . + + r	. . . . .	. . . + .	. . . . + . . . .	.	.	II	.	I	I	.
<i>Potentilla heptaphylla</i>	.	+	+	+	+	+ . +	+	+ + + + +	. + + + . . . + + . +	.	.	I	I	V	III	III	
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	.	r	+	. . . . . r . +	. . . . .	. . + . .	. . . . . . . .	.	.	III	I	I	.	.
Д. в. класса <i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i>																	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+	.	+	+	+	++ 2 1 + 1 + 1 1	++ + + + + +	+ 1 + + + +	2 1 2 + + 1 + 2 + 1	+ 1 .	1	+	I	V	V	V	I
<i>Amoria montana</i>	+	+	+	+	+	+ . . + + + + + +	+ + + r r + +	+ 1 + + 1 +	+ + + + + + + + + +	++ +	+	V	I	V	V	V	
<i>Thalictrum minus</i>	+	+	r	.	.	r . + + 1 + + + + 1	+ + + + + + +	+ 1 1 + 2 +	+ + + + + + + r 1 +	++ +	+	III	I	V	V	V	
<i>Securigera varia</i>	.	.	.	.	.	. + + + r + . . +	+ + + + + + +	+ . + + . +	+ + . . r . . + + r + . .	.	.	II	V	I	III	I
<i>Viola hirta</i>	.	.	.	.	.	++ + . + . + . .	r + + r r + +	. + . . .	. . . r + . . + . + + +	.	.	II	V	I	III	V
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . r .	r . r . . .	r . r r r +	r r r r r . . .	.	.	I	II	V	III	.
<i>Campanula rapunculoides</i>	+	.	r	.	.	. . . + . . . .	. + r r . . r	. . . . .	r r . . + + . . + r r . .	.	.	III	I	III	III	I
<i>Hypericum perforatum</i>	+	.	.	.	.	. . . . . + . + .	. . r . . .	. + . . .	. + . . r + . . + r . .	.	+	r	I	I	I	II
Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>																	
<i>Senecio jacobaea</i>	.	r	r	.	r	r . r	r r r . . r r	r . r + r r	r + r r . . r . . r	. + .	+	r	III	I	V	I	III
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	++ + . . . . + .	. . . . . . r	. + . . . r	. . r + + . + . . .	++ .	+	.	II	I	III	V
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.	. . . . . + . . .	. . . . . . r	. + . . . .	. . . . . + . . . + . . .	.	.	.	I	I	I	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	.	.	.	. . . . . . . .	. . . . . . .	. r . . . .	. . . . . + . . . + . . .	+	.	.	..	I	I	III
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>																	
<i>Euphorbia virgata</i>	.	.	+	.	r	. . + + + + + + +	. + + + r + r	+ . + + + +	. . . + r r r r r + +	++ .	+	+	II	V	V	I	I
<i>Bromopsis inermis</i>	+	.	+	.	.	. + + . + + + + +	+ + + + + + +	. + + + . +	+ + + + + 2 + . . .	+ . .	+	+	III	V	I	I	II
<i>Nonea pulla</i>	+	r	r	.	r	r . . . r . . . r	. . . . .	r r . r r r	r r	. + .	.	I	II	V	I	I
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	.	.	. . . + . + . r . r	. r . . . + .	. . . r . +	r . . . + . + . + r + .	+	.	.	II	III	III	I
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	.	.	.	+	. . . + + . . + +	. + + + .	+ + + + . .	+ + . + . + + .	+	+	III	II	I	III	I	

	Сопутствующие виды										
<i>Picris hieracioides</i>	I
<i>Echium vulgare</i>	+	.	.	r	.	.	r	.	r	.	V
<i>Knautia arvensis</i>	.	r	.	.	r	.	.	++	r	r	I
<i>Galium boreale</i>	+	+	+	+	1	++	r	2	2	1	V
<i>Achillea millefolium</i>	++	.	++	++	V
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	+	+	1	+	+	+	.	..	r	.	V
<i>Eryngium planum</i>	r	r	.	r	.	V
<i>Elytrigia intermedia</i>	.	.	.	+	++	+	1	V
<i>Hieracium bauhini</i>	.	.	+	++	++	.	V
<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	+	+	r	r	+	.	.	r	.	V
<i>Plantago media</i>	.	.	.	r	r	.	.	.	r	+	V
<i>Genista tinctoria</i>	++	2	V
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	++	..	++	V
<i>Campanula rotundifolia</i>	+	+	+	+	+	++	V
<i>Eremogone micradenia</i>	.	r	.	.	.	.	..	++	.	..	V
<i>Falcaria vulgaris</i>	r	.	.	.	V
<i>Allium oleraceum</i>	+	.	.	.	r	.	.	r	r	.	V
<i>Allium rotundum</i>	r	.	.	.	.	V
<i>Carex contigua</i>	V
<i>Malus sp.</i>	r	r	+	r	r	V
<i>Orobanche sp.</i>	r	.	r	r	.	V
<i>Viola rupestris</i>	+	V
<i>Prunus spinosa</i>	r	r	.	.	.	V
<i>Abietinella abietina</i>	1	.	..	1	1	+	V
<i>Funaria higrometrica</i>	2	.	V

Примечание. Часть склона¹: н – нижняя, с – средняя, в – верхняя, п – прибалочная или придолинная; ОПП² – общее проективное покрытие; (BG)³ – диагностические виды подсоюза *Bupleuro falcati–Gypsophilenion altissimae Averinova 2005*.

Единично встречены: *Achillea nobilis* – 5, 11, 14 (r), 8 (+), *Agrostis tenuis* – 42 (+), *Ajuga genevensis* – 5 (r), *Alchemilla vulgaris* – 40, 42 (+), *Anthemis tinctoria* – 8 (+), *Anthyllis macrocephala* – 6 (+), 35, 39 (r), *Arenaria serpyllifolia* – 15 (r), *Arrhenatherum elatius* – 10, 14 (+), 24 (r), *Artemisia absinthium* – 14 (+), *A. vulgaris* – 19 (r), *As-*

paragus officinalis – 15 (r), *Astragalus cicer* – 36 (r), *Bunias orientalis* – 12, 29 (r), *Campanula bononiensis* – 25, 36 (r), 37 (+), *C. glomerata* – 31 (+), *Carduus acanthoides* – 43 (r), *Carex praecox* – 27 (+), *Centaurea pseudophrygia* – 42 (+), *Cirsium vulgare* – 12 (r), *Clinopodium vulgare* – 40 (+), *Elytrigia repens* – 34 (+), *Festuca pratensis* – 34, 42, 43 (+), 8 (r), *Galium mollugo* – 11 (r), *Geranium pratense* – 24 (r), 42 (+), *G. sanguineum* – 5, 7, 31 (r), 16 (1), *Geum sp.* – 40 (r), *G. urbanum* – 12, 24 (r), *Helictotrichon pubescens* – 33, 43 (+), *Hieracium umbellatum* – 28, 32 (r), *Inula hirta* – 2, 4 (r), 32 (+), *Lathyrus pratensis* – 30 (r), 34 (+), *Leontodon hispidus* – 42 (+), *Melica transsilvanica* – 19 (r), *Melilotus officinalis* – 4, 29, 43 (r), *Nepeta pannonica* – 18, 19 (r), *Oxytropis pilosa* – 15 (r), 26 (+), *Pastinaca sylvestris* – 43 (r), *Plantago lanceolata* – 28 (r), *Poa compressa* – 17, 32 (r), 22 (+), *P. pratensis* – 12 (+), *Potentilla sp.* – 18 (r), 22 (+), *Primula veris* – 41 (+), *Prunella vulgaris* – 43 (r), *Pyrethrum corymbosum* – 7, 39, 40 (+), 38 (r), *Rosa sp.* – 6, 32 (r), *Rumex thysiflorus* – 24, 29 (r), 42 (+), *Spiraea crenata* – 4 (+), *Stachys officinalis* – 31, 37 (+), *Tanacetum vulgare* – 31 (r), *Tragopogon orientalis* – 13, 15 (r), *Trifolium medium* – 37 (r), *Valeriana sp.* – 2 (r), *Verbascum nigrum* – 24 (r), *Veronica incana* – 4 (r).

Локализация описаний: Тульская область; оп. 1-5 – Богородицкий р-н, 0,5 км на юго-восток от д. Сафоновка, правый коренной склон долины р. Непрядва (памятник природы «Урочище Нижний Дубик»), 29.07.2009; оп. 6-8 – Куркинский р-н, 2,5 км на юго-восток от с. Знаменское, правый коренной склон долины р. Средний Дубик (памятник природы «Урочище Средний Дубик»), 27.07.2009; оп. 9-15 – Куркинский р-н, 1 км на восток от д. Страховка, правый коренной склон долины р. Нижний Дубик (памятник природы «Урочище Нижний Дубик»), 15.06.2009; оп. 16-22 – Куркинский р-н, 1 км на юго-запад от д. Грибоедово, левый коренной склон долины р. Рыхотка (памятник природы «Урочище Рыхотка»): оп. 21 – 23.07.2009, оп. 16-20, 22 – 24.07.2009; оп. 23, 25-43 – Кимовский р-н, 1,5 км на восток от д. Татинки, правый коренной склон долины р. Дон (памятник природы «Урочище Татинки»): оп. 27, 33 – 14.06.2009; оп. 23, 25, 26, 28-32, 34-38 – 28.07.2009; оп. 39-43 – Куркинский р-н, 2,5 км на юго-восток от с. Знаменское, правый коренной склон долины р. Средний Дубик (памятник природы «Урочище Средний Дубик»), 27.07.2009; оп. 24 – Богородицкий р-н, 0,5 км на юг от д. Большая Берёзовка, правый коренной склон долины р. Непрядва, примыкающий к памятнику природы «Большеберёзовское болото», 30.07.2009. Автор описаний Е. А. Аверинова

In the article the floristic classification of the steppes of the Tula Region is done. Two new associations are established. Their characteristic is done.

The key words: steppes, *Festuco-Brometea*, association, syntaxonomy, Tula region.

Список литературы

1. Физико-географическое районирование нечернозёмного центра / Под ред. Н.А. Гвоздецкого, В. К. Жучковой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. 452 с.
2. Гоняный М. И., Александровский А. Л., Гласко М. П. Северная лесостепь бассейна Верхнего Дона времен Куликовской битвы. М., 2008. 208 с.
3. Авдейчик З. П. Агроклиматическая характеристика Тульской области // Тр. Тул. гос. с/х. опыт. ст. Тула, 1967. Т. 1. С. 8–31.
4. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья–95, 1995. 990 с.
5. Аверинова Е. А. Кальцефитные степные сообщества бассейна реки Сейм (в пределах Курской области) // Растильность России. СПб., 2005. № 7. С. 39–49.
6. Шереметьева И. С., Хорун Л. В., Щербаков А. В. Конспект флоры сосудистых растений Тульской области. М.: Изд-во Бот. сада Моск. ун-та; Тула: Гриф и К, 2008. 274 с.
7. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Wien, N.-Y., 1964. 865
8. Weber H. E., Moravec J., Theourillat D.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd editorial // Journal of Vegetation Science. 2000. Vol. 11. N 5. P. 739–768.

Об авторе

Аверинова Е. А.- старший преподаватель Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, elena_averi@mail.ru.

УДК – 575.857

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПАСПОРТИЗАЦИИ СОРТОВ ЛЮПИНА

А.В. Артюхова, С.Ю. Гришин, М.С. Князькина, М.И. Лукашевич, В.В. Заякин, И.Я. Нам

Изучали межсортовой полиморфизм фрагментов, амплифицируемых при PCR, у разных видов люпина с использованием 19 RAPD- и 21 ISSR-праймера. На 13 выбранных праймерах процент полиморфных полос составил 33,5% для узколистного люпина *Langustifolius*, 23,2% – для желтого люпина *L. luteus* и 14,4% – для белого люпина *L. albus*. Предложен метод паспортизации сортов этих трех видов люпина на основе ISSR-PCR. Использование RAPD-праймеров оказалось неэффективным.

Ключевые слова: ISSR-PCR, молекулярно-генетическая паспортизация, *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus*.

На современном уровне развития селекции для ускорения создания устойчивых и высокопродуктивных форм растений большое значение имеет идентификация сортов, сортобразцов и гибридов. Морфологических признаков часто бывает недостаточно для оценки уровня изменчивости, генетического разнообразия и идентификации. Ранее для описания генотипов широко использовали биохимические маркеры: запасные белки и изоферменты [2].

В исследования по выявлению генетического полиморфизма растений все больше привлекаются данные ДНК-маркирования, полученные на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР). Хорошие результаты при анализе сортов различных культур получали с помощью техник RAPD-ПЦР (Random Amplification of Polymorphic DNA) и ISSR-ПЦР (inter simple sequence repeats).

В селекционном процессе большое значение имеют паспорта сортов. Они позволяют определять чистоту партий семян и решать вопросы защиты авторских прав на сорта. Основой для составления генетических паспортов сортов служат данные о внутривидовом полиморфизме выбранного объекта.

Среди полученных полиморфных фрагментов можно отыскать сцепленные с хозяйственно ценными признаками и разработать на их основе методы селекции, основанные на применении молекулярных маркеров.

Попытки использования белковых маркерных систем на основе альбуминовых и глобулиновых фракций семян люпина оказались нерезультативными [Заякин В.В., неопубликованные данные].

Целью данного исследования было изучение возможности использования методов RAPD- и ISSR-PCR для паспортизации сортов люпина.

Материалы и методы

В исследование были включены сорта трех видов люпина, селекция которых ведется в Брянской области: *L. angustifolius* (15 сортов), *L. albus* (5 сортов) и *L. luteus* (5 сортов).

Выделение ДНК проводили из 4-6-дневных проростков массой 200-450 мг на основе модифицированного гуанидин-изотиоционат фенол-хлороформенного метода выделения НК растений [3]. Качество и количество полученных препаратов НК определяли спектрофотометрически [1].

PCR проводили в четырехканальном ДНК-амплификаторе «Терцик» («ДНК-технология», Москва). Использовали праймеры, синтезированные фирмой «Синтол» (Москва). Применили ферменты и реактивы фирмы «СибЭнзим» (Москва).

Реакционная смесь для RAPD- и ISSR-PCR объемом 20 мкл содержала следующие компоненты: 1-2 ед. Taq-полимеразы Е338, 2 мкл 10-кратного SE-буфера AS, 5 мМ MgCl₂, 0,25 мМ каждого dNTP, 100-50 pmol каждого из праймеров, 100-300 нг тотальной геномной ДНК. Смесь покрывали 20 мкл вазелинового масла.

Условия амплификации были следующими: начальная денатурация 5 мин при 94°C, 35 циклов: денатурация при 94°C – 45 с, отжиг праймеров – 45 с (52°C для ISSR-PCR и 25°C для RAPD-PCR) и элонгация при 72°C 90 с; заключительная элонгация 7 мин при 72°C.

Продукты ПЦР разделяли электрофорезом в 2% агарозном геле с буфером TBE в присутствии бромистого этидия и визуализировали на UV-трансиллюминаторе или с использованием системы GelDocXR (BioRad, США) и программы для обработки электрофореграмм Quantity One. Для определения размера фрагментов ДНК использовали маркер M27 (СибЭнзим, Москва). Полиморфными считались фрагменты ДНК, присутствующие на электрофореграммах не всех сортов.

Результаты и обсуждение

Для проведения ПЦР-анализа было использовано 21 ISSR- и 19 RAPD-праймеров. Использование трех ISSR-праймеров не позволило получить отдельные фрагменты ДНК, видимые на электрофореграмме. ПЦР с применением еще четырех праймеров не привела к образованию полиморфных фрагментов. Для анализа полиморфизма сортов оказались пригодны остальные 13 праймеров. Для узколистного люпина *L. angustifolius* получено 58 полиморфных фрагментов из 173 (33,5%), для желтого люпина *L. luteus* – 32 из 138 (23,2%), а для белого люпина *L. albus* – 18 из 125 (14,4%). Пример выявленного полиморфизма на одном из праймеров показан на рисунке 1.

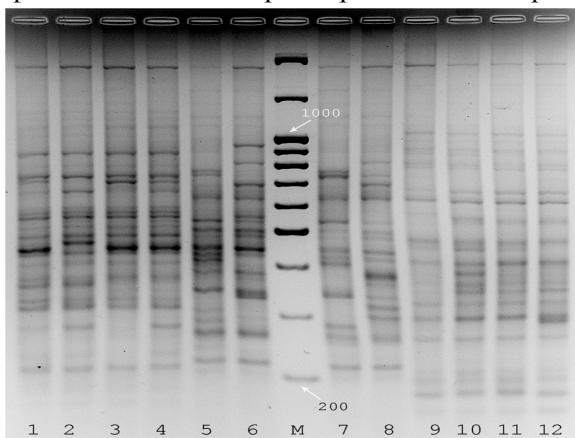


Рис. 1. Электрофореграмма ISSR-PCR люпина для праймера UBC810. Люпин желтый: 1 – Престиж, 2 – Парис, 3 – Мистер, 4 – Лорд; Люпин узколистный: 5 – ИД 20-95, 6 – Жодинский, 7 – ИД 55-95, 8 – БГБ1; Люпин белый: 9 – Acc.24, 10 – Андромеда, 11 – Тур-Топ, 12 – Luxor 98B001-5-6; М – маркер молекулярного веса.

Видно, что различные виды люпина: желтый (треки 1-4), узколистный (треки 5-8) и белый (9-12), значительно отличаются по спектрам ампликонов. При этом у узколистного люпина внутривидовой полиморфизм выражен значительно сильнее по сравнению с желтым и белым люпином. Но у последних двух видов тоже имеются полиморфные фрагменты.

Почти все амплифицируемые фрагменты находятся в диапазоне от 100 до 1000 п.н.

Выбранные праймеры отличались по количеству амплифицируемых полиморфных полос как внутри видов, так и между ними. Например, при амплификации с праймером IS3 на узколистном люпине выявляется десять полиморфных фрагментов, на белом – один, а на желтом – три; с праймером UBC810 обнаруживается 5, 1 и 12 полиморфных фрагментов соответственно.

Для маркирования сортов целесообразно выбрать минимальный набор праймеров, позволяющий однозначно маркировать все сорта. Для проанализированных в настоящее время сортов трех видов люпина такой минимальный набор включает пять праймеров, представленных в таблице 1. Для *L. angustifolius* оказалось достаточно четырех праймеров, для *L. luteus* – одного праймера, а для *L. albus* – двух.

Таблица 1

Характеристика ISSR-праймеров, использованных при составлении генетических паспортов сортов люпина

Название	Нуклеотидная последовательность	Обозначение	Виды люпина
UBC810	(GA) ₈ T	I	<i>L.langustifolius</i> , <i>L.luteus</i>
IS2	(AC) ₈ G	B	<i>L.langustifolius</i> , <i>L.albus</i>
IS3	(GA) ₈ C	C	<i>L.langustifolius</i>
IS6	(AG) ₈ (Y)T	F	<i>L.langustifolius</i>
K11	(GA) ₈ (Y)C	J	<i>L.albus</i>

При расширении набора анализируемых сортов. Минимальный набор праймеров может быть увеличен. С праймерами, используемыми в настоящее время, амплифицируется только 43% полиморфных фрагментов для узколистного, 37,5% для желтого и 50% для белого люпина. Поэтому существует достаточно большой запас полиморфизма для описания новых сортов, которые будут включены в работу.

На основе индивидуальных спектров ISSR-фрагментов были составлены генетические паспорта, позволяющие однозначно определить каждый сорт. Каждый праймер обозначили буквой латинского алфавита, нижним индексом – длину полиморфного фрагмента, а верхним – его присутствие или отсутствие. Паспорта для четырех сортов каждого вида в качестве иллюстрации приведены в таблице 2.

Таблица 2

Генетические формулы сортов разных видов люпина

Название сорта	Общая формула полиморфных фрагментов
<i>Lupinus angustifolius</i>	
Сидерат 38	¹ B ₈₆₀ ¹ B ₄₅₀ ¹ B ₃₇₀ ¹⁰ B ₂₁₀ ¹⁰ B ₁₈₀ ⁰ C ₆₇₀ ⁰ C ₆₅₅ ⁰ C ₆₄₀ ¹⁰ C ₅₉₀ ⁰ C ₅₅₀ ¹ C ₅₂₀ ¹⁰ C ₄₉₀ ¹ C ₄₅₀ ¹ C ₃₂₀ ¹ C ₂₁₀ ⁰ F ₈₆₀ ¹ F ₇₅₀ ¹ F ₆₄₀ ¹⁰ F ₅₅₀ ¹ I ₅₂₀ ¹⁰ I ₄₇₀ ¹ I ₄₂₀ ¹ I ₃₆₀ ¹ I ₃₂₀ ¹ I ₂₉₀
СН 78-07	¹ B ₈₆₀ ¹ B ₄₅₀ ¹ B ₃₇₀ ¹⁰ B ₂₁₀ ¹⁰ B ₁₈₀ ⁰ C ₆₇₀ ⁰ C ₆₅₅ ⁰ C ₆₄₀ ⁰ C ₅₉₀ ¹ C ₅₅₀ ¹ C ₅₂₀ ¹⁰ C ₄₉₀ ¹ C ₄₅₀ ¹ C ₃₂₀ ¹ C ₂₁₀ ¹ F ₈₆₀ ¹ F ₇₅₀ ¹ F ₆₄₀ ¹⁰ F ₅₅₀ ¹ I ₅₂₀ ¹⁰ I ₄₇₀ ¹ I ₄₂₀ ¹ I ₃₆₀ ¹ I ₃₂₀ ¹ I ₂₉₀
Барон	¹ B ₈₆₀ ¹ B ₄₅₀ ¹ B ₃₇₀ ⁰ B ₂₁₀ ⁰ B ₁₈₀ ¹⁰ C ₆₇₀ ⁰ C ₆₅₅ ⁰ C ₆₄₀ ⁰ C ₅₉₀ ¹⁰ C ₅₅₀ ¹ C ₅₂₀ ¹⁰ C ₄₉₀ ¹ C ₄₅₀ ¹ C ₃₂₀ ¹⁰ C ₂₁₀ ¹ F ₈₆₀ ¹ F ₇₅₀ ¹ F ₆₄₀ ¹⁰ F ₅₅₀ ¹ I ₅₂₀ ¹⁰ I ₄₇₀ ¹ I ₄₂₀ ¹⁰ I ₃₆₀ ¹ I ₃₂₀ ¹ I ₂₉₀
Борута	¹ B ₈₆₀ ¹ B ₄₅₀ ¹ B ₃₇₀ ⁰ B ₂₁₀ ⁰ B ₁₈₀ ⁰ C ₆₇₀ ⁰ C ₆₅₅ ⁰ C ₆₄₀ ⁰ C ₅₉₀ ¹⁰ C ₅₅₀ ¹ C ₅₂₀ ¹⁰ C ₄₉₀ ¹ C ₄₅₀ ¹ C ₃₂₀ ¹ C ₂₁₀ ¹ F ₈₆₀ ¹ F ₇₅₀ ¹ F ₆₄₀ ¹⁰ F ₅₅₀ ¹ I ₅₂₀ ¹⁰ I ₄₇₀ ¹ I ₄₂₀ ¹⁰ I ₃₆₀ ¹ I ₃₂₀ ¹ I ₂₉₀
<i>Lupinus luteus</i>	
Престиж	⁰ I ₆₅₀ ¹⁰ I ₆₀₀ ¹ I ₅₅₀ ⁰ I ₄₃₀ ¹ I ₄₀₀ ¹⁰ I ₃₇₀ ¹ I ₃₅₀ ¹⁰ I ₂₅₀ ⁰ I ₂₀₀ ⁰ I ₁₇₀ ¹ I ₁₆₀ ¹ I ₁₅₀
Парис	⁰ I ₆₅₀ ¹ I ₆₀₀ ⁰ I ₅₅₀ ¹ I ₄₃₀ ¹⁰ I ₄₀₀ ¹⁰ I ₃₇₀ ¹ I ₃₅₀ ¹ I ₂₅₀ ⁰ I ₂₀₀ ¹ I ₁₇₀ ⁰ I ₁₆₀ ¹ I ₁₅₀
Мистер	¹ I ₆₅₀ ⁰ I ₆₀₀ ¹ I ₅₅₀ ⁰ I ₄₃₀ ¹ I ₄₀₀ ¹ I ₃₇₀ ¹⁰ I ₃₅₀ ¹⁰ I ₂₅₀ ¹ I ₂₀₀ ⁰ I ₁₇₀ ⁰ I ₁₆₀ ¹ I ₁₅₀
Дукат	⁰ I ₆₅₀ ¹ I ₆₀₀ ¹ I ₅₅₀ ¹⁰ I ₄₃₀ ¹ I ₄₀₀ ¹ I ₃₇₀ ¹⁰ I ₃₅₀ ¹ I ₂₅₀ ⁰ I ₂₀₀ ⁰ I ₁₇₀ ⁰ I ₁₆₀ ¹ I ₁₅₀
<i>Lupinus albus</i>	
Гамма	¹ B ₁₀₅₀ ¹ B ₇₁₀ ⁰ B ₆₉₀ ¹⁰ B ₆₅₀ ¹⁰ B ₄₇₀ ¹ B ₄₂₀ ¹ J ₅₅₀ ¹ J ₃₁₀ ¹ J ₁₉₀
Дега	¹ B ₁₀₅₀ ¹ B ₇₁₀ ⁰ B ₆₉₀ ¹⁰ B ₆₅₀ ¹⁰ B ₄₇₀ ¹ B ₄₂₀ ¹⁰ J ₅₅₀ ¹ J ₃₁₀ ¹ J ₁₉₀
Буган	¹ B ₁₀₅₀ ¹ B ₇₁₀ ⁰ B ₆₉₀ ¹⁰ B ₆₅₀ ¹⁰ B ₄₇₀ ⁰ B ₄₂₀ ¹ J ₅₅₀ ¹ J ₃₁₀ ¹ J ₁₉₀
Борос	⁰ B ₁₀₅₀ ¹ B ₇₁₀ ⁰ B ₆₉₀ ¹ B ₆₅₀ ¹ B ₄₇₀ ⁰ B ₄₂₀ ¹⁰ J ₅₅₀ ¹ J ₃₁₀ ¹ J ₁₉₀

RAPD-праймеры были разделены на две группы по температуре отжига: выше 18°C и ниже. Для второй группы с целью повышения специфичности анализа увеличили концентрацию буфера в 2 раза и праймеров в четыре раза, достигнув, таким образом увеличения температуры отжига.

Пять из RAPD-праймеров позволяли амплифицировать не более трех фрагментов, ни один из которых не являлся полиморфным, с помощью еще четырех праймеров обнаруживали более десяти мономорфных фрагментов, с использованием еще пяти удалось получить от одной до трех полиморфных полос.

Специфика RAPD-PCR, не позволяющая учитывать в исследовании миорные фрагменты и фрагменты различной концентрации, и слишком низкий уровень полиморфизма, обнаруженный в исследовании, заставили отказаться от использования данного метода при паспортизации сортов люпина.

Можно заключить, что метод ISSR-PCR пригоден для паспортизации сортов разных видов люпина. Его работоспособность доказана на 25 сортах люпина. Использование метода RAPD-PCR для этих целей оказалось неэффективным.

The PCR amplified fragment polymorphism of three lupin species was studied. Only 13 ISSR-primers display polymorphic bands from 19 RAPD- and 21 ISSR-primers. Percentage of polymorphic bands had to be 33,5% for *L.langustifolius*, 23,2% - for *L.luteus* and 14,4% - for *L.albus*. There was proposed an identification method for cultivars of these three species. Application of the RAPD-primers was ineffective.

The key words: ISSR-PCR, molecular-genetic identification, *L.langustifolius*, *L.albus*, *L.luteus*.

Список литературы

1. Генная инженерия растений. Лабораторное руководство: пер. с англ.; под. ред. Дж. Дрейпера, Р. Скотта, Ф. Армитиджа, Р. Уолдена. М.: Мир, 1991. 408 с.
2. Конарев В.Г. Молекулярно-биологические исследования генофонда культурных растений в ВИРе (1967-2007 гг.). СПб.: ВИР, 2007. 134 с.
3. Chomczynski P., Sacchi N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidine thiocyanate-phenol-chloroform extraction // Analytical Biochemistry. 1987. Vol. 162. P. 156-159.

Об авторах

Артюхова А.В. – младший научный сотрудник Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, nasteva@list.ru

Гришин С.Ю. – студент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, greyxxx@mail.ru

Князькина М.С. – студент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, respiracion@yandex.ru

Лукашевич М.И. – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по НИР, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина Российской академии сельскохозяйственных наук, lupins2008@rambler.ru

Заякин В.В – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

Нам И.Я – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

УДК – 338.48

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТУРИСТСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.М. Ахромеев, И.В. Шарапаев

В статье рассматривается современное состояние туристской инфраструктуры Брянской области.

Ключевые слова: туризм, туристская инфраструктура, Брянская область

В России давно наступило время, когда регионам приходится конкурировать буквально за все: за инвестиции, информационные, транспортные и туристические потоки, экологические, экономические, социальные и культурные проекты, эксклюзивные идеи и, конечно же, за специалистов, способных всем этим управлять. Причем в дальнейшем межрегиональная конкуренция будет все жестче, и в выигрышном положении окажутся те регионы, кто не только обладает востребованными региональными ресурсами, но и сможет с выгодой для своего развития воспользоваться ими. В условиях жесткой межрегиональной конкуренции возрастает роль позиционирования, позволяющего региону привлекать и наращивать ресурсы для своего развития.

Все вышеизложенное в значительной мере касается и туризма. Туризм является одним из наиболее перспективных направлений в развитии многих регионов. Туристская индустрия является значительным фактором, способствующим более интенсивному экономическому развитию тех районов, которые расположены в отдалении от крупных промышленных центров и имеют незначительные хозяйствственные ресурсы.

В ряде регионов туризм стал крупной самостоятельной отраслью хозяйства, занимающей ведущее место в экономике. Во многом это объясняется тем, что современная туристская индустрия предполагает большой объем услуг, потребляемых туристами в ходе путешествий.

Особенности сочетаний конкретных условий и ресурсов, а также специализация на видах туризма и длительность использования конкретной территории в качестве рекреационного полигона определяют масштаб ее возможного современного функционирования. Вот почему знание рекреационного потенциала территории, характера его использования на современном этапе и перспективах дальнейшего развития является весьма актуальным.

Современное деление территории России на туристские регионы связано со многими факторами. Эти факторы являются районообразующими при туристском районировании территории. К ним относят [2, 3]:

- основные особенности географического положения с точки зрения туризма;
- характер и уровень комфортности природных условий;
- насыщенность территории природными и культурно-историческими достопримечательностями;

- уровень доступности района с точки зрения существующих коммуникаций;
- уровень развития туристской инфраструктуры;
- стабильность внутриполитической ситуации;
- уровень безопасности туристов (кrimиногенной, экологической и т.п.);
- уровень общеэкономического развития региона;
- основные особенности туризма в данном районе.

Значение всех этих факторов в формировании туристских регионов неодинаково. Действие этих факторов проявляется в самых разнообразных комбинациях. От этого зависит развитие и функционирование туризма в том или ином регионе.

Туристские ресурсы, туристская индустрия и туристская инфраструктура определяют *рекреационный потенциал* региона.

Регионы, обладающие большим рекреационным потенциалом, называются *туристскими районами (дестинациями туризма)*. К крупнейшим туристским районам России относятся: Центральная Россия, Северо-Запад и Север европейской части России, Северный Кавказ, Поволжье и Урал, Сибирь и Дальний Восток [2, 3].

Под *туристской инфраструктурой* понимается совокупность сооружений, зданий, сетей, систем, прямо не относящихся к производству туристского продукта, но необходимых для функционирования туризма (общественный транспорт, предприятия торговли, питания, медицинские учреждения, связь, сети энергоснабжения, водоснабжения, почта, телефон и т. д.).

Развитие инфраструктуры туризма и взаимодействие составляющих инфраструктуры рассмотрим на примере Брянской области.

Транспортные коммуникации. Все виды транспортных коммуникаций между областным центром и другими регионами Центральной России и зарубежьем территориально проходят через Брянскую область. Основные исторически сложившиеся транспортные направления – Москва-Киев, Москва-Минск, Москва-Гомель, Рига-Воронеж. Практически все населенные пункты Брянской области охвачены транспортной системой региона.

К основным видам транспортных коммуникации Брянского региона относятся воздушные, сухопутные (автомобильные и железнодорожные) пути сообщения. Доля водных коммуникаций очень незначительна, т. к. реки области с середины XX в. не являются судоходными.

Водный транспорт. Территория Брянской области изобилует реками, озерами. Наличие на территории области 1800 мелких и крупных озер позволяет прокладывать популярные туристские маршруты к озерам региона. Самые популярные любительские водные маршруты по рекам области:

- ◆ «На байдарках по реке Ипуть»;
- ◆ «На байдарках по реке Десна»;

Пляжи всегда были популярными местами отдыха туристов и местного населения. Развитие пляжной инфраструктуры предусматривает оснащение пляжей специализированной уборочной техникой, спасательными станциями, кабинками, скамейками, урнами и т. д. Предусмотрено развитие системы дополнительных пляжных услуг: прокат пляжного инвентаря, открытие пляжных ресторанчиков, аттракционов и др. Правда развитие пляжной инфраструктуры в районных центрах оставляет желать лучшего. Нехватка финансовых средств в бюджетах городов не позволяет муниципальным властям более активно проводить работу в данном направлении.

Железнодорожный транспорт в Брянской области имеет общую протяженность железнодорожных путей равную 1019 км. Через область проходят транспортные магистрали республиканского и международного значения. Брянское отделение Московской железной дороги является приграничным отделением РЖД и здесь осуществляется таможенный и пограничный досмотр пассажирских и грузовых поездов, следующих из Украины и Западной Европы в Россию, и обратно.

В настоящее время в Брянске имеется три вокзала: Брянск-1, Брянск-Льговский, Орджоникидзеград. Главным является вокзал Брянск-1. Вокзал рассчитан на прием/отправку до 40 пригородных и до 30 дальних поездов в сутки, максимальная расчетная вместимость для пассажиров дальнего следования составляет 3400 человек. Вокзалы не только формируют крупные транспортные узлы, но и создают сеть локальных железнодорожных музеев, а сами помещения служат оригинальными сооружениями архитектурного дизайна: вокзал Брянск-1 выполнен в современном стиле гражданского строительства. В окрестностях вокзала находится памятник Брянскому паровозу. Вокзал Орджоникидзеград выполнен в стиле советского классицизма 50-60 гг. XX в. с главным шпилем со звездой наверху. Эти вокзалы могут служить объектами достопримечательности города, особенно во время перевозок массовых транзитных туристов.

К сожалению, железные дороги незначительно используются в сфере туризма. Популярные когда-то маршруты выходного дня на пригородных поездах уже не практикуются.

Воздушные коммуникации. Авиационный транспорт Брянщины в настоящее время переживает

второе рождение. Вновь построенный аэропорт «Брянск» был введен в эксплуатацию в 1994 г. В 1995 г. ему был присвоен статус международного. Аэропорт имеет искусственную взлетно-посадочную полосу длиной 2100 м, которая была модернизирована в 2008 г. Аэропорт теперь может принимать тяжелые самолеты типа Ту-154, Ил-76 М, «Боинг-747». Необходимость наличия такого аэропорта продиктована приграничным положением области, лежащей на пути самолетов следующих из Сибири, Урала, Казахстана в страны Западной Европы и Ближнего Востока. Туристские предприятия области могут теперь отправлять своих туристов напрямую в такие страны как Турция, Египет, Кипр, Болгария. Дальнейшая реконструкция аэропорта «Брянск» поднимет его статус, привлечет иностранных туристов. В перспективе на аэродроме можно будет проводить авиационные шоу и праздники, прыжки с парашютом, полеты на планерах и дельтапланах, вертолетные экскурсии.

Помимо своего прямого назначения, аэропорты становятся туристскими авиацентрами, предоставляющими туристам разнообразные дополнительные услуги (воздушные экскурсии, прыжки с парашютом и др.). Воздушные коммуникации региона, при первоначальной финансовой поддержке, будут интенсивно развиваться, качественно улучшая сервисное обслуживание, активно формируя как въездной, так и выездной туризм.

Автомобильные коммуникации. Современная автомобильная дорога представляет собой комплекс сооружений для безопасного и удобного движения автомобилей. В местах пересечений автодороги с реками, ущельями, другими транспортными путями устраиваются искусственные сооружения: мосты, транспортные развязки, путепроводы и др. Сооружение автодорог осуществляется с учетом размещения населенных пунктов, железнодорожных, водных и воздушных путей сообщения и трубопроводов. По своему назначению и характеристикам автодороги разделяются на международные, общегосударственные, региональные, местные, ведомственные.

Автомобильный транспорт Брянщины имеет общую протяженность автодорог равную 13 тыс. км, из них около 10 тыс. км – дороги с твердым покрытием. Через область проходят автотрассы международного и федерального значения: Москва-Киев, Москва-Минск, Брянск-Гомель, Орел-Рославль, Дятьково-Людиново, Орел-Витебск, Брянск-Кобрин и др.

Автомобильные дороги – один из основных видов транспортных коммуникаций Брянска. Но городские улицы, имеющие низкую пропускную способность, не могут обеспечить интенсивное автомобильное движение. Возникают пробки, заторы, загрязнение воздуха выхлопными газами. Чтобы вывести транзитный транспорт с городских улиц за пределы города, в окрестностях Брянска сделана обездная дорога.

Информационные коммуникации. Телефонная связь – один из наиболее массовых и оперативных видов связи. Она обеспечивает обмен информацией практически во всех областях человеческой деятельности. Для осуществления телефонной связи (передачи речевой информации на расстояние) необходима современная развитая телефонная сеть, включающая узлы и линии связи, телефонные станции, телефонные аппараты и т. д.

В настоящее время используются воздушные, кабельные, радиорелейные, оптические (лазерные), спутниковые линии связи. В сети используются все новейшие технологии телефонной связи. Работает система мобильной пейджинговой связи (тоновой, цифровой, текстовой) в радиусе 60 км. В местной, междугородной и международной связях применяются современные карточные таксофоны (чип-карты 4-х видов: 100, 400, 1000, 3000 тарифных единиц).

Модернизируется справочно-информационный узел спецслужб на базе оборудования фирмы «Нокия». Со временем ее электромеханические АТС будут заменены электронными, аналоговые системы передачи – на цифровые, увеличится емкость телефонной сети и скорость передачи информации за счет внедрения цифровых систем передачи (ЦСП) на волоконно-оптических кабелях (ВОК), расширится ассортимент услуг связи.

Вопрос применения высоких технологий в туристском обслуживании стоит гораздо острее. Комплексная автоматизация рабочих мест, взаимодействие различных информационных систем, использование совмещенного программного продукта, организация универсальных информационных центров и другое находят пока небольшое распространение. Формально в Брянске нет городских туристско-информационных центров (ГТИЦ), которые в Интернете размещают информацию, издают карты-схемы, путеводители для туристов. Есть отдельные фирмы, которые используют для рекламации своей деятельности интернет-порталы. Но таких фирм немного. Этого явно недостаточно даже для города, не говоря уже в целом о регионе. Дальнейшее развитие информационных коммуникаций предусматривает совмещение различных обслуживающих программ туров с бухгалтерскими, медицинскими, спортивными и другими программами. Формируется сеть компаний, разрабатывающих сложный программный продукт, предназначенный для автоматизации производственного процесса.

Применяемые системы совмещенного информационного обслуживания повышают степень автоматизации рабочего процесса, положительно влияют на качество обслуживания, формируют устойчивое развитие туризма.

Благоустройство. Под благоустройством понимается комплекс мер по созданию комфортной среды обитания человека. Благоустройство включает работы и мероприятия по использованию инженерного оборудования, улучшению санитарно-гигиенического состояния воздуха, водоемов,

почвы, устройству дорог, развитию общественного транспорта, сетей водоснабжения, канализации, энергоснабжения, озеленению, снижению уровня шума, очистке населенных мест от мусора и др. Степень благоустройства населенных мест (городов, поселков городского типа, сельских населенных мест, курортов и мест массового отдыха) характеризуется состоянием инфраструктуры, оказывающей большое влияние на условия труда, быта и отдыха, как местного населения, так и туристов и, следовательно, имеющей большое социальное и экономическое значение.

В Брянской области степень благоустройства оставляет желать лучшего. Лишь несколько населенных пунктов могут относится к условно благоустроенным – это например, Брянск и Новозыбков. Хуже обстоят дела с сельскими населенными пунктами области. Проблемы благоустройства в них (электрификация, дорожные работы, строительство водоразборной сети, озеленение, санитарная очистка и др.) долгое время остаются нерешенными. Не решены окончательно они и сегодня. Все это, конечно же, снижает привлекательность региона для туристов.

Озеленение. Озеленение – это комплекс мер по финансированию, планированию, проектированию, эксплуатации зеленых насаждений, созданию малых архитектурных форм, усовершенствованию покрытий садово-парковых дорожек и площадок, производству семенного и посадочного материала древесно-кустарниковых и цветочных растений, разбивке и ремонту газонов и др.

Степень озеленение в городах Брянской области достаточно высокая. Город Брянск считается одним из самых зеленых городов Центральной России. В областном центре за последние годы создано несколько парков. Правда, старые парки города нуждаются в тщательном благоустройстве. Однако, с точки зрения экологии Брянский регион нельзя назвать благополучным. Это, прежде всего, касается юго-западных районов области, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на ЧАЭС. Уровни радиации в городах этих районов достаточно высокий по отношению к чистой зоне. Такое положение не может не сказываться на туристском спросе на данной территории. Многие водоемы области также желают оставлять лучшего.

Социально-культурная инфраструктура. К туристской инфраструктуре, помимо инженерных сетей, относятся также и объекты социально-культурной сферы, обеспечивающие условия жизнедеятельности местного населения и оказывающие разнообразные дополнительные услуги туристам: предприятия общественного питания, торговли, спортивные сооружения, образовательные, медицинские, культурно-зрелищные и другие учреждения.

Брянский регион располагает обширной системой аттракций и развлечений только лишь в крупных городах, таких как Брянск, Клинцы, Новозыбков. В регионе формируется система дополнительных, информационных и других услуг. Расширяется сфера банковских услуг, обмен валюты, обращение пластиковых кредитных карт ведущих платежных систем мира, действуют системы страхования, медицинского обеспечения, проката автомобилей, юридического сопровождения, охраны общественного порядка, развиваются пресса и издательская база и многое другое.

Разветвленная сеть торговых предприятий всех уровней способна удовлетворить индивидуальный и массовый спрос туристов лишь на две трети. Поэтому развитию туристской инфраструктуры, как основы для организации туризма, следует уделять самое пристальное внимание.

Рассмотрим некоторые составляющие социально-культурной инфраструктуры Брянщины.

Предприятия общественного питания. В Брянском регионе сформированная система общественного питания представлена практически всеми видами ПОП. Услуги общественного питания в Брянской области оказывают около 100 ресторанов, более 400 кафе и столовых. В Брянске находится свыше 200 ПОП, начиная с закусочных (fast food) и заканчивая специализированными ресторанами. Многие работают круглосуточно. В летний сезон оборудуются дополнительные ПОП на открытых площадках.

Спортивные сооружения. Центром крупных спортивных мероприятий был и остается Брянск. Город обладает различными спортивными сооружениями: стадион «Динамо» (вместимость 10 тыс. чел.); стадион «Десна» (вместимость – 12 тыс. чел.); ледовый дворец «Пересвет», крупные плавательные бассейны: «Динамо», «Сельцо», РОСТО и др.

Но для развития массового туризма этого явно недостаточно. Сеть современных спортивных сооружений невозможно создать без совершенной комплексной инфраструктуры региона, включающей в себя дороги, транспортные развязки, средства связи на уровне высоких стандартов. С комплексным решением этих проблем Брянский регион, будет принимать значительно больше туристов.

Система образования. Развитие туризма в регионе в значительной степени определяется наличием системы образования. Увеличение этой интеллектуальной составляющей развивает познавательный и профессионально-деловой туризм, создает базу для расширения экспорта образовательных услуг, помогая России войти в число мировых лидеров. Поэтому проблемы образования во всех сферах деятельности, включая и туризм, становятся приоритетными.

Брянск располагает значительным количеством учреждений систем высшего и среднего обра-

зования в России. Брянские вузы, колледжи готовят специалистов для многих отраслей, включая и туристскую. В городе создано 4 университетских комплекса.

Система академических кредитов, реформа образования, введение ЕГЭ, приведение в соответствие дипломов, новые образовательные стандарты и другое формируют новых широкообразованных высококвалифицированных специалистов для сферы туризма, способных перестраивать туристскую деятельность. Только такие специалисты могут вывести региональный туризм на более высокий уровень.

Культурно-зрелищные учреждения. Достаточно богатое историческое прошлое Брянского региона, насыщенность его уникальными природно-климатическими, историческими объектами позволили сформировать инфраструктуру досуга, представленную культурно-зрелищными учреждениями: музеями, театрами, домами культуры и творчества, ночными клубами, биллиардными, боулинг-клубами и т. д.

В Брянской области сосредоточено около 1000 памятников российской истории культуры. Это четвертый регион в России по количеству таковых памятников. В области насчитывается несколько бывших дворянских усадеб, многочисленные родовые владения известных деятелей искусства, культуры, государственных деятелей. Среди них усадьбы Ф.И. Тютчева, А.К. Толстого, графа Разумовского, Завадовского и др. [1, 4. 5].

Военная история воплотилась в многочисленные музеи, мемориалы и памятники, такие как «Партизанская поляна», «Стоянка отряда Виноградова», памятник «Воинам-автомобилистам» (единственный в России) и др. Практически во всех районных центрах действуют краеведческие музеи. Туристский ресурс области включает более 400 объектов культового зодчества: часовни, церкви, соборы, монастыри. История возникновения многих из них уходит в глубину веков. Наличие культовых объектов позволило разработать новые перспективные туристские маршруты, например «Большое и малое кольца Брянщины».

Множество клубных учреждений, самодеятельных коллективов Брянской области могут предложить туристам разнообразные программы, всевозможные фестивали, светские и религиозные праздники, театрализованные и поэтические постановки и др. Курганы, крепости, дворцы, парки, музеи, клубы, библиотеки, разнообразные выставки коллекционеров, центры народных ремесел, военно-исторические объекты, храмы и монастыри создают мощный досуговый потенциал, который может привлечь многочисленных посетителей.

Но ядром региональной инфраструктуры досуга является Брянск [1]. Традицией Брянского региона стали многочисленные и разнообразные фестивали и ярмарки, привлекающие большое количество российских и иностранных туристов прежде всего из ближнего зарубежья). Программы проводимых фестивалей способны удовлетворить самых взыскательных участников, это: Международные фестивали: театрального искусства «Славянские встречи», песенного искусства имени Вяльцевой, студенческий международный фестиваль СТЭМов «Шумный балаган», поэтические ежегодные фестивали в с. Овстуге и Красном Роге, международный фестиваль дружбы братских славянских народов в Климовском районе, международная Свенская ярмарка у стен древнейшего на Руси монастыря, детские и юношеские фестивали.

Инвестиционная политика. Формирование положительного имиджа Брянского региона на российском рынке туристских услуг требует определяющей поддержки туристской администрации. Принятие региональной целевой программы по развитие сферы туризма и рекреации в Брянской области и многое другое определило бы основные направления такой поддержки, создало бы правовую, организационно-управленческую и социально-экономическую среду, благоприятную для дальнейшего формирования туристской индустрии региона и развития туризма в целом. Поступательное развитие туризма требует значительного финансирования, обеспечить которое могут только инвестиции. Проведение рыночных реформ, установление деловых контактов в туристском бизнесе, создание условий для совместного предпринимательства, туристская привлекательность региона способны привлечь в регион инвесторов из других регионов (например, Москвы).

Наличие средств размещения на территории Брянской области можно считать удовлетворительным. Это и гостиницы, и дорожные мотели, дома отдыха и санатории. Номерной фонд этих учреждений позволяет принимать достаточно большое количество туристов. Недостатком является то, что они не имеют высокой классности. Лишь гостиница «Чернигов» относится к категории 3-х звезд.

В городе Брянске имеется также достаточное количество культурно-зрелищных учреждения, которые могут быть использованы в индустрии развлечений при приеме туристов.

На сегодняшний день в области, прежде всего в Брянске, работают около 40 туристических фирм и агентств.

Главные предпосылки развития туризма и рекреации в Брянской области — благоприятные природно-климатические условия, близость к густонаселенной территории столичного региона, наличие объектов историко-культурного наследия, водных артерий и развитой транспортной сети.

Основные направления развития туризма в области: культурно-познавательный, деловой, паломнический, оздоровительный, рекреационный, охотничий.

Развитие культурно-познавательного туризма, связанного с посещением святынь, усадебных

ансамблей и музеев-заповедников, археологических памятников можно рассматривать как предпосылку для роста показателей туристского потока: по данным Межрегиональной общественной организации содействию развития рынка геоинформационных технологий и услуг, в 2007 г. он составлял 400 тыс. посетителей, а к 2027 г. может возрасти до 1 млн. посетителей.

Одним из основных центров организации культурно-познавательного туризма на Брянщине является Брянский Государственный объединенный краеведческий музей (БГОКМ). Он был открыт впервые для посещения в сентябре 1921 г. Назывался он тогда Брянским губернским музеем. К большому сожалению, почти вся его экспозиция погибла во время Великой отечественной войны. С 1980 г. БГОКМ возглавляет объединение музеев области, в состав которого входят 17 филиалов (12 краеведческих, 3 военно-исторических, 2 литературно-мемориальных). Сотрудники объединения также оказывают практическую помощь в создании школьных и ведомственных музеев. В последние годы объединение сделало установку на развитие собственного музейного туризма, с показом не только своих экспозиций, но и памятников истории и архитектуры. Опыт показал, что это направление успешно развивается там, где старинные памятники сочетаются с высокохудожественными музейными экспозициями. Поэтому, помимо разработки экскурсионных маршрутов по историческим местам областного центра, на повестке дня стоит создание системы туристских маршрутов охватывающих большую часть древних малых городов Брянщины [1], в которых имеются филиалы объединенного краеведческого музея: «Летописные города Брянской области», «Старообрядческие города Брянской области», «Путешествие в палеолит» (маршрут в один из двух существующих в России музефицированных памятников палеолита в с. Юдиново), «Брянское барокко», кольцевой маршрут по древним брянским городам Брянск – Почеп – Унеча – Клинцы – Стародуб – Погар – Трубчевск – Брянск.

Традиционно брянские турагенства и фирмы осуществляют следующие экскурсионные маршруты:

- Музей-усадьба А.К.Толстого с. Красный Рог;
- Музей-усадьба Ф.И.Тютчева с. Овстуг, (доп. с. Вщиж – развалины старинного города);
- Дядьковский хрустальный завод и музей хрусталия;
- Сещенский музей интернационального подполья (с посещением аэродрома);
- Карабев: фабрика игрушек, Николо-Одринский монастырь
- Кокино: конеферма;
- Брасово: экскурсия на конный завод, посещение мужского монастыря в Площанской пустыни;
- Трубчевск: обзорная экскурсия по городу, планетарий, краеведческий музей, (доп. Городище древнего Трубчевска возле д. Кветуны);
- Навля: музей партизанского движения и подполья;
- Севск. Севский крестовоздвиженский женский монастырь и Площанская мужская пустынь;
- Журиниччи: хохломские узоры (сувенирный цех);
- Погар: мамонты в Юдиновском палеонтологическом музее.

Суммируя эти экскурсионные предложения, и учитывая географическое положение Брянска на территории области, можно выделить несколько экскурсионных направлений.

Юго-Западное направление. Наиболее протяжённое в силу географического положения областного центра. В этом направлении находятся шесть из десяти исторических городов, формирующих историко-культурный каркас Брянской области [4]. Подавляющее большинство поселений, основанных старообрядцами, также находится здесь.

Учитывая современное состояние сети автомобильных дорог в Брянской области, экскурсионные и туристические маршруты можно прокладывать в трёх направлениях – центральном (по федеральной трассе «Брянск-Гомель») и двух направлениях севернее и южнее федеральной трассы. При желании можно организовать один большой закольцованный маршрут. По этому направлению можно посетить такие города, как Почеп, Унеча, Мглин, Сураж, Новозыбков, Злынка, Климово, Стародуб, Погар.

Южное направление. В этом направлении туристы могут проехать по маршруту Брянск-Севск, на котором восстановлена Площанская пустынь, связанная с именами многих оптинских старцев, монашествовавших здесь. В расположеннном на пути маршрута Навлинском музее, помимо экспозиции, посвященной партизанскому движению, имеются отделы русской певицы, уроженки этих мест Анастасии Вяльцевой и селищенского культурного гнезда дворян Масловых, в котором бывали композитор Танеев, художник Маковец. Завершается экскурсия в древнем Севске, с остатками земляной крепости XVII в., построенной по проекту западноевропейских фортификаторов, рядом барочных церквей XVIII в., резиденцией севских епископов, краеведческим музеем. Среди городов этого направления можно выделить такие как Навля, Брасово, Трубчевск, Севск, Суземка, Комаричи, Карабев.

Северо-западное направление. В этом направлении, в 35 км от Брянска в сторону Смоленска, среди березовых рощ находится едва ли не самый посещаемый культурно-туристический объект Брянской области – музей-усадьба поэта и дипломата Федора Ивановича Тютчева в селе Овстуг Жуковского района. Овстуг – тютчевское родовое имение, малая родина поэта, раскинувшееся на восьми

холмах Среднего Подесенья. Имение в Овстуге служило четырём поколениям Тютчевых.

Северное направление. В этом направлении находится всего один исторический город Брянской области – Дятьково. Но город имеет настолько интересную историю своего градообразующего предприятия, что впечатлений только от одной экскурсии в этот город хватит надолго. При желании, экскурсию в Дятьково через Жуковку можно объединить с Северным направлением, создав, таким образом, своеобразное «Северное кольцо» Брянщины.

Реставрация памятников истории и создание в них новых музейных экспозиций явится одним из главных условий развития кольцевого маршрута «Древние города Брянской области» с разработкой ряда подмаршрутов, а так же включением его, как промежуточного, в общероссийские и международные. Такие как: Москва – Калуга - Брянск – Трубчевск – Новгород-Северский – Чернигов – Киев, Москва – Калуга – Брянск – Красный Рог – Почеп - Клинцы – Новозыбков – Ветка – Гомель. Другой вариант – включение брянских музеев в литературный кольцевой маршрут: Москва – Мелехово – Ясная Поляна – Спасское-Лутовиново – литературные музеи Орла – Брянск – Красный Рог – Овстуг – Смоленск – Хмелиты – Москва.

In the article is examined the contemporary state of the tourist infrastructure of the Bryansk of oblastie the.

The key words: tourism, tourist infrastructure, the Bryansk province.

Список литературы

1. Ахромеев Л.М., Данилов Ю.Г., Шарапаев И.В. Проблемы развития туризма в малых городах Брянской области // Социокультурные перспективы развития региона: сервис, туризм, краеведение. Воронеж, 2009. С.12–16.
2. Дурович А.П. Организация туризма. СПб.: Питер, 2009. 320 с.
3. Каурова К.Д. Организация сферы туризма. СПб.: Герда, 2004. 320 с.
4. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Брянская область. М.: Наука, 1998. 640 с.
5. Чернышов С.В. Культурное наследие региона (Брянская область). Брянск, 2005. 50 с.

Об авторах

Ахромеев Л.М. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, ahromeev56@yandex

Шарапаев И.В. – старший преподаватель Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

УДК – 591.3: 636.5+636.058

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ФОСПРЕНИЛ И ГАМАВИТ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В КРОВИ БРОЙЛЕРОВ КРОССА «СМЕНА - 7»

Е. Н. Булгакова, И. А. Мерзлякова, Р. Ю. Лютый, Е. В. Зайцева

В статье рассматривается влияние иммунопротекторов на формирование иммунитета птиц. Излагаются собственные результаты исследования сыворотки крови бройлеров кросса «Смена -7». Графически отражено влияние препаратов фоспренил и гамавит на концентрацию антител в крови птиц.

Ключевые слова: иммунитет, иммунопротектор, глобулин, альбумин, бройлер.

Иммунную систему можно рассматривать как совокупность лимфоцитов, макрофагов, ряда сходных с макрофагами клеток, включая дендритные клетки селезенки, эпителиальные клетки лангерганса, а также специализированные эпителиальные клетки, сходные с теми, которые были найдены в тимусе. Клеточные элементы иммунной системы организованы в тканевые и органные структуры, включая селезенку, лимфатические узлы, пейеровы бляшки кишечника, миндалины, тимус и костный мозг. Значительная часть лимфоцитов и макрофагов составляет рециркулирующую популяцию клеток крови и лимфы.[2]

Индивидуальные лимфоциты представляют собой специализированные клетки в том смысле, что они способны (коммитированы) отвечать лишь на ограниченную группу структурно сходных антигенов.[1]

При попадании в макроорганизм антигенов им вырабатываются антитела. Антитела относятся к глобулиновой фракции крови, поэтому их еще называют иммуноглобулинами. Они синтезируются плазматическими клетками и относятся к факторам специфического гуморального иммунитета: инактивируют токсины, в комплексе с комплементом препятствуют проникновению вирусов и лизируют бактерии, участвуют в деструкции гельминтов.[2]

Цель исследования: установить влияние препаратов фоспренил и гамавит на концентрацию специфических антител.

Материалы и методы исследования:

Эксперимент проводился в ноябре-декабре 2009 года. Материалом для исследования послужили 66 здоровых особей бройлеров «Смена-7», принадлежащие ОАО «Снежка» Брянской области. Отбор и анализ материала проводился с интервалом в 5 дней, начиная с суточного возраста до 36-суточного возраста включительно. Бройлеры для проведения эксперимента были разделены на контрольную (К) и опытную (О) группы. Опытной группе цыплят, начиная со вторых суток жизни, в питье добавляли иммуномодуляторы. Фоспренил задавался с водой на 2, 6, 13, 16, 21 сутки в общей дозе 0,24; 0,24; 0,29; 0,51; 0,64 мл соответственно, гамавит - на 2, 5, 7, 10, 14, 17, 28 сутки в общей дозе 0,48; 0,45; 0,49; 0,5; 0,6; 1,13; 1,75 мл соответственно.

Умерщвление птицы производили путем обескровливания (вскрытия сонной артерии и яремной вены в течение 90-120 секунд в висячем положении). При этом производился забор крови для центрифугирования. Полученная после центрифугирования сыворотка подвергалась иммуноферментному анализу на наличие альбуминов, α -, β -, γ -глобулинов.

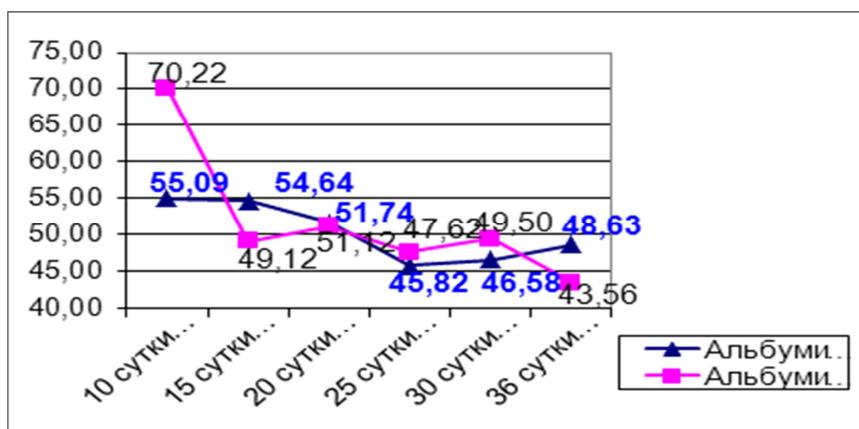


Рис. 1 Динамика уровня альбуминов в крови бройлеров кросса «Смена-7»

В начале опыта уровень альбуминов у птиц, которым задавались фоспренил и гамавит превышал на 15% уровень альбуминов в контрольной группе. К 15 суткам произошло резкое снижение уровня альбуминов в опытной группе – на 21%, и этот показатель на 5,5% меньше, чем в контрольной группе этого же возраста.

В возрасте 20 суток значения уровня альбуминов в крови в обеих группах одинаково и составляет 51%. С этого момента и до 30 суточного возраста уровень альбуминов в опытной группе превышает данный показатель в контрольной группе на 2,5%, что является не существенной разницей (минимальным различием между группами за период эксперимента).

К концу исследования (36 сутки) уровень альбуминов в опытной группе снижается по сравнению с месячным возрастом на 6%, а в контрольной группе наблюдается увеличение данного показателя на 2%.

В результате на 36 сутки уровень альбуминов в контрольной группе бройлеров больше, чем в опытной на 5%. За период эксперимента наблюдается плавное снижение уровня альбуминов в крови цыплят контрольной группы до 25 суток. Далее отмечено незначительное увеличение, к концу исследования эта разница составила всего 6,5%. В опытной группе до 15 суток наблюдалось резкое снижение уровня альбуминов, и к концу исследования разница составила 26,7%.

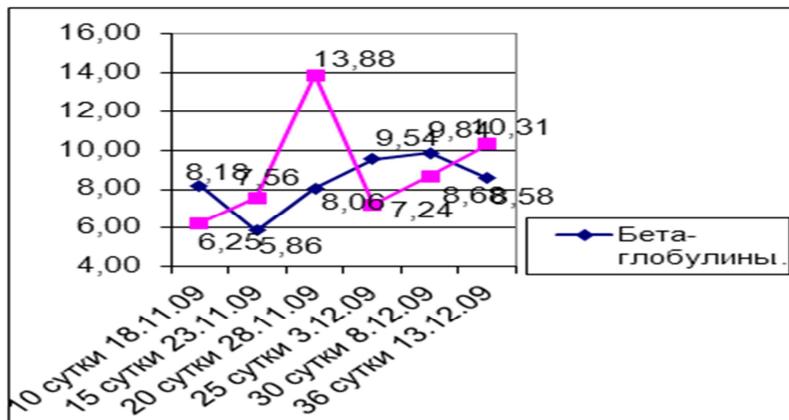


Рис. 2 Динамика β -глобулинов крови бройлеров кросса «Смена-7»

В возрасте 10 суток уровень β -глобулинов у цыплят с применением иммунопротекторов в 1,3 раза меньше, чем у цыплят контрольной группы этого же возраста. С 15 по 20 сутки уровень β -глобулинов в крови цыплят опытной группы больше данного показателя в контрольной группе на 1,7% и 5,82% соответственно.

Причем максимальное отличие по этому показателю между исследуемыми группами обнаружено в возрасте 20 суток, уровень β -глобулинов в крови цыплят опытной группы больше, чем в контрольной в 1,7 раза.

В возрастной период с 25 по 30 сутки наблюдается противоположная картина: исследуемый показатель в контрольной группе цыплят превышает таковой в опытной группе на 2,3% и 1,2% соответственно.

К концу исследования уровень β -глобулинов в опытной группе больше, чем в контрольной на 1,7%, что связано с увеличением данного показателя в опытной группе к концу исследования и снижением его в контрольной группе. За период эксперимента уровень β -глобулинов в опытной группе возрастает в период с 10 по 20 сутки и с 25 по 36 сутки. В контрольной группе исследуемый показатель плавно возрастает, лишь с 10 по 15 сутки и с 30 по 36 сутки наблюдается незначительное снижение уровня β -глобулинов в крови.

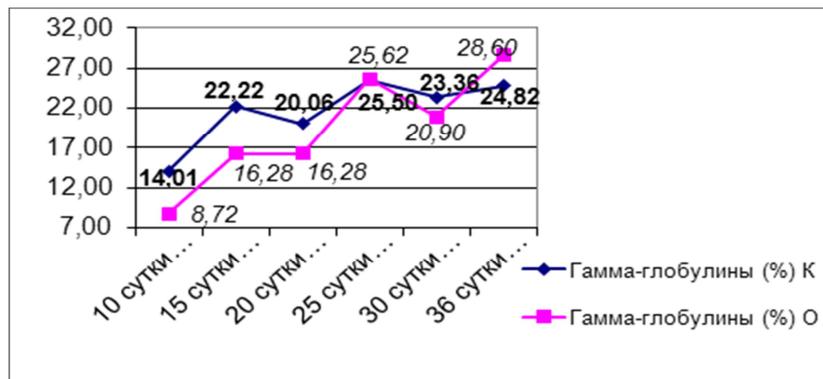


Рис. 3 Динамика уровня γ -глобулинов в крови бройлеров кросса «Смена-7»

При исследовании уровня γ -глобулинов в крови цыплят-бройлеров в обеих исследуемых группах наблюдается общая тенденция увеличения данного показателя, но эти изменения носят скачкообразный характер.

В возрасте до 25 суток уровень γ -глобулинов в крови бройлеров «Смена-7» больше в контрольной группе, чем в опытной в среднем на 5%. В возрасте 25 суток в обеих исследуемых группах обнаружен одинаковый уровень γ -глобулинов, который составляет 25%.

В возрасте 30 суток уровень γ -глобулинов в крови цыплят контрольной группы больше, чем в опытной на 3%, а в 36 сутки данный показатель больше в опытной группе на 4%. В целом, за период исследования уровень γ -глобулинов в крови опытной группе возрос в 3,3 раза, а в контрольной – в 1,8 раза.

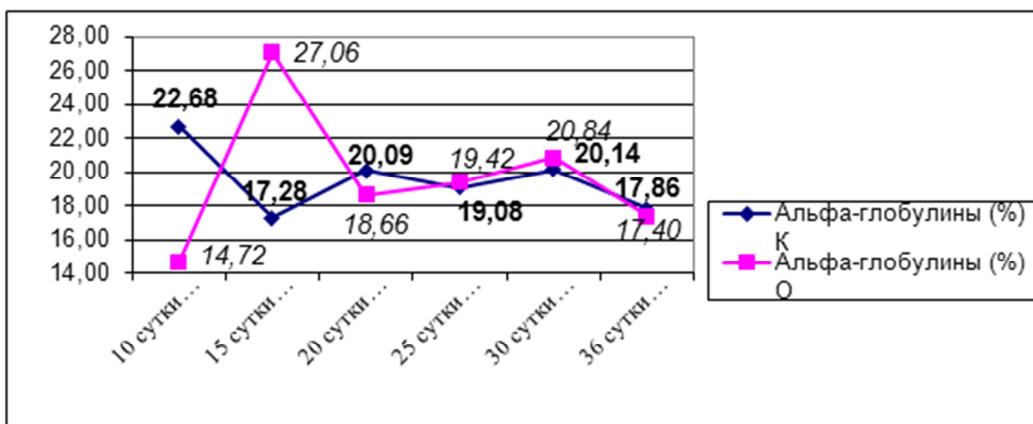


Рис. 4 Динамика уровня α -глобулинов в крови бройлеров кросса «Смена-7»

В начале исследования уровень α -глобулинов в крови бройлеров контрольной группы больше, чем в опытной в 1,5 раза. К 15 суткам происходит увеличение данного показателя в опытной группе на 12,3% и составляет 27%; в контрольной группе в этом же возрасте наблюдается уменьшение уровня α -глобулинов в крови цыплят на 5,4% и составляет 17,28%.

Максимальная разница по исследуемому показателю между опытной и контрольной группами наблюдается в возрасте 15 суток и составляет 9,78%. Начиная с 20 суток и до конца исследования существенных различий между обеими группами не выявлено.

В период с 30 по 36 сутки в исследуемых группах наблюдается снижение уровня α -глобулинов в крови цыплят. В целом, за период исследования в опытной группе выявлено увеличение уровня α -глобулинов на 2,68%, а в контрольной группе произошло снижение данного показателя на 4,82%.

Выводы:

1. За период эксперимента наблюдается равномерное снижение уровня альбуминов в крови цыплят контрольной и опытной групп. В начале эксперимента уровень альбуминов в крови цыплят, которым задавались фоспренил и гамавит, превышал уровень альбуминов в крови цыплят контрольной группы на 15%. В конце эксперимента данный показатель у цыплят опытной группы меньше, чем у цыплят контрольной группы на 5%.

2. Содержание β -глобулинов в крови при применении иммуномодуляторов в начале эксперимента меньше, чем в контрольной группе на 2%. К концу эксперимента уровень β -глобулинов при применении фоспренила и гамавита увеличился и превысил данный показатель в контрольной группе на 2%. Резкое увеличение содержания β -глобулинов в опытной группе наблюдается в возрасте 20 суток.

3. При исследовании уровня γ -глобулинов в крови цыплят-бройлеров в обеих исследуемых группах наблюдается общая тенденция увеличения данного показателя, но эти изменения носят скачкообразный характер. Наибольшие изменения уровня γ -глобулинов в крови наблюдаются у цыплят при применении иммуномодуляторов.

4. За период исследования в опытной группе выявлено увеличение уровня α -глобулинов, а в контрольной группе наблюдается снижение данного показателя. Начиная с 25 суток уровень α -глобулинов в крови цыплят обеих групп одинаков.

Таким образом, в ходе эксперимента выявлено влияние препаратов фоспренила и гамавита на уровень белков крови, что проявляется в увеличении уровня β -глобулинов и γ -глобулинов.

This article includes the affection of immune protectors on the formation of the bird's immunity. Telling my own research results of serum of broilers blood of cross "Change 7" Graphically shown the affection of preparators Fospreil and Gamavit on the concentration of anti-bodies in bird's blood.

The key words: immunity, immune protector, Globuline, Albumine, broiler.

Список литературы

- Галактионов В. Г. Иммунология: Учеб. Для студ. Вузов/В. Г. Галактионов. 3-е изд., испр. и доп. М.: Академия, 2004. 528 ,140-150
- Прозоркина Н. В. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии: учебное пособие для мед. Вузов/Н. В. Прозоркина, Л. А. Рубашкина. изд. 4-е, дополн. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 378, 114-115

Об авторах

Булгакова Е.Н. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Мерзлякова И.А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Лютый Р.Ю. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Зайцева Е.В. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 599+599.9

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ УРОТЕНЗИНА 2 – ГОРМОНА КАУДАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ (КНСС) ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

А.П. Бахтинов

На основе собственных исследований и данных литературы проведен критический анализ современных представлений о биологической роли уротензина 2 - гормона каудальной нейросекреторной системы (КНСС) человека и позвоночных животных. Показана его роль в регуляции организма животных и человека, участие в патогенезе психосоматических и психоэндокринных заболеваний человека: сердечно-сосудистой, сексуальной, репродуктивной систем, менструального цикла, адаптации и поведении.

Ключевые слова: уротензин 2, физиологические эффекты, болезни сердца и сосудов, сексуальной, репродуктивной систем, стресс, адаптация, этиология.

Роль уротензина 2 в регуляции функций органов и систем организма животных и человека общепризнана. Доказано влияние уротензина 2 в регуляции функций сердца, кровеносных сосудов, на развитие острых и хронических их заболеваний [5, 19, 21, 23], влияние на стресс, адаптацию организма, этиологические феномены в эксперименте на животных, регуляцию сексуального поведения и репродукцию. Широкий спектр физиологических эффектов уротензина 2 и его влияние на развитие психосоматических и психоэндокринных заболеваний подтверждено многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых. В настоящей работе проведен критический анализ основных проблем, касающихся функции уротензина 2 и его влияния на физиологические эффекты и развитие соматических и эндокринных заболеваний, что подтверждено многочисленными литературными источниками, а также работами автора, его коллег и учеников [1, 4, 5, 8, 11, 13, 14, 17].

РОЛЬ УРОТЕНЗИНА 2 В РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

В экспериментах на животных было исследовано влияние уротензина 2 на сердце, артериальные и венозные сосуды мышечного типа, на системную гемодинамику, отдельные органы, ЭКГ, реализуемые через специфические рецепторы уротензина 2, отмечаемые нами и изученные зарубежными учеными [18, 19, 20, 22].

Научные факты, освещенные в литературе, свидетельствуют о полифункциональном влиянии уротензина 2 на различные органы и системы животных и человека.

Проводя анализ влияния этого гормона, А.П. Бахтинов предлагает рассматривать его действие в зависимости от секреторной активности КНСС [11].

При умеренной секреции гормонов КНСС наблюдаются нормальная функция ЦНС, психики, эндокринной и иммунной функций, стойкий гомеостаз, хорошая репродукция, сексуальная функция, адаптация и другие эффекты.

При пониженной секреции гормонов КНСС имеются снижение адаптации организма к стрессам; нарушение гомеостаза организма; снижение контроля пролиферации клеток; развитие онкозаболеваний; недоразвитие половых органов; снижение сексуальной функции.

Гиперсекреция гормонов КНСС ведет к рассогласованию систем организма; нарушению гомеостаза и обмена веществ; к аспермии и ановуляторному циклу, т.е. мужскому и женскому бесплодию; развитию сердечно-сосудистых заболеваний; нарушению адаптации организма; развитию психосоматических и психоэндокринных заболеваний, возможному развитию нервно-психических заболеваний и др.

1. Влияние уротензина 2 на сердечно-сосудистую систему

Особое значение уротензин 2 имеет в регуляции сердечно-сосудистой системы. В.С. Бахтина [5] на перфузируемом сердце лягушки в целом организме показала дозозависимое влияние уротензина 2 на частоту и силу сокращения сердца и других его эффектов.

Для исследования точки приложения (действия) уротензина 2 на сердце была проведена серия опытов на изолированном сердце лягушки. В перфузат - 0,9 %-ный раствор хлорида натрия - поочередно вводился этот пептид в дозах 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 мкг/мл после "промывания" им сердца после каждой дозы до исходных данных.

Результаты свидетельствуют, что уротензин 2 вызывает дозозависимое усиление сокращения изолированного сердца в виде возрастания частоты и амплитуды сокращения. Причем при каждой дозе этого гормона процент возрастания амплитуды сокращений был достоверно выше, чем частоты его сокращений. В следующей серии опыта на изолированном сердце лягушки перфузат сочетался с введением данного пептида в дозе 2 мкг/мл и бета-адреноблокатора обзидана в дозе 0,001 мкг/мл, который вводился или перед ним или после его введения. Независимо от сочетания уротензина 2 и обзидана частота сердечных сокращений и их сила не изменились. Это позволяет полагать, что этот гормон оказывает свое действие не через адренореактивные структуры, а непосредственно на кардиомиоциты, в которых позднее был открыт его специфический receptor УТ. Для выяснения периферического действия уротензина 2 на кровеносные сосуды проведены опыты на 30 изолированных ушах кроликов методом Кравкова-Соловейчика. В ходе опыта подсчитывалось число капель, оттекающих от артерии уха за 1 минуту до и после введения этого пептида.

Исследования показали, что через 45 - 50 секунд после введения уротензина 2 в трансфузционную систему (0,9 %-ный раствор хлорида натрия) число капель, оттекающих от артерии уха, уменьшается до $20 \pm 2,5$ в 1 минуту. Этот эффект продолжается 2-3 минуты, после чего на 10-й минуте количество капель постепенно возвращается к исходным цифрам, составляя $60 \pm 1,5$ капли в 1 минуту.

Далее эти опыты были проделаны совместно с введением альфа-адреноблокатора фентола-мина метансульфоната. Уротензин 2 вводился в дозе 4 мкг в 0,5 мг раствора Рингера, а фентола-мин метансульфонат добавлялся в дозе 0,5 мг до и после введения этого гормона. Количество капель, оттекающее от артерии уха за 1 минуту при введении исследуемого гормона, достоверно уменьшается как в случае введения одного этого пептида, так и при введении его в различных сочетаниях с альфа-адреноблокатором, что свидетельствует о том, что этот гормон оказывает достоверный периферический сосудосуживающий эффект, и его действие не

связано с влиянием на адренореактивные структуры. Видимо, уротензин 2 действует непосредственно на мышечные клетки артериальных сосудов через специфические рецепторы, что в последующем было доказано рядом зарубежных ученых.

После получения сосудосуживающего эффекта на артериях, была поставлена задача выяснить влияние этого гормона на венозные сосуды.

Опыты проведены на 6 изолированных сегментах portalной вены белых крыс. Регистрация сокращения вены производилась с помощью механоэлектрического преобразователя в камере с проточным раствором Кребса для гладких мышц ($\text{pH} = 7,0$) при постоянной температуре 37°C с использованием самописца М-327 со скоростью движения бумаги 0,2 мм/с. Исследуемый препарат добавлялся в раствор Кребса в дозах от $1 \cdot 10^{-6}$ до $6 \cdot 10^{-6}$ г/мл. Для количественной оценки полученных фактов на 10-минутных интервалах гистерограмм рассчитывали число спонтанных и вызванных фазных сокращений и их амплитуду.

Для уточнения возможного участия препарата в ионном обмене применялся хлорид калия -60 мМ/л, добавляемый в раствор Кребса. Метод является весьма чувствительным и позволяет регистрировать едва уловимые изменения тонуса вен мышечного типа.

Изменения сокращения изолированных сегментов portalной вены под влиянием разных доз уротензина 2 свидетельствуют, что он усиливает частоту и силу спонтанных сокращений изолированных сегментов вен, то есть вызывает положительный хроно- и инотропный эффекты. Стимулирующее его действие наступает сравнительно быстро. Например, в концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ г/мл его эффект регистрируется через $2,1 \pm 0,03$ мин. По мере увеличения концентрации исследуемого препарата частота и амплитуда спонтанных сокращений изолированных сегментов вен увеличивается в большей степени, чем от предыдущей дозы и этот эффект наступает быстрее.

При добавлении в интактную среду хлористого калия в концентрации 60 мМ/мл в растворе Кребса в вене развивается стойкая высокоамплитудная контрактура. Предварительное введение уротензина 2 в раствор Кребса с веной в концентрации 10^{16} г/мл предотвращает это тоническое действие хлористого калия. Опыт свидетельствует, что уротензин 2 вызывает положительный хроно- и инотропный эффекты в изолированных сегментах portalной вены и имеет прямую зависимость от дозы его концентрации в среде. Кроме того, он предотвращает калиевую контрактуру, вызываемую введением в среду хлористого калия. Данные эффекты этого гормона, вызываемые в вене мышечного типа, мы связываем с регуляцией им мембранных ионных каналов миоцитов, а увеличение сократительной способности portalной вены - с наличием в ней рецептора УТ [4, 5].

2. ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ У КРЫС ПОСЛЕ ОДНОКРАТНОГО ВВЕДЕНИЯ УРОТЕНЗИНА 2 В ДОЗЕ 25 МКГ/КГ

Для выяснения влияния изучаемого препарата на электрическую активность сердца были проведены электрокардиографические исследования на 14 белых крысах (6 самцах и 8 самках) при однократном подкожном введении им этого пептида в дозе 25 мкг/кг. Запись производилась на двухканальном чернильно-пишущем электрокардиографе ЭКПСЧ-3 при скорости движения ленты 100 мм/с и стандартном усилении (1 мВ = 10 мм), в 1, 2 и 3 стандартных отведениях в соответствии с рекомендациями А.В. Лирмана и соавт. [12].

При этом у самцов максимальное сужение интервалов QRS на 15,8 % ($P < 0,05$) и зубца Т на 11,1 % ($P < 0,05$) наблюдается на 15-й минуте после введения данного пептида КНСС человека. У самок же изменение названных параметров электрокардиограммы отмечается несколько позднее и выражено в большей степени, чем у самцов. Так, у них максимальное сужение интервала QRS на 29,8 % ($P < 0,05$), а зубца Т на 36 % ($P < 0,05$) регистрируется на 30-й минуте после введения исследуемого гормона ($P < 0,05$).

Помимо изменения указанных параметров электрокардиограммы отмечается достоверное повышение вольтажа зубцов Р и R у крыс обоего пола. При этом максимум вольтажа зубца Р у самцов и самок отмечено на 10-й минуте соответственно на 32,2 и 52,0 % по сравнению с исходными их параметрами. Высота зубца R, однако, у самок возрастает раньше и выражена больше, чем у самцов. У последних максимум вольтажа зубца R наблюдается на 10-й минуте после введения исследуемого пептида, прирост вольтажа зубца R в это время составляет 11,1 %, а у самок этот процесс наблюдается уже на 2-й минуте после введения пептида, и прирост составляет 17,1 % от исходного ($P < 0,05$).

Полученные научные факты могут зависеть от активации данным пептидом кальциевых каналов атипичных миоцитов, что связывается нами с увеличением транспорта Ca^{+2} через специфические каналы атипичных кардиомиоцитов и ускорением проведения импульса по проводящей системе сердца. Это также увеличивает электрическую активность водителя ритма I порядка и регулирует реполяризацию отделов проводящей системы сердца, что, несомненно, опосредуется через receptor УТ [7].

3. ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМНОЙ ЕЕМОДИНАМИКИ У КРЫС ПОСЛЕ ОДНОКРАТНОГО ПОДКОЖНОГО ВВЕДЕНИЯ УРОТЕНЗИНА 2 В ДОЗЕ 25 МКГ/КГ

Эксперименты, проведенные на лягушках, не раскрывали системного действия препарата на сердечно-сосудистую систему, поэтому опыты с его введением были продолжены на крысях с целью изучения ряда гемодинамических показателей. Исследования выполнены на 12 белых крысях-самцах, массой 200 ± 20 г под внутривенным тиопенталовым наркозом. Уротензин 2 вводился подкожно в дозе 25 мг/кг в виде 5 %-ного содержания в 0,09 %-ном растворе хлорида натрия.

У всех животных в течение всего опыта регистрировалось дыхание, электрокардиограмма во II отведении, артериальное давление в брюшной аорте, регистрируемое через 5, 10, 15, 30, 45 и 60 минут после введения препарата. Измерение артериального давления производилось с помощью электроманометра. Его регистрация и измерение других показателей производились с помощью оптической записи на фотобумаге осциллографа Н-116 и регистрирующей части физиографа 068. Непосредственно из записей датчиков определялись частота дыхания в минуту, частота сердечных сокращений (уд./мин), систолическое и диастолическое артериальное давление, а также пульсовое и среднединамическое давление, длительность фазы изгнания, систолический объем, минутный объем кровообращения и общее периферическое сопротивление сосудов [5].

Результаты исследования свидетельствуют, что подкожное введение крысям уротензина 2 в дозе 25 мкг/кг приводит к ускорению сердечных сокращений у животных обоего пола. После введения исследуемого препарата максимальная тахикардия у самцов развивается к 10-й минуте (на 20,2 %, $P < 0,05$), а у самок - к 5-й минуте опыта (на 27,2 %, $P < 0,05$).

После введения препарата у них повышается частота дыхания, достигая максимальной величины к 30-й минуте наблюдения. Хронотропный эффект имел при этом максимальные показатели к 30-й минуте. В последующее время опыта постепенно снижаются частота сердечных сокращений (ЧСС) и дыхания, значения которых к 60-й минуте соответствуют исходным показателям.

Помимо этих эффектов под влиянием уротензина 2 происходит отчетливое повышение всех компонентов артериального давления: систолического, диастолического и среднединамического. Последнее является более стабильной величиной и объективно характеризует артериальное давление, вызываемое вазоконстрикцией сосудов данным пептидом.

Диастолическое давление, в отличие от систолического, в данном опыте повышается уже на 5-й минуте эксперимента на 26,4 % от исходного уровня. В последующем диастолическое давление, подобно систолическому, продолжает повышаться и к 30-й минуте его прирост по отношению к исходному составляет 45,4 % ($P < 0,02$). К 60-й минуте значения диастолического и систолического давления снижаются до первоначального уровня.

Таким образом, диастолическое давление повышается значительно раньше и его подъем более выражен, чем у систолического, что мы связываем с повышением тонуса артериальных сосудов, вызванного уротензином 2.

К 30-й минуте после введения уротензина 2 оба показателя достигают максимальной величины, затем происходит их снижение до исходных данных, что связывается с компенсаторным приспособлением сердечно-сосудистой системы к однократному введению уротензина 2.

Повышение компонентов артериального давления вызывает также изменение пульсового давления. На 5-й минуте исследования пульсовое давление достоверно уменьшается на 11,1 %. К 30-41 минуте соотношение систолического и диастолического давления уравновешивается, но их показатели фиксируются на более высоком уровне. К этому времени сердце, по-видимому, адаптируется, о чем свидетельствует повышение пульсового давления до исходного уровня. В последующем пульсовое давление не меняется до конца эксперимента.

Повышение артериального давления в данных опытах связано с увеличением общего периферического сопротивления, сосудов, вызванного уротензином 2. Анализ изменений общего периферического сопротивления и его показателя - диастолического давления под влиянием этого гормона свидетельствует о том, что он в большей степени влияет на тонус артериальных сосудов, чем на сердце, в котором вызывает преимущественно кардиотонический эффект и, отчасти, повышает ЧСС. Между ними имеется хорошая корреляция по времени и степени их изменения показателей.

Помимо повышения артериального давления уротензин 2 вызывает изменение основных компонентов сердечного выброса - ударного и минутного объема кровообращения, что связывается нами с отмеченным ранее увеличением силы и частоты сокращений и длительности фазы изгнания, вызванных его действием на сердце.

Иначе говоря, уротензин 2 является препаратом, действующим избирательно на артериальные сосуды и сердце, что связывается с наличием в них специфического рецептора УТ. Это выражается в повышении периферического сопротивления сосудов, вызывающего подъем АД, увеличении ударного объема (УО), длительности фазы изгнания, минутного объема кровообращения (МОК) и среднединамического давления (СДД). СДД и МОК начинают нарастать с 5-й минуты после однократного парентерального введения

препарата крысам в дозе 25 мкг/кг, достигая максимума к 30-й минуте. После этого они снижаются и к 60-й минуте эксперимента достигают исходных величин. Общее же периферическое сопротивление сосудов (ОПС) максимума достигает к 15-й минуте и затем плавно понижается, возвращаясь к исходным величинам, как и другие гемо-динамические показатели, к концу 60-й минуты [5].

Эти научные факты позволяют рекомендовать этот короткий пептид КНСС для применения в ургентной медицине, в частности при коллапсе, шоке, остановке сердца. Причем дозу препарата, равную 25 мкг/кг, следует считать предельно допустимой. Сходные результаты получены при изучении эффектов уротензина 2, вводимого внутривенно в дозе 25 мкг/кг в 0,9 %-ном растворе NaCl кошкам и кроликам, причем результаты исследования не имели видовых различий [11].

4. ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ УРОТЕНЗИНА 2 И МЕХАНИЗМЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Согласно литературным данным, уротензин 2 является наиболее биологически активным пептидом КНСС. Он вызывает массу патологических эффектов у человека и весьма серьезные нарушения функции органов и физиологических систем его организма.

Из 4-х пептидов КНСС уротензин 2 является наиболее опасным для здоровья человека. Уротензин 2 поражает как артериальные сосуды разного калибра, так и вены. Причиной этого является наличие его специфических рецепторов в разных структурах кровеносных сосудов. Они найдены в эндотелии сосудов, в подэндотелиальных клетках и в гладких миоцитах сосудов. Связываясь с ними, особенно при высокой степени секреции этого пептида КНСС, они вызывают массу патологических состояний, ведущих к нарушению тонуса и структуры сосудов. Среди них отмечаются как функциональные - преходящие сужения и спазмы артерий и вен, так и морфологические -структурные перестройки. Среди последних следует отметить образование атеросклеротических бляшек, развивающихся при пролиферации субэндотелиальных клеток. При более тяжелых подобных изменениях артерий происходит их облитерация, ведущая к серьезному нарушению регионального кровоснабжения органов, тканей, конечностей, вплоть до их некроза.

Наличие специфических рецепторов уротензина 2 в гладкомышечных клетках при повышенной его секреции, нередко вызываемой стрессами, провоцируемыми разнообразными патогенными факторами, приводит к спазмам кровеносных сосудов (артерий и вен мышечного типа), бронхов, протоков крупных пищеварительных желез (печени, поджелудочной железы), кишечника. Они ведут к развитию разного рода патологий: дискинезии желчевыводящих протоков, острого панкреатита, обструктивного бронхита (а в более выраженных случаях - бронхиальной астмы), острой непроходимости кишечника, стенокардии, кардиогенного шока, нередко заканчивающегося внезапной смертью на почве остановки сердца, мигрени и других заболеваний.

В настоящее время доказано, что большинство психосоматических заболеваний человека вызывается уротензином 2. К ним относят сахарный и несахарный диабет, обструктивный бронхит и бронхиальную астму гипертриеоз, ишемическую болезнь сердца и инфаркт миокарда, сосудистые нарушения мозга, его ишемический инсульт, венозный синдром с проявлениями тромбофлебита и др. Автор данной статьи склонен считать, что язвенная болезнь желудка и кишечника тоже психосоматические заболевания, вызываемые данным гормоном в сочетании со стрессом.

Уротензин 2 оказывает выраженное действие на функцию половой, репродуктивной и сексуальной сферы. Сорокадневное подкожное введение этого гормона сорокадневным особям крыс обоего пола вызвало у них контрацепцию. Только через 4,5 месяца экспериментальные самцы, содержащиеся с интактными самками, и экспериментальные самки в группе с интактным самцом, дали первое потомство, которое в отличие от контроля было количественно в 3 раза меньше. Изучение внутренних половых органов части экспериментальных крыс свидетельствовало о снижении их массы, а гистологически констатирована у самцов аспермия, а у самок ановуляторный цикл [5].

При клинико-лабораторных исследованиях иммунореактивности уротензина 2 у женщин, проведенных дипломниками Е.В. Иванниковой и Д.В. Снытко, констатировано, что его гиперсекреция является причиной бесплодия у 30 % женщин, страдающих этим. Кроме того, при высокой иммунореактивности данного гормона КНСС в крови женщин отмечено достоверное нарушение менструального цикла, сочетающееся с поликистозом яичника, ановуляторным циклом, эдометрио-зом, недоразвитием яичников и матки.

Заключая обсуждение вопроса о патологических эффектах уротензина 2, следует отметить, что его действие подобно обоядоострому клинку. Все зависит, видимо, не только от концентрации уротензина 2 в крови человека, но и от той "почвы", на которую он будет воздействовать. Иначе говоря, предварительная подготовка, перестройка автоматики организма, наличие в крови тех или иных биологически активных веществ предопределяют тот или иной эффект данного гормона на организм животного или человека.

5. ВЛИЯНИЕ УРОТЕНЗИНА 2 НА РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Изучение научных публикаций и фактов по проблеме влияния уротензина 2 на развитие и течение сердечно-сосудистых заболеваний позволило предположить, что повышение его концентрации в крови является одной из причин развития ряда серьезных патологических процессов в сердце и кровеносных сосудах человека.

Для проведения этих исследований нами был применен способ изучения концентрации иммунореактивности в эритроцитах крови больных методом РИГА [3].

Кровь получали из клинической лаборатории Брянского областного кардиологического диспансера. В РИГА использовалась кроличья антисыворотка против уротензина 2, полученная оригинальным способом [11].

Титры агглютинации крови больных и здоровых людей достоверно отличались как по половому признаку, так и по нозологическому. Так, у здоровых женщин титр иммунореактивности составляет $1 : 84 \pm 7,76$, а у здоровых мужчин он равен $1 : 256 = 12,66$.

Полученные данные при использовании метода математической статистики свидетельствуют, что в крови практически здоровых людей концентрация иммунореактивности короткого пептида КНСС больше, чем в крови людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Например, у здоровых мужчин агглютинация эритроцитов наблюдается в тирах сыворотки от $1 : 32$ до $1 : 512$, а у больных - лишь от $1 : 4$ до $1 : 32$. При сравнении результатов исследования титра иммунореактивности здоровых и больных мужчин получены достоверные различия ($P > 0,001$).

У женщин преобладает сосудистая патология - гипертония или гипертония, составляющие 85 % и лишь 15 % ИБС - иммунореактивность при них составляла $1:16 \pm 3,4$, а у мужчин преимущественно страдает сердце, при этом у 55 % из них диагностирован инфаркт миокарда и в 45 % -ишемическая болезнь сердца, иммунореактивность у них в среднем равна $1:15,9 \pm 2,78$. При этом при инфаркте миокарда иммунореактивность составляет у мужчин $1:15 \pm 4,65$, а при ИБС - этот показатель равен $1:16 \pm 2,82$ ($P > 0,05$).

Полученные нами научные факты отличаются от результатов экспериментальных исследований зарубежных коллег. По их данным, концентрация уротензина 2 в организме животных и человека при сердечно-сосудистых заболеваниях значительно повышается по сравнению со здоровыми. В наших же исследованиях в крови больных людей обоего пола, проходящих лечение в Брянском областном кардиологическом диспансере, концентрация уротензина 2 в крови гораздо меньше, чем у практически здоровых людей.

Исследуя титр иммунореактивности здоровых женщин (в качестве контрольной группы) методом РПГА, мы получили данные, свидетельствующие о том, что в их крови этот показатель равен $1:14 \pm 8,62$, в то время как у больных с гипотензивным и гипертензивным синдромом, титр иммунореактивности составлял $1:6 \pm 3$, что в 2,33 раза меньше, чем у здоровых.

У мужчин, страдающих преимущественно ишемической болезнью сердца и инфарктом миокарда, в отличие от женщин, титр иммунореактивности, практически одинаков при том и другом сердечном заболевании, составляя в среднем $1:7,25 \pm 2,727$, а у здоровых мужчин он был равен $1:48 \pm 36,16$. Такой усредненный при статистической обработке показатель концентрации иммунореактивности связан с большим разбросом индивидуальных показателей титра иммунореактивности короткого пептида КНСС от $1:4$ до $1:512$ и более. При этом выяснить причину такого различия концентрации иммунореактивности уротензина 2 в крови тех и других больных нам не удалось.

С целью выяснения этих различий концентрации иммунореактивности у больных и здоровых - людей обоего пола автором книги была проведена работа по изучению данного показателя у себя - 70-летнего человека и у коллеги - женщины в возрасте 35 лет.

Результаты этого исследования свидетельствуют, что при стабильной спокойной работе титр иммунореактивности уротензина 2 в крови у автора статьи составлял от $1:8$ до $1:16$. Артериальное давление (АД) при этом постоянно регистрируется в пределах "рабочего", то есть на уровне физиологической нормы. Частота сердечных сокращений (ЧСС) тоже колеблется в пределах физиологической нормы.

При острых стрессах титр иммунореактивности уротензина 2 в крови 70-летнего автора статьи регистрировался в пределах от $1:32$ до $1:124$.

В состоянии же дистресса этот показатель снижается до $1:2$ - $1:4$, артериальное давление при этом тоже снижается, систолическое - до 90 - 96 мм рт. ст., а диастолическое - до 63 - 65 мм рт. ст. ЧСС регистрируется в пределах 85 - 90 ударов в минуту. Нередко возникают судороги мышц ног или в других частях тела, которые купируются приемом внутрь 5 мл $25\%-ного$ раствора сульфата магния.

У 35-летней коллеги-женщины при оптимальном психологическом и соматическом статусе титр короткого пептида в ее крови составляет $1:16$ - $1:32$. При острых стрессовых ситуациях этот показатель возрастает $1:32$ до $1:64$, артериальное давление регистрируется на уровне $135/90$ мм рт. ст., а частота сердечных сокращений составляет 75 - 85 ударов в минуту. В состоянии острого приступа стено-

кардии у нее АД регистрируется на уровне 130/90 мм рт. ст., а ЧСС возрастает до 90 - 95 уд./мин. Титр иммунореактивности короткого пептида КНСС в этот момент у нее в среднем равняется 1:64. При длительной напряженной интеллектуальной работе у нее все отмеченные показатели меняются: АД составляет 110-115/65-70 мм рт. ст., ЧСС - 95 - 100 уд./мин., а титр иммунореактивности уротензина 2 в ее крови понижается до 1:16-1:8.

Факты, полученные при исследовании своего состояния у автора статьи и его коллеги, позволяют пролить свет на исследования крови больных Брянского областного кардиологического диспансера. Они могут свидетельствовать о следующем.

1. Мужчины более остро реагируют на стрессовые ситуации, чем женщины.

2. У мужчин в случае острых стрессов и при остро протекающих сердечно-сосудистых заболеваниях, которые, несомненно, вызывают процесс напряжения всех систем организма, показатели АД и ЧСС возрастают.

3. Возрастает при этом состоянии и концентрация иммунореактивности уротензина 2 в их крови, выявляемая РПГА, титр которой возрастает от 1:128 и выше.

4. При длительно протекающих стрессовых ситуациях или длительном течении сердечно-сосудистого заболевания - хроническом стрессе (дистрессе) происходит значительное понижение иммунореактивности короткого пептида в крови, особо отмечаемое у мужчин при исследовании ее методом РПГА, проел вживаясь в пределах титра от 1:8 до 1:4.

Отмеченные изменения иммунореактивности и функции ЧСС у автора статьи и его коллеги по работе при различных состояниях организма могут быть, по-видимому, объяснены сложными комплексно протекающими процессами в организме человека, влияющими на секрецию уротензина 2 в кровь [11].

Общеизвестно, что мужской организм человека и экспериментальных животных, по нашим данным и данным литературы, быстрее во времени и сильнее по реактивности реагирует на стрессовые ситуации. При этом, как свидетельствует литература, возрастает синтез и секреция в кровь гормонов стресса.

Результаты исследования, изложенного выше, а также анализ литературы по проблеме КНСС позволяют более глубоко осмыслить разновеликие показатели исследуемого препарата у больных и практически здоровых людей обоего пола в возрасте от 25 до 45 лет и у 70-летнего автора книги.

Заключая наше сообщение, следует отметить, что на этот процесс в организме человека, несомненно, оказывают влияние бытовые, социальные и другие стрессогенные факторы, на которые особо остро реагируют мужские особи животных и человека. Именно это свойство мужского организма следует связывать с более тяжелым течением их сердечно-сосудистых заболеваний, нередко ведущих к инвалидности или преждевременной смерти. Поэтому девиз "Берегите мужчин" остается актуальным, особенно в периоды напряженных политических и социальных ситуаций.

Подытоживая наше исследование, следует отметить, что автор, его сотрудники и ученики, занимаясь проблемой КНСС, ее структурой и функцией, опередили научные разработки ведущих лабораторий зарубежных научных учреждений по ряду параметров: на 22 года раньше открыли КНСС у человека, млекопитающих, птиц и других позвоночных; при первичном скрининге выделенного у человека уротензина 2 выявили вазоактивный, кардиотонический, иммуногенный и контрацептивный эффекты [15]; запатентовали способ выделения уротензина 2 из спинного мозга человека и млекопитающих [2, 9]; запатентовали способ контрацепции млекопитающих [11, 16]; запатентовали способ лечения опухолей [6]; разработали и применили в экспериментах и клинико-лабораторных исследованиях способ определения концентрации иммунореактивности уротензина 2 в крови животных и человека [11]; запатентовали оригинальный способ иммунизации уротензином 2 [10]; разработали и апробировали в клинике определение стадий сердечно-сосудистых болезней человека и групп риска при них [11]; разработали и предложили врачам-практикам способ определения секреторной активности КНСС и ее влияния на состояние здоровья человека [11]; обосновали и предложили модель дозозависимых эффектов уротензина 2 [11]; иммунологическим способом РПГА доказали, что 30 % женского бесплодия связано с гиперсекрецией уротензина 2 [11]; иммунологически доказали связь нарушения менструального цикла, поликистоза яичников и ряда других заболеваний репродуктивной сферы женщин с гиперсекрецией уротензина 2; экспериментально на животных и человеке доказали участие уротензина 2 в регуляции стресса, адаптации [13] и поведения [14].

On the basis of his own research and findings provided in the special literature the author puts to the critical analysis the present day concepts of the biological role of urotensin II, the caudal neurosecretory system hormone in animals and human organisms. The article shows the regulatory function of this hormone in animals and human organisms and its participation in psychosomatic and psychoendocrine disease pathogenesis, such as cardiovascular, sexual and reproductive systems, menstrual periods, adaptation and behavior.

The key words: Urotensin II, physiological effects, cardiovascular, sexual and reproductive system diseases, stress, adaptation, ethology.

Список литературы

1. Бахтинов, А.П. Интраспинальный орган человека [Текст] / А.П. Бахтинов // Материалы научной гистологической конференции, посв. 50-летию образования СССР. Л., 1972. - С. 170 -171.
2. Бахтинов, А.П. Способ получения вещества, обладающего кардиотоническим и гипертензивным действием [Текст] / А.П. Бахтинов, К.А. Мещерская, В.С. Бахтина // Авт. св-во СССР № 669015, выданное Госкомитетом по изобретениям и открытиям в 1979 г., приоритет от 09.03.1978.
3. Бахтинов, А.П. Способ выявления вазотонина-Н в крови человека методом агглютинации [Текст] / А.П. Бахтинов. В.С. Бахтина, Т.Н. Аторина // Бюллетень № 3 рациональ, и изобрет. совместно с научн.-метод, отделом Приморского отделения ВОИР. Владивосток: ВГМИ, 1980. -С.13. (ДСП).
4. Бахтинов, А.П. Влияние препарата V-Н на гемодинамические показатели [Текст] / А.П. Бахтинов, В.С. Бахтина // Сборник трудов XIV съезда ВФО им. И.П. Павлова. Баку, 1983. - Т.2. -С. 149.
5. Бахтина, В.С. О биологической активности пептида из спинного мозга человека (эксперим. исследов.) [Текст] / В.С. Бахтина: автореф. дис. ... кан. мед. наук. Владивосток, 1996. -23 с.
6. Бахтинов, А.П. Способ профилактики и лечения эстрогено- и андрогенозависимых опухолей. Патент РФ № 2163812. [Текст] / А.П. Бахтинов. Приоритет от 17.06.1997.
7. Бахтинов, А.П. Инкреторная функция каудального отдела спинного мозга и ее физиологическое значение [Текст] / А.П. Бахтинов // Медицинская газета. 1997. №22.С.7.
8. Бахтинов, А.П. Специфические и неспецифические эффекты пептидного гормона каудальной нейросекреторной системы млекопитающих [Текст] / А.П. Бахтинов, И.Ю. Адамович, С. А. Самохина, Т.А. Семенищенко // Экология и охрана биологического разнообразия (в помощь учителю). Брянск: БГУ, 2000. С. 14-17.
9. Бахтинов, А.П. Способ получения биологически активных пептидов каудальной нейросекреторной системы (КНСС) позвоночных [Текст] / А.П. Бахтинов, А. А. Бахтинов // Патент РФ на изобретение № 2224528, зарег. в Госуд. реестре РФ (Москва) 27.02.2004 г., приоритет от 24.07.2001 г.
10. Бахтинов, А.П. Способ получения антисыворотки против пептидов каудальной нейросекреторной системы (КНСС) млекопитающих [Текст] / А.П. Бахтинов. С. А. Пушкина // Патент РФ на изобретение № 2272650, зарегистрир. в Гос. реестре изобрет. РФ (Москва) 27.03.2006. Приоритет от 24.10.2003 г.
11. Бахтинов, А.П. Берегите сердце. Роль короткого пептида - уротензина II - гормона каудальной нейросекреторной системы позвоночных животных и человека в регуляции сердечно-сосудистой системы и развитии ее болезней [Текст] / А.П. Бахтинов. - Брянск: РИО БГУ, 2009. 110 с.
12. Лирман, А.В. Регистрация и оценка ЭКГ у крыс [Текст] / А.В. Лирман, С.М. Бакман, Г.М. Яковлев // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 1973. № 4. С.83-85.
13. Лушкина, С.А. Влияние пептида КНСС человека на стрессоустойчивость белых беспородных мышей [Текст] / С.А. Лушкина, О.Е. Изотова // Проблемы природопользования и экологии Брянской области: материалы 1-й молод. науч.-практ. конференции. Брянск, 2002. С.21-23.
14. Лушкина, С.А. Влияние пептида каудальной нейросекреторной системы человека на адаптацию грызунов [Текст] / С.А. Лушкина: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тверь, 2004.
15. Мещерская, К.А. Биологические методы исследования вазотонина-Н [Текст] / К.А. Мещерская, А.П. Бахтинов, В.С. Бахтина // Бюллетень предложений рационализаторов здравоохранения (Приморское отделение ВОИР. ВГМИ). Владивосток, 1977. С.33-34 (ДСП).
16. Мещерская, К. А. Способ контрацепции млекопитающих: Авторское свидетельство СССР № 469805 [Текст] / К.А. Мещерская, А.П. Бахтинов, В.С. Бахтина. М., 1984. Приоритет от 25.06.1979.
17. Мотовкин, П.А. Das intraspinale Organ des Menschen [Текст] / П.А. Мотовкин, А.П. Бахтинов // Medizin in Fernen Osten der UdSSR. 49 Abbildungen. Hippokrates verlag. Stuttgart, 1975. С.51-59.
18. AshtonN. Kidney Int. Aug.: 70(4):624-9.
19. Brkovic A., Hattenberger A., Kostenis E., Klabunde T. Flohr S., Kurz M., Bourgault S., Fournier A. Functional and binding characterizations of urotenzin II-related peptides in human and rat urotenzin II-receptor assay. 2003 Sep; 306(3): 1200-9. Epub 2003 Jun 13.
20. Carotenuto A., Grieco P., Rovero P., Novelino E. Urotensin II receptor agonist // J. Curr Med Chem. 2006; 13(3):267-75.
21. Ovcharenko E., Abassi Z., Rubinstein E. Kaballa A., Hoffman A., Winaver J. Renal effects of human urotensin II in rats with experimental congestive heart failure // Nephrol Dial Transplant. 2006 May;21(5):1205-11.
22. Platzack B., Schaffert C., Hazon N., Conlon J.M. Cardiovascular actions of dogfish urotensin I in the dogfish, Scyliorhinus canicula // Gen Comp Endocrinol. 1998 Feb; 109(2):269-75.
23. Zeng Z.P., Liu G.Q., Li H.Z., Fan X.R., Liu D.M., Tong A.L., Zheng X., Liu C. The effects of urotensin II on proliferation of pheochromocytoma cells and mRNA expression of urotensin II and receptor in pheochromocytoma tissues // Ann N Y Acad Sci. 2006 Aug; 1073:284-9.

Об авторе

Бахтинов А.П. – доктор медицинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 581.526.425

АССОЦИАЦИИ И ТИПЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ВЕТЬМИНСКО-БОЛВИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.Д. Булохов, А.В. Шапурко

Составлена флористическая и физиономическая классификации сосновых лесов Ветьминско-Болвинского междуречья. Установлено 2 ассоциации, 3 субассоциации и 4 варианта, в том числе новая ассоциация *Oxalido-Pinetum sylvestris*. Синтаксоны трансформированы в три типа сосновых лесов: *Piceo-Pinetum vacciniosum myrtilllis*, *Piceo-Pinetum oxalidosum* и *Pinetum vitis-ideae vacciniosum*. Указаны их диагностические признаки.

Ключевые слова: сосновый лес, классификация, лесная типология, ассоциация, тип леса, Брянская область.

Цель статьи – разработать флористическую классификацию сосновых лесов Ветьминско-Болвинского междуречья. Это междуречье представляет юго-западную часть Брянско-Жиздринского полесья, которое относится к типу «высоких полесий» [4]. Равнины их имеют не аккумулятивное, а денудационное происхождение. Территория междуречья отличается незначительной толщой флювиогляциальных отложений, под которыми залегают коренные породы: опоки, трепела, мел, мергель и кварцево-глауконитовые пески. Междуречье расположено на юге зоны хвойно-широколиственных лесов. На долю лесов приходится 64 %. Коренные типы леса или приближающиеся к ним, сохранились мелкими участками на фоне березняков и осинников. О лесах этого междуречья имеются сведения в работах А. Д. Булохова [1,2].

Геоботаническое описание лесов проводилось на пробных площадках размером 400 м², иногда описывались природные участки в естественных границах. Оценка количественного участия видов дана по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке [7]. Характеристика почв дана по шкалам Г. Элленберга [8]. Всего сделано 95 описаний. Классификация проведена в соответствии с принципами направления Браун-Бланке. При трансформации единиц флористической классификации в типы, пользовались два критерия: экологическое сходство фитоценозов, которое обеспечивает ассоциации и субассоциации, и направлением хозяйственного использования. Название типов лесорастительных условий и типов леса дано по номенклатуре, используемой в лесной типологии России [3,5,6]. Ниже дается характеристика установленных ассоциаций

Ассоциация *Dicrano-Pinetum sylvestris* Preising et Knapp 1957. Диагностические виды: *Pinus sylvestris* (доминант), *Polygonatum odoratum*, *Pteridium aquilinum*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium* и *Ptilium crista-castrensis* (табл. 1-2).

Состав и структура. Состав древостоя I яруса: 9-8С1-2Е+Б ед Д. Ель, как правило, формирует второй подъярус, имеется и её обильный благонадежный подрост. Подлесок отсутствует или слабо развит, в его состав входят *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*. Жизненное состояние лещины низкое. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Vaccinium myrtillus* в сочетании с *Vaccinium vitis-idaea*. Константны и другие бореальные виды: *Orthilia secunda*, *Goodyera repens*, *Trientalis europaea*, *Luzula pilosa*. Общее проективное покрытие (ОПП) варьирует от 20 до 70 %. Моховой ярус, как правило, хорошо развит. Доминирует *Pleurozium schreberi* в сочетании с *Dicranum scoparium*.

В ценофлоре ассоциации встречаются виды растений, занесенные в Красную книгу Брянской области: *Daphne mezereum*, *Digitalis grandiflora*, *Epipactis atrorubens*, *Goodyera repens*, *Lilium martagon*, *Linnaea borealis*, *Monesis uniflora* и *Platanthera bifolia*.

Экология. Сообщества синтаксона распространены в широком диапазоне геоморфологических и эдафических условий: по куполообразным холмам на зандрово-денудационной равнине сформированной опоками, а также на пологоволнистой морено-зандровой равнине сложенной мощными и среднемощными песками и супесями с подзолистыми песчаными и супесчаными почвами.

Фитоценотическое разнообразие синтаксона представлено тремя субассоциациями и тремя вариантами. 1. Субассоциация *Dicrano-Pinetum sylvestris piceetosum abietis*. Диагностические виды: *Picea abies*, *Hylocomium splendens* (табл. 1). Отличительный признак – наличие второго подъяруса из ели и хорошо развитого мохового яруса. В ее составе два варианта. Вариант *Calamagrostis arundinacea* (табл. 1, оп. 1-8). Диагностические виды: *Corylus avellana*, *Calamagrostis arundinacea*, *Platanthera bifolia* и *Rubus saxatilis*. Сообщества варианта занимают свежие (4,6-5,1) умеренно-кислые (3,4-4,3) бедные минеральным азотом (3,1-3,4) почвы.

Вариант *Linnaea borealis* (табл. 1, оп. 9-16). Диагностические виды варианта: *Linnaea borealis*, *Hypopitys monotropa* и *Viola riviniana*. Эти сообщества также распространены на средне-влажных (4,5-5,9) кислых (2,8-3,5) бедных минеральным азотом (2,8-4,0) почвах.

Таблица 1

Ассоциация *Dicrano-Pinetum sylvestris*, субассоциация *piceetosum abietis*, вариант *Calamagrostis arundinacea* (оп. 1-8), вариант *Linnaea borealis* (оп. 9-16)

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	Кп	9	10	11	12	13	14	15	16	Кп
Высота древостоя, м						26-28							28-30					
Сомкнутость крон, %						50-70							50-70					
Сомкнутость подлеска, %	.	.	20	10	10	10	20	.		.	.	.	.	.	.	.	.
ОПП травяно-кустарничкового яруса, %	40	65	65	30	55	50	70	70		40	30	40	30	60	30	20	20	
ОПП мохового яруса, %	80	100	80	95	95	95	30	40		98	90	90	98	98	95	98	98	
Количество видов	36	30	34	21	27	27	28	29		28	27	21	23	29	26	24	30	
									Характеристика почвы:									
влажность	4.6	4.8	4.8	5.1	4.7	4.9	5.0	4.7		5.9	4.8	4.9	4.9	4.7	4.5	4.6	4.9	
кислотность	4.3	4.0	4.0	4.2	4.0	3.7	3.6	3.4		3.5	3.3	3.1	2.9	3.2	3.1	2.8	3.3	
обеспеченность азотом	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.1	3.3	3.4		3.3	3.1	4.0	2.8	2.9	2.9	2.9	2.8	
									Д. в. ассоциации <i>Dicrano-Pinetum sylvestris</i>									
<i>Pinus sylvestris</i> I	5	4	3	4	4	4	4	5	V	4	4	4	5	5	5	5	4	
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	1	r	+	+	+	+	2	V	r	+	1	+	+	+	1	+	
<i>Polygonatum odoratum</i>	+	r	+	r	+	+	.	.	IV	.	r	.	.	r	+	.	II	
<i>Dicranum scoparium</i>	1	2	1	2	2	2	1	1	V	+	2	+	2	2	1	1	2	
<i>D. polysetum</i>	+	+	+	.	+	r	+	+	V	1	1	2	+	+	.	2	+	
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1	1	.	.	+	+	.	.	III	.	.	.	1	r	+	1	+	
									Д. в. субассоциация <i>piceetosum abietis</i>									
<i>Picea abies</i> I	1	1	1	2	2	2	+	1	V	r	.	.	r	.	+	.	r	
<i>Picea abies</i> II	1	2	1	1	1	2	2	2	V	+	+	r	1	+	1	+	+	
<i>Picea abies</i> III	2	1	1	2	1	1	1	+	V	1	1	1	1	+	1	1	1	
<i>Hylocomnium splendens</i>	+	+	1	1	1	+	+	.	V	+	+	1	+	+	.	+	+	
									Д. в. варианта <i>Calamagrostis arundinacea</i>									
<i>Corylus avellana</i>	.	.	+	r	r	r	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus saxatilis</i>	1	+	2	+	1	1	1	.	V	+	r	.	.	.	.	.	II
<i>Platanthera bifolia</i>	r	r	r	.	r	r	.	r	IV	.	.	.	.	.	.	r	I
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+	1	+	1	.	1	1	2	V	.	.	.	.	.	.	.	.
									Д. в. варианта <i>Linnaea borealis</i>									
<i>Hypopitys monotropa</i>	r	.	r	.	.	.	.	.	II	.	r	.	+	.	r	r	+
<i>Viola riviniana</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	I	.	r	.	r	r	r	.	III
<i>Linnaea borealis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	2	3	+	+	V
									Д. в. союза <i>Dicrano-Pinion</i>									
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1	2	+	1	+	1	2	3	V	1	+	2	3	4	2	3	1	
<i>Convallaria majalis</i>	1	1	3	+	1	+	1	.	V	.	+	.	+	+	+	.	r	
<i>Melampyrum pratense</i>	1	1	+	2	+	.	.	.	IV	+	+	.	+	1	+	1	+	
<i>Goodyera repens</i>	+	r	+	.	r	.	.	r	IV	r	.	.	.	+	r	r	+	
<i>Veronica officinalis</i>	.	+	r	.	+	.	.	r	III	r	.	+	.	r	r	r	.	
<i>Antennaria dioica</i>	.	.	.	.	.	.	+	r	II	.	.	.	.	1	+	.	II
<i>Pyrola chlorantha</i>	+	r	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	+	.	r	+
<i>Pyrola rotundifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	II	.	.	.	.	.	.	.	.
									Д. в. порядка <i>Piceetalia excelsae</i> и класса <i>Vaccinio-Piceetea</i>									
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	4	4	1	4	4	5	5	V	5	5	5	3	5	5	3	2	
<i>Trientalis europaea</i>	+	+	+	1	1	1	+	.	V	+	+	.	+	+	+	r	+	
<i>Luzula pilosa</i>	+	.	+	+	1	1	+	.	IV	2	+	2	1	1	1	1	+	
<i>Orthilia secunda</i>	+	.	1	+	1	3	r	r	V	.	r	+	r	.	.	.	III	
<i>Maianthemum bifolium</i>	+	1	4	1	2	1	.	.	IV	.	+	.	3	+	.	r	1	
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	1	.	+	.	.	.	II	+	.	4	.	.	.	.	II
<i>Monesia uniflora</i>	r	r	r	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	r	I
<i>Pleurozium schreberi</i>	4	5	5	5	5	2	3	V	5	5	2	5	5	5	5	5	V	
									Прочие виды									
Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	Кп	9	10	11	12	13	14	15	16	Кп
<i>Betula pendula</i> I	+	1	+	1	+	1	2	1	V	2	2	2	1	1	1	r	2	V
<i>Quercus robur</i> II	.	r	.	.	r	.	.	.	II
<i>Sorbus aucuparia</i> III	r	r	1	1	+	1	1	+	V	+	+	.	r	r	r	.	r	IV
<i>Quercus robur</i> III	r	.	r	.	.	r	.	r	III
<i>Solidago virgaurea</i>	r	r	r	.	.	r	+	r	IV	.	r	r	r	.	+	r	.	IV
<i>Fragaria vesca</i>	r	.	.	.	.	1	2	II	.	r	+	.	1	.	+	.	III
<i>Carex digitata</i>	.	.	r	.	r	+	.	.	II	.	r	+	.	.	r	.	II	

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	Kп	9	10	11	12	13	14	15	16	Kп
<i>Melica nutans</i>	+		r	.	.	.	.	+	II	.	r	.	.	.	.	.	r	II
<i>Agrostis tenuis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	I	+	.	.	+	1	.	.	.	II
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	I	r	.	r	.	.	.	.	.	II
<i>Carex montana</i>	r	+	.	.	.	r	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Единично встречаются: *Campanula rotundifolia* (1, r), *Chimaphila umbellata* (1, r), *Lilium martagon* (1, r), *Peucedanum oreoselinum* (1, r), *Rhytidadelphus triquetrus* (1, +), *Deschampsia cespitosa* (2, r), *Acer platanoides* II (3, r), *Prunella vulgaris* (3, r), *Scorzonera humilis* (4, r), *Clinopodium vulgare* (5, r), *Frangula alnus* III (7, r), *Hypericum perforatum* (7, r), *Trifolium medium* (7, r), *Clinopodium vulgaris* (8, r), *Euonymus verrucosa* III (8, r), *Knautia arvensis* (8, r), *Melampyrum nemorosum* (8, +), *Potentilla erecta* (8, r), *Calamagrostis canescens* (9, +), *Carex nigra* (9, r), *Molinia caerulea* (9, r), *Polytrichum strictum* (9, r), *Salix cinerea* III (9, r), *Melampyrum nemorosum* (11, +), *Potentilla erecta* (13, +), *Veronica chamaedrys* (13, +), *Hieracium umbellatum* (15, r), *Monesis uniflora* (16, r), *Platanthera bifolia* (16, r). *Hieracium umbellatum* (1,2,r); *Campanula persicifolia* (3,8,r); *Daphne mezereum* (5,7, r); *Succisa pratensis* (7,8,r); *Calluna vulgaris* (14.15,+); *Polytrichum commune* (2,9, +); *P. juniperinum* (7,8,+); *Festuca rubra* (10,14, +); *Pilosella officinarum* (13,16,+).

Пункты описаний: Брянская область, Дятьковский р-н. Оп. 1, 2 – кв. 31, оп. 5, 6 – кв. 24, 25. Дятьковское лесничество. 18.07.2009; оп. 3, 4 – кв. 16. Кленовское лесн-во. 19.07.2009; оп. 7 – кв. 20, оп. 9 – кв. 78, оп.12 – кв. 20, оп.13 – кв. 58 оп. 14 – кв. 66. Ивотское лесн-во. 20.07.2009; оп. 8 – кв. 3, оп. 10 – кв. 46, оп. 11 – кв. 6. Знеборское лесн-во. 19.07.2009; оп.15 – кв. 82, оп. 16 – кв. 81. Старьское лесн-во. 21.07.2009. Автор А. Д. Булохов.

Примечание: Кп – класс постоянства.

2. Субассоциация *Dicrano–Pinetum sylvestris trifolietosum medii*. Диагностические виды: *Campanula persicifolia*, *Carex montana*, *Fragaria vesca*, *Geranium sylvaticum*, *Potentilla erecta*, *Succisa pratensis* и *Trifolium medium* (табл. 2). В травяно-кустарниковом ярусе, кроме boreальных видов, характерны луговые и лугово-степные виды: *Campanula persicifolia*, *Carex montana*, *Geranium sanguineum* и *Poa angustifolia*. Флористическая насыщенность большая. На 400 м² встречается от 26 до 46 видов.

Экология. Занимает пологие склоны куполообразных возвышений и склоны на зандрово-денудационной равнине сформированной опоками с песчаными дерново-среднеподзолистыми суховатыми (4,3-5,0) умеренно-кислыми (3,4-4,9) бедными минеральным азотом (3,0-3,5) почвами.

Таблица 2

Субассоциация *Dicrano–Pinetum sylvestris trifolietosum medii*

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Kп
Высота древостоя, м															
Сомкнутость крон, %	70	50	60	70	50	70	70	50	60	70	70	60	70	70	70
Сомкнутость подлеска, %	10	20	30	20	50	40	40	50	40	.	.	20	10	20	.
ОПП травяно-кустарникового яруса, %	65	75	60	75	75	75	75	75	.	.	.	.	.	.	.
ОПП мохового яруса, %	1	2-3	2-3	2-3	2-3	1	2-3	.	20	2	3	5	3	.	.
Количество видов	38	31	28	27	41	45	45	37	32	39	29	37	39	42	.
Характеристика почвы:															
влажность	4.7	4.3	4.7	4.5	4.8	4.3	4.7	4.6	4.9	4.4	4.8	4.9	5.0	4.9	.
кислотность	4.2	4.2	4.0	4.4	4.0	4.9	4.5	4.7	4.7	3.6	3.4	4.0	4.2	4.3	.
обеспеченность азотом	3.1	3.2	3.1	3.2	3.5	3.4	3.0	3.4	3.4	3.1	3.1	3.3	3.1	3.4	.
Д. в. ассоциации <i>Dicrano–Pinetum sylvestris</i>															
<i>Pinus sylvestris</i> I	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	V
<i>Pinus sylvestris</i> III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	r	r	II
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	1	1	1	r	2	1	1	1	2	1	r	1	2	V
<i>Polygonatum odoratum</i>	r	+	r	r	.	r	+	r	+	r	r	r	r	r	V
<i>Dicranum scoparium</i>	r	+	r	+	+	r	+	.	.	1	r	+	r	+	V
<i>D. polysetum</i>	.	+	+	.	+	.	r	.	+	.	.	.	.	.	II
Д. в. субассоциации <i>Dicrano–Pinetum sylvestris trifolietosum medii</i>															
<i>Fragaria vesca</i>	r	1	.	1	1	1	+	+	1	2	r	1	+	r	V
<i>Potentilla erecta</i>	r	r	r	r	r	r	r	+	r	+	r	+	r	+	V
<i>Trifolium medium</i>	r	r	r	r	r	r	r	r	r	.	.	+	r	+	V
<i>Succisa pratensis</i>	r	r	.	r	.	+	+	r	r	r	.	r	.	r	IV
<i>Carex montana</i>	r	r	.	.	r	+	.	+	.	r	+	r	+	r	III
<i>Geranium sylvaticum</i>	r	.	.	.	r	+	.	+	.	r	r	r	r	r	III
<i>Scorzonera humilis</i>	r	r	.	r	.	r	.	r	.	.	r	r	r	r	III
<i>Campanula persicifolia</i>	r	.	.	.	r	r	.	r	.	.	+	r	+	r	III
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	r	r	.	r	+	.	r	.	.	r	.	III
Д. в. союза <i>Dicrano–Pinion</i>															
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	2	2	2	1	1	1	+	2	3	2	2	2	2	V
<i>Convallaria majalis</i>	+	3	+	4	.	1	1	1	3	.	+	+	1	.	IV
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	r	.	1	+	+	.	.	+	+	+	+	.	III

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Кп
<i>Pyrola rotundifolia</i>	r	.	.	r	.	.	+	.	r	+	.	r	.	+	III
<i>Antennaria dioica</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	r	+	+	+	III
<i>Festuca ovina</i>	r	.	r	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Chimaphila umbellata</i>	r	.	.	.	r	r	.	r	.	.	.	.	.	.	II
<i>Goodyera repens</i>	r	.	.	.	r	.	.	.	r	r	.	.	.	.	II
Д. в. порядка <i>Piceetalia excelsae</i> и класса <i>Vaccinio-Piceetea</i>															
<i>Betula pendula</i> I	1	+	1	1	+	+	1	+	+	1	3	2	3	3	V
<i>Picea abies</i> I	1	2	1	1	1	2	1	1	1	r	.	r	.	r	V
<i>Picea abies</i> II	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	+	1	1	+	V
<i>Quercus robur</i> II	.	.	r	.	.	r	.	r	.	r	r	r	.	.	III
<i>Acer platanoides</i> II	r	.	r	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Picea abies</i> III	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	V
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	1	1	1	2	1	2	1	2	+	+	1	+	1	V
<i>Frangula alnus</i>	r	.	.	.	1	.	r	+	.	.	r	r	r	.	III
<i>Euonymus verrucosa</i>	.	.	.	.	.	r	r	.	.	r	r	r	r	.	III
<i>Corylus avellana</i>	r	.	r	.	.	r	r	.	r	.	.	.	.	.	II
<i>Salix aurita</i>	.	.	.	.	r	r	.	+	.	.	.	.	r	.	II
<i>Vaccinium myrtillus</i>	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	V
<i>Trientalis europaea</i>	+	r	+	r	.	.	+	+	r	.	+	r	+	+	IV
<i>Luzula pilosa</i>	r	r	.	r	+	+	+	.	r	.	+	.	r	.	IV
<i>Veronica officinalis</i>	r	r	.	r	+	+	+	.	r	.	+	.	r	.	III
<i>Maianthemum bifolium</i>	.	r	.	+	+	.	r	.	.	r	r	r	.	+	III
<i>Platanthera bifolia</i>	r	.	.	.	r	.	r	.	.	r	.	.	r	r	III
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	+	+	+	+	+	1	.	.	2	+	+	1	+	IV
<i>Hylocomium splendens</i>	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	.	III
<i>Rhytidiodelphus triquetrus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	r	+	II
Прочие виды															
<i>Rubus saxatilis</i>	1	1	2	2	1	1	+	+	2	.	+	+	1	1	V
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1	1	+	1	.	1	1	+	1	2	r	1	1	2	V
<i>Solidago virgaurea</i>	r	r	.	r	.	r	+	r	r	r	1	r	1	.	IV
<i>Melica nutans</i>	.	.	.	r	r	+	+	r	.	+	+	.	.	.	III
<i>Viola riviniana</i>	r	.	.	r	.	r	r	.	.	r	+	+	.	.	III
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	r	r	.	.	r	r	r	r	.	.	+	.	r	III
<i>Veronica chamaedrys</i>	r	.	.	.	r	.	r	r	r	.	.	.	+	.	III
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	+	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Geranium sanguineum</i>	.	r	.	r	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	II
<i>Pulmonaria angustifolia</i>	.	r	.	.	r	r	r	r	r	.	.	.	.	.	II
<i>Agrostis tenuis</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	1	r	1	.	.	.	II
<i>Melampyrum nemorosum</i>	r	r	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	II
<i>Stachys officinalis</i>	.	.	.	.	.	r	r	+	r	.	.	.	.	.	II
<i>Carex digitata</i>	.	.	r	.	r	.	r	.	r	.	.	.	.	.	II
<i>Clinopodium vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	r	r	.	II
<i>Pilosella officinarum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	r	.	II
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	r	.	.	II
<i>Epipactis atrorubens</i>	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	I

Единично встречены: *Lilium martagon* (1, r), *Peucedanum oreoselinum* (1, r), *Molinia caerulea* (3, +), *Lathyrus sylvestris* (4, r), *Anthyrium filix-femina* (5, r), *Lycopodium clavatum* (5, r), *Oxalis acetosella* (5, 2), *Rubus caesius* (5, r), *Achillea millefolium* (6, r), *Digitalis grandiflora* (6, r), *Origanum vulgare* (6, r), *Trifolium alpestre* (6, r), *Hypopitys monotropa* (7, r), *Vicia sepium* (7, r), *Acer platanoides* III (8, r), *Quercus robur* I (8, r), *Ajuga reptans* (9, +), *Angelica sylvestris* (9, r), *Serratula tinctoria* (9, r), *Rubus caesius* (12, r), *Deschampsia cespitosa* (14, +), *Leucanthemum vulgare* (14, r), *Peucedanum oreoselinum* (14, +), *Ranunculus polyanthemos* (14, r), *Vicia sepium* (14, +), *Viola canina* (14, +), *Polytrichum commune* (10, 13, +); *Pyrola chlorantha* (2, 9, r); *Polytrichum juniperinum* (5, 7, +);

Poa angustifolia (5, 6, +); *Dryopteris carthusiana* (3, 5, r); *Campanula rotundifolia* (5, 6, r); *Hypericum perforatum* (5, 7, r); *Pimpinella saxifraga* (5, 7, r); *Prunella grandiflora* (6, 8, r); *Carex pallescens* (12, 13, r); *Prunella vulgaris* (13, 14, r).

Пункты описаний: Брянская область, Дятьковский район. Оп. 1, 2, 3, 4 – кв. 72, 75, 76, 77. Кленовское лесн.-во. 19.07.2009; оп. 5, 6 – кв. 65, оп. 7, 9 – кв. 94. Дятьковское лесн.-во. 12.06. 2009; оп. 10 – кв. 82. Старьковское лесн.-во. 21.07.2009; оп. 11 – кв. 20. Ивотское лесн.-во. 20.07.2009; оп. 12, 13 – кв. 3. Знеборовское лесн.-во. 19.07.2009; оп. 14 – кв. 59. Бытошское лесн.-во. 21.07.2009. Авторы А. Д. Булохов, А. В. Шапурко.

3. Субассоциация *Dicrano-Pinetum sylvestris typicum*, отличается от выше описанных составом древостоя и местообитанием. Древостой в сложении одноярусные. Состав 10С ед. Б.Е. Сомкнутость крон 50-70 %. Возобновление сосны представлено редкими всходами и угнетенным подростом высотой до 8 м. Ель имеет разновозрастной подрост высотой 0,5-8,0 м, который в будущем может сформировать второй

подъярус. Встречаются торчки дуба и березы. Подлесок не развит, в нем константна рябина, высотой до 2 м. В травяно-кустарничковом ярусе фон создает бруслика, на этом фоне рассеяны: *Antennaria dioica*, *Calluna vulgaris*, *Linnaea borealis*, *Luzula pilosa*, *Pteridium aquilinum* и *Vaccinium myrtillus* (табл. 3). ОПП варьирует от 20 до 60 %. Моховой ярус хорошо развит, ОПП 95-100 %. Субассоциация на междуречье представлена вариантом *Agrostis tenuis*. Диагностические виды варианта: *Agrostis tenuis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca ovina* и *Fragaria versicolor*. Олугование фитоценозов вызвано выпасом.

Ассоциация *Oxalido-Pinetum* ass. nova hoc loco

Диагностические виды: *Pinus sylvestris* (доминант), *Picea abies*, *Corylus avellana*, *Oxalis acetosella* (доминант), *Pyrola rotundifolia* и *Mycelis muralis* (табл. 3). **Состав и структура.** Фитоценозы 5-ярусные. Состав древостоя 9 С 1 Е + Б, ед. Д. Сосна обычно I-II класса бонитета. Второй подъярус сформирован елью. Состав: 10 Е ед. Д, Кл. Отдельными экземплярами присутствует во втором подъярусе дуб и клен. Возобновление ели хорошее, имеется ее благонадежный подрост. Подрост сосны практически отсутствует. Судя по второму подъярусу и возобновлению, явно происходит смена сосны елью. Этот тип леса представляет одну из стадий этой смены. Вместе с тем, этот тип леса отличается от еловых только по I ярусу, по остальным ярусам наблюдается удивительное сходство, как доминантов, так и видового состава. Подлесок местами хорошо развит, в его состав входят *Corylus avellana*, *Daphne mezereum*, *Euonymus verrucosa*, *Frangula alnus* и *Sorbus aucuparia*. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Oxalis acetosella* в сочетании с *Maianthemum bifolium*. Константны и местами обильны *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis* и *Vaccinium myrtillus* (табл. 3). Общее проективное покрытие 60-75 %. Моховой ярус в отдельных сообществах образует сплошной ковер, в других – пятнистый. ОПП варьирует от 5 до 75 %. Флористическая насыщенность 27-38 видов на 400 м².

Экология. Асс. распространена по слабоподзолистым склонам и ровным поверхностям волнистых водно-ледниковых равнин с супесчаными дерново-среднеподзолистыми средне-влажными, умеренно-кислыми и умеренно обеспеченными минеральным азотом почвами.

Таблица 3

Ассоциация *Oxalido-Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9*	Кп
Высота древостоя, м	27	27	28	29	28	28	27	27	28	
Сомкнутость крон, %	50	60	60	60	50	50	60	60	50	
ОПП травяно-кустарничкового яруса, %	70	45	75	75	75	70	70	65	65	
ОПП мохового яруса, %	15	75	1	10	75	5	5	3	5	
Количество видов	30	34	31	28	28	34	33	38	36	
Характеристика почвы:										
влажность	4.9	5.0	4.9	5.0	4.9	4.7	5.0	5.0	4.8	
кислотность	4.1	4.3	4.0	4.4	4.1	4.1	4.1	4.5	4.3	
обеспеченность азотом	3.8	4.3	4.0	4.0	4.2	4.1	4.0	4.5	3.8	
Д. в. ассоциации <i>Oxalido-Pinetum sylvestris</i>										
<i>Pinus sylvestris</i> I	4	5	5	4	4	4	5	4	4	V
<i>Corylus avellana</i> III	r	r	r	r	r	3	3	3	2	V
<i>Oxalis acetosella</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	V
<i>Pyrola rotundifolia</i>	2	1	+	+	+	.	r	+	r	V
<i>Mycelis muralis</i>	.	r	.	+	+	.	.	r	.	III
<i>Rhytidiodelphus triquetrus</i>	+	1	.	.	.	+	+	r	.	III
Д. в. союза <i>Dicrano-Pinion</i>										
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	1	+	.	.	1	1	+	+	V
<i>Convallaria majalis</i>	1	+	2	+	.	2	2	.	1	IV
<i>Veronica officinalis</i>	r	1	1	r	+	+	.	+	.	IV
<i>Goodyera repens</i>	+	.	.	r	r	r	+	.	+	IV
<i>Melampyrum pratense</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	II
<i>Polygonatum odoratum</i>	.	.	+	.	.	r	.	.	r	II
<i>Viola riviniana</i>	.	r	.	.	r	.	r	.	.	II
<i>Dicranum scoparium</i>	.	+	.	1	1	+	+	+	+	IV
<i>D. polysetum</i>	.	+	.	r	+	r	r	+	+	IV
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	.	.	.	r	1	.	.	r	.	II
Д. в. порядка <i>Piceetalia excelsae</i> и класса <i>Vaccinio-Piceetea</i>										
<i>Picea abies</i> I	1	2	1	1	1	1	1	1	1	V
<i>Picea abies</i> II	2	1	2	1	2	1	1	1	2	V
<i>Picea abies</i> III	1	1	2	1	2	1	1	1	1	V
<i>Vaccinium myrtillus</i> IV	3	3	2	+	2	3	4	1	4	V
<i>Maianthemum bifolium</i>	2	3	3	2	2	3	2	3	2	V
<i>Luzula pilosa</i>	+	1	2	1	1	+	+	+	1	V

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9*	Кп
<i>Orthilia secunda</i>	+	.	2	3	2	+	+	1	2	V
<i>Trientalis europaea</i>	+	.	2	+	+	+	.	+	1	IV
<i>Monesis uniflora</i>	.	r	r	.	r	r	.	.	.	III
<i>Platanthera bifolia</i>	r	r	r	.	.	.	.	.	r	III
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	r	.	r	.	.	.	.	r	.	II
<i>Pleurozium schreberi</i> V	2	5	+	1	5	1	1	1	1	V
<i>Hylocomnium splendens</i>	+	1	.	+	+	+	+	r	r	V
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	r	.	r	r	.	.	.	.	II
Прочие виды										
<i>Betula pendula</i> I	+	+	+	1	+	r	+	r	r	V
<i>Quercus robur</i> I	.	.	.	.	.	.	r	.	r	II
<i>Quercus robur</i> II	r	.	r	.	.	.	.	.	r	II
<i>Acer platanoides</i> II	.	.	.	.	r	.	.	r	.	II
<i>Sorbus aucuparia</i> III	+	r	+	1	.	+	1	+	1	V
<i>Euonymus verrucosa</i>	.	r	.	.	.	+	+	r	+	III
<i>Daphne mezereum</i>	.	.	.	.	r	r	.	r	.	II
<i>Rubus saxatilis</i>	1	+	r	2	1	2	2	1	1	V
<i>Solidago virgaurea</i>	r	r	r	r	r	1	1	r	r	V
<i>Melica nutans</i>	r	.	+	+	+	+	r	.	r	IV
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+	+	r	.	.	1	1	+	.	IV
<i>Carex digitata</i>	.	2	+	.	.	+	1	.	r	III
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	r	.	r	r	r	1	.	III
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	r	.	.	+	+	.	+	III
<i>Geranium sylvaticum</i>	.	+	r	.	.	.	.	r	.	II
<i>Campanula persicifolia</i>	r	r	.	.	.	.	.	r	.	II
<i>Prunella vulgaris</i>	r	.	.	.	r	.	.	r	.	II
<i>Pulmonaria obscura</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	+	II
<i>Ajuga reptans</i>	.	r	.	.	.	.	.	r	.	II
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	r	.	.	r	.	.	.	II
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	.	r	r	.	.	.	.	II
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	r	r	.	II

Единично встречены: *Hieracium umbellatum* (1, r), *Galeobdolon luteum* (2, +), *Hypopitys monotropa* (3, r), *Clintonia vulgaris* (4, r), *Frangula alnus* III (4, 1), *Asarum europaeum* (6, r), *Acer platanoides* III (7, r), *Campanula patula* (7, r), *Deschampsia cespitosa* (7, r), *Brachypodium sylvaticum* (8, r), *Carex montana* (8, r), *Lonicera xylosteum* (8, r), *Potentilla alba* (8, r), *Quercus robur* III (8, r), *Galium odoratum* (9, r), *Melampyrum nemorosum* (9, r), *Rhodobrium roseum* (9, +), *Serratula tinctoria* (9, r).

Пункты описаний: Брянская область, Дятьковский р-н. Оп. 1 – кв. 77, оп. 8 – кв. 60. Кленовское лесн-во. 26.08.2004; оп. 3 – кв. 39, оп. 4 – кв. 62, оп. 5, 6 – кв. 112, оп. 7–кв. 65, оп. 9 – кв. 25. Дятьковское лесн-во. 3.07.2005;

Авторы А. Д. Булохов, А.В.Шапурко.

Номенклатурный тип (*holotypus*): оп. 9* – кв. 25 Дятьковское лесничество. Автор А. Д. Булохов 25.08.2005.

Трансформация ассоциаций в типы леса. В составе ассоциации **Dicranano- Pinetum sylvestris** и трех ее субассоциаций установлены типы леса: **Picio-Pinetum vacciniosum myrtillus**. Тип лесорастительных условий – свежая суборь – B₂. Опознается по группе индикаторных видов: *Festuca ovina*, *Polygonatum odoratum*, *Geranium sanguineum*, *Pulmonaria angustifolia*. Субассоциация **Dicranano- Pinetum sylvestris piceosum abietis** представляет типичный вариант сосняка с елью черничного. Субассоциацию **Dicranano-Pinetum sylvestris trifolietosum medii** можно рассматривать как травяной вариант типа - **Picio-Pinetum herboso-vacciniosum myrtillis**. В ценофлоре этого варианта отсутствует хорошо развитый моховой ярус и многочисленны луговые и лугово-степные виды. Субассоциация **Dicranano-Pinetum typicum** представляет иной тип леса как по составу и сложению фитоценозов, так и по лесорастительным условиям. Синтаксон представляет тип леса сосняк брусличник-зеленомошник – **Pinetum vaccinietosum vitis-idaea**. В составе фитоценозов типа нет яруса из ели, в травяно-кустарниковом ярусе доминирует бруслица. Тип лесорастительных условий – A₂ – свежий бор. Диагностические виды: *Vaccinium vitis- idaea* (дом.), *Antennaria dioica*, *Chimaphila umbellata*. Ассоциация **Oxalido-Pinetum sylvestris** легко трансформируется в тип леса **Picio-Pinetum oxalidosum** – сосняк с елью кисличник. Тип лесорастительных условий – свежий сугрудок – C₂₋₃.

The classification of pine forests of Vet'ma-Bolva watershed area is developed with use of dominant and floristic approaches. 2 associations, 3 subassociations and 4 variants are established. The new ass. **Oxalido-Pinetum sylvestris** is described. The syntaxon are transformed into the following types of pine forests: **Piceo-Pinetum vacciniosum myrtillis**, **Piceo-Pinetum oxalidosum**, **Pinetum vitis-idaeo vacciniosum**. Their diagnostic signs are specified. The questions of their syndinamics are discussed. The validity of syntaxon and the types are confirmed by the characterising tables.

The key words: pine forests, floristic classification, forest typology, association, forest type, Bryansk region.

Список литературы

1. Булохов, А. Д. Леса опоковых равнин юго-западной части Брянско-Жиздринского полесья / А. Д. Булохов // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1973. Т.78, вып.2. С. 126-133.
2. Булохов, А. Д. Елово-широколиственные леса моренно-зандровых равнин юго-западной части Брянско-Жиздринского полесья / А. Д. Булохов // Биол. Науки, 1973, № 12. С. 66-70.
3. Воробьев, Д.В. Типы лесов европейской части России / Д.В. Воробьев, 1964. Киев, 1953. 452с.
4. Любушкина, С. Г. Брянско-Жиздринское полесье / С. Г. Любушкина // Вестник МГУ. 1961. №3. С. 35-47.
5. Рысин, Л.П. Сосновые леса европейской части России / Л.П. Рысин. М.: Наука, 1975. 212 с.
6. Сукачев, В.Н. Руководство к исследованию типов лесов / В.Н. Сукачев. М.;Л., 1931. 325с.
7. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie / J. Braun-Blanquet. 3.Aufl. Wien; N.-Y., 1964. 865 S.
8. Ellenberg, H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H. E.Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner, D. Paulsen. – 2. Aufl., 1992. 258 S.

Об авторах

Булохов А.Д. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Шапурко А.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

УДК 623.445.8. – 713: 581:539.1.047

АККУМУЛЯЦИЯ ^{137}Cs В ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕОЗАХ ЮГО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Булохов, Е.В. Борзыко, Н.Н. Панасенко, Ю.А. Семенищенков, Н.А. Сквородникова

Приведены данные по накоплению ^{137}Cs в основных компонентах лесных биогеоценозов радиационно-загрязненных районов Брянской области. Высокая удельная активность ^{137}Cs отмечена для мохово-лишайникового яруса, плодовых тел грибов.

Ключевые слова: Брянская область, биогеоценоз, флористическая классификация, удельная активность ^{137}Cs , коэффициент перехода, коэффициент накопления, радионуклиды.

Работа выполнена в рамках трехстороннего международного проекта фундаментальных исследований в приграничных областях «РФФИ–БРФФИ–ГФФИ–2009» при поддержке гранта РФФИ № 09-04-90354 РБУа.

Основу работы составляют материалы проведенных в 2009 г. исследований лесных биогеоценозов ландшафтов зандровых равнин и речных долин рек Ипуть и Беседь на территории Гордеевского, Злынковского, Клинцовского, Красногорского и Новозыбковского районов Брянской области.

Описание сообществ выполнено на пробных площадях в 400 м². Оценка количественного участия видов дана по комбинированной шкале J. Braun-Blanquet [7]. Флористическая классификация составлена в соответствии с общими установками метода J. Braun-Blanquet [7] на основе классификации, разработанной для Брянской области А. Д. Булоховым и А. И. Соломещем [1]. Номенклатура сосудистых растений дана по С. К. Черепанову [4]; моховидных – по М. С. Игнатову [3]; лишайников – по Определителю лишайников России [4].

Отбор образцов для радиометрического анализа проведен на пробных площадках площадью 400 м². Для анализа отбирались следующие компоненты биогеоценоза: подстилка, почва, на глубину, равную 0-10 см; мхи, лишайники, плодовые тела различных видов грибов; дикорастущие растения (побеги, корневища, листья, плоды).

Мощность экспозиционной дозы (МЭД, мкР/час) на пробных площадках измеряли на поверхности почвы и на высоте 1 м от поверхности дозиметром-радиометром РКСБ-104. Удельную активность ^{137}Cs (УА, Бк/кг) в образцах измеряли на универсальном спектрометрическом комплексе «Гамма Плюс» со сцинтилляционным детектором по стандартным методикам. Регистрация излучения и обработка спектров производилась с использованием программного обеспечения «Прогресс 2000».

Коэффициент перехода (Kn) определяли как отношение удельной активности ^{137}Cs в растениях (Бк/кг) к плотности загрязнения почвы (кБк/м²). Коэффициент накопления (Kh) рассчитывали как отношение удельной активности радионуклида в растениях (Бк/кг) к его удельной активности в почве (Бк/кг). Для грибов сапротрофов на подстилке Kn и Kh рассчитывали исходя из удельной активности и плотности загрязнения подстилки ^{137}Cs .

В таблице 1 приведены результаты анализа удельной активности, коэффициенты накопления и перехода ^{137}Cs в плодовые тела грибов, мхи, плауны, цветковые растения и подстилку по типам лесных

биогеоценозов с указанием синтаксонов по флористической классификации (табл.1). Ниже дается анализ полевых и лабораторных исследований.

Рекордсменами по накоплению радиоактивного цезия в лесных биогеоценозах являются грибы. Максимально высокая УА радионуклида отмечена в плодовых телах *Cornitarius collinitus* – 59500 ± 6482 Бк/кг [2]. Высокое содержание характерно для *Paxillus involutus* – 48450 ± 4962 Бк/кг и *Lactarius rufus* – 41990 ± 4304 Бк/кг. Эти виды грибов в первые годы после Чернобыльской аварии были отнесены к биондикаторам радиоактивных загрязнений [5].

Минимальной удельной активностью ^{137}Cs характеризуются *Lactarius torminosus* – 100.7, *Suillus bovinus* – 110.0 и *Macrolepiota procera* – 184.8 Бк/кг, произрастающие в разнотравном березняке с плотностью загрязнения почвы 245 kBk/m^2 . Низкая удельная активность радионуклида характерна также для *Armillaria mellea* – 142.4.

Анализ полученных данных показал, что между удельной активностью ^{137}Cs в плодовых телах грибов и плотностью загрязнения почвы отсутствует прямая положительная зависимость.

Максимальные коэффициенты перехода радионуклида характерны для *Paxillus involutus* – $583.33 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$, *Lactarius rufus* – $227.3 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$, *Russula nigricans* – $148.23 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$ и *Russula ochroleuca* – $118.54 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$. Высокими коэффициентами перехода ^{137}Cs характеризуются также *Suillus variegates* (Кп = 65.49) и *Suillus luteus* – Кп = 54.31 (табл.1). Минимальными коэффициентами перехода ^{137}Cs характеризовались *Armillaria mellea* и *Suillus bovinus* – $0.16 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$, а также *Macrolepiota procera* – $0.28 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$.

Средняя степень накопления ^{137}Cs отмечается в плодовых телах *Lactarius necator*, *Leccinum scabrum*, *Lactarius torminosus*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus*. Коэффициенты накопления радионуклида и коэффициенты перехода в различные виды грибов в значительной степени зависит от условий их произрастания, и, в первую очередь, от плотности загрязнения почвы радионуклидами, степени увлажнения биотопа, а также от их биологических особенностей.

Удельная активность радионуклида в подстилке в исследуемых биогеоценозах варьирует от 473.8 до 62630 Бк/кг. Содержание радионуклида в подстилке выше, чем в почве в 1.05-49.5 раз. Наиболее высокая удельная активность подстилки отмечается, как правило, в сосновых зеленомошниках.

Высокий Кп имеют и моховидные. Максимальным Кп ^{137}Cs обладает *Dicranum polysetum* – 176.67 $\text{m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$. Однако, в зависимости от условий произрастания и плотности загрязнения почв, Кп радионуклида во мхах варьирует в десятки раз. Несколько ниже накопительная способность у плауновых. Кп ^{137}Cs в побегах *Lycopodium clavatum* составил $29.32 \dots 20.68 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$, *L. annotinum* – $5.74 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$.

Среди покрытосеменных растений наиболее высокой накопительной способностью по отношению к ^{137}Cs обладают растения семейства *Ericaceae*. УА ^{137}Cs в побегах *Calluna vulgaris* варьирует в пределах от 17370 до 3114 Бк/кг, в побегах *Vaccinium myrtillus* – 7401...1181 Бк/кг, в побегах *V. vitis-idaea* – 2610...576 Бк/кг, в побегах *Chimaphila umbellata* – 15890 Бк/кг, а в побегах *Ledum palustre* – 29200 Бк/кг, Кп радионуклида для этих видов составили соответственно 32.75...7.71, 32.43...15.71, 7.66...2.17, 14.39 и $92.97 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}10^{-3}$. Коэффициенты накопления и перехода ^{137}Cs в побеги растений семейства *Ericaceae* близки к моховидным. Наибольшая удельная активность ^{137}Cs характерна для *Ledum palustre* – 29200 Бк/кг, *Lycopodium clavatum* – 27460 Бк/кг и *Pleurozium schreberi* – 21540-21300 Бк/кг. Высокая интенсивность накопления ^{137}Cs характерная также для листьев *Convallaria majalis* и побегов *Oxalis acetosella*. Минимальная УА отмечена в побегах *Urtica dioica* – 18.5 Бк/кг.

Таким образом, проведенные исследования показали, что во всех типах лесных биогеоценозов максимальные Кп и Кп ^{137}Cs отмечены в грибах и мохово-лишайниковом ярусе, минимальные – в листьях и плодах лесных растений семейства Rosaceae. По степени убывания Кп ^{137}Cs в плодовые тела грибы можно расположить в следующий ряд – *Paxillus involutus* → *Lactarius rufus* → *Russula nigricans* → *Russula ochroleuca* → *Suillus variegates* → *Suillus luteus* → *Lactarius necator* → *Leccinum scabrum* → *Lactarius torminosus* → *Cantharellus cibarius* → *Lactarius deliciosus* → *Armillaria mellea* → *Suillus bovinus* → *Macrolepiota procera*. Для мхов способность накапливать ^{137}Cs убывает в ряду – *Dicranum polysetum* → *Pleurozium schreberi* → *Sphagnum girgensohni* → *Dicranum scoparium* → *Calliergon giganteum* → *Hylocomium splendens*. Среди высших растений максимальная накопительная способность выявлена для *Ledum palustre*.

Накопительные свойства грибов, мхов и растений определяются их видовой принадлежностью и в значительной степени зависят от условий их произрастания, в первую очередь, от степени увлажнения биотопа. Как правило, максимальное накопление радионуклида отмечается в биогеоценозах, характеризующихся более высокой степенью увлажнения.

В исследованных образцах зафиксировано значительное превышение современных ДУ СанПиН 2.3.2.1078-01 по ^{137}Cs от 1.57 до 194.66 раз – в грибах и в 1.18-42.76 раз – в лекарственных растениях.

Таблица 1

1 Тип биогеоценоза, синтаксон, административный район, населенный пункт, географические координаты	Параметры накопления ^{137}Cs в различных компонентах лесных биогеоценозов							
	2 МЭД, мкР/ч		3 Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг		6 Проба	7 Удельная активность ^{137}Cs , Бк/кг	8 Коэффициент накопления (Кн)	9 Коэффициент перехода (Кп), $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$
	На высоте 1 м над земной поверхностью	На почве	4 подстилка	5 почва				
Дубняк с грабом, acc. <i>Mercurialo-Quercetum carpinetosum betuli</i> , Новозыбковский, у д. Дубровка (52°25'31.3"с.ш.; 31°59'43.2"в.д.)	51	54	11590±1225	3931±417	<i>Pholiota squarrosa</i>	2457±277	0.59	4.51
Дубняк с осиной неморально- травный- acc. <i>Mercurialo-Quercetum</i> , Злынковский, у д. Барки (52°24'4.9" с.ш.; 31°51'29.6" в.д.)	52	76	9247±1033	5591±586	<i>Lactarius necator</i>	7018±743	1.67	12.88
Кленовник с грабом волосисто- осоковый- acc. <i>Mercurialo-Quercetum carpinetosum betuli Acer platanoides</i> fac., Новозыбковский, г. Новозыбков, (52°28'29.8" с.ш.; 31°55'28.5" в.д.)	56	63	4132±471	3916±417	<i>Asarum europaeum</i> <i>Stellaria holostea</i> (листья)	1466±340 4052±606	0.26 0.71	2.00 5.52
Осинник лещиновый, acc. <i>Mercurialo-Quercetum Populus tremula</i> fac., Злынковский, в 1.5 км юго-восточнее н. п. В. Ляды (52°28'29.8"с.ш.; 31°55'28.5" в.д.)	43	63	17000±1796	3431±368	<i>Lactarius vellerus</i> <i>Carex pilosa</i> (листья) <i>Polygonatum multiflorum</i> (корневище)	8707±918 1303±222 598±59.8	1.53 0.33	11.85 2.58
Березняк лещиновый, acc. <i>Mercurialo-Quercetum Betula pendula</i> fac., Злынковский, в 3 км севернее д. Барки	60	74	1103±1201	6804±714	<i>Armillaria mellea</i> <i>Oxalis acetosella</i> (листья) <i>Pholiota squarrosa</i> <i>Scleroderma aurantium</i> <i>Armillaria mellea</i>	1089±141 9562±1537 2653±367 9330±1053 142.4	0.28 2.37 0.67 2.36 0.02	2.16 18.05 5.16 18.16 0.16
Березняк с осиной, acc. <i>Galio palistris-Quercetum roboris Betula pendula</i> fac., Красногорский, у д. Крыловка (53°02'34.8"с.ш.; 31°41'43.9"в.д.)	53	62	17140±1820	3399±366	<i>Paxillus involutus</i> <i>Sphagnum centrale</i> <i>Calliergon giganteum</i> <i>Sphagnum girgensohnii</i> <i>Lactarius necator</i> <i>Paxillus involutus</i> <i>Lactarius rufus</i>	5950±626 10020±1335 8108±1072 7838±988 9237±977 4006±450 41990±4304	0.54 2.54 2.05 1.98 2.34 0.23 10.63	127.83 19.47 15.75 15.23 17.95 44.60 81.58

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Осинник молиниевый, асс. <i>Galio palustris-Quercetum roboris Populus tremula</i> fac., Гордеевский, у пос. Мирный (52°50'13.0"с.ш.; 31°46'59.5"в.д.)	52	68	24990±2635	896±802	<i>Frangula alnus</i> (плоды) <i>Frangula alnus</i> (листья)	96.3±3.05 435±144	0.05 0.24	0.40 1.80
Березняк разнотравный, базальное сообщество <i>Agrostis tenuis-Betula pendula</i> , Гордеевский, пос. Гордеевка (52°58'6.0" с.ш.; 31°55'0.8" в.д.)	57	67	–	4620±492	<i>Frangula alnus</i> (плоды) <i>Frangula alnus</i> (листья) <i>Malus sylvestris</i> (плоды) <i>Potentilla erecta</i> (корневище)	9.8±1.09 73±6 4.7±0.7 552.4±96.7	0.002 0.02 0.001 0.12	0.02 0.13 0.01 0.96
Березняк разнотравный, базальное сообщество <i>Agrostis tenuis-Betula pendula</i> , Клинцовский, у д. Писаревка (52°46'11.8" с.ш.; 31°51'14.9"в.д.)	29	37	–	1960±216	<i>Russula foetens</i> <i>Armillaria mellea</i> <i>Polytrichum commune</i> <i>Lactarius torminosus</i> <i>Leccinum scabrum</i>	152.6±21.9 485±181 100.7±15.9 271.8±33.7	0.03 0.25 0.05 0.14	0.26 1.98 0.41 1.11
Березняк вересковый, асс. <i>Cladonio-Pinetum Betula pendula</i> fac., Красногорский, у д. Крыловка (53°2'19.4" с.ш.; 31°40'33.4"в.д.)	66	85	–	3232±347	<i>Calluna vulgaris</i> (побеги) <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Lactarius rufus</i> <i>Cornitarius collinitus</i> <i>Cantharellus cibarius</i>	964±153 3114±419 21540±2414 16640±1763 59500±6482	0.30 0.96 6.66 3.28 11.72	2.39 7.71 53.32 25.27 90.35
Березняк с елью разнотравный, базальное сообщество <i>Agrostis tenuis-Betula pendula</i> , Злынковский, в 3.5 км юго-западнее д. Софиевка	39	48	10250±1104	4891±515	<i>Lycopodium annuum</i> (побеги) <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Malus sylvestris</i> (плоды)	2467±349 3780±549 56.1±11.3	0.49 0.74 0.01	3.75 5.74 0.10
Березняк с грабом, асс. <i>Mercurialo-Quercetum carpinetosum betuli Betula pendula</i> fac., Новозыбковский, г. Новозыбков	35	42	5545±639	4405±473	<i>Paxillus involutus</i>	10480±1080	1.89	583.33
Осинник с елью кисличный, асс. <i>Mercurialo-Quercetum Populus</i>	45	66	12480±1328	4776±507	<i>Armillaria mellea</i> <i>Macrolepiota</i>	464.6±56.0 184.8±32.6	0.09 0.04	0.70 0.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>tremula</i> fac., Новозыбковский, г. Новозыбков					<i>procera</i> <i>Ramaria stricta</i>	348.3±54.0	0.07	0.52
Ольшаник крапивный, acc. <i>Urtico dioicae-Alnetum glutinosae</i> , Клинцовский, д. Заречье	21	23	—	1373±161	<i>Urtica dioica</i> (листья)	18±5	0.01	0.22
Ольшаник крапивник, acc. <i>Urtico dioicae-Alnetum glutinosae</i> , Гордеевский, у д. Смальч	38	44	—	2798±300	<i>Humulus lupulus</i> (листья)	1136±233	0.41	8.12
Березняк с ольхой гравилатово-крапивный, acc. <i>Urtico dioicae-Alnetum glutinosae</i> , Гордеевский, у д. Уношево	27	37	—	1626±178	<i>Urtica dioica</i> (листья)	1407±212	0.50	10.06
Ельник кисличник, acc. <i>Eupiceetum</i> , Клинцовский, у д. Филатов хутор	31	39	7848±873	299.9±39.1	<i>Armillaria mellea</i> <i>Oxalis acetosella</i> (листья) <i>Vaccinium vitis-idea</i> (побег) <i>Rubus idaeus</i> (побеги) <i>Russula ochroleuca</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> (побеги) <i>Pleurozium schreberi</i>	467.9±60.1 51±5 1253±316 576±98 957±283 8909±939 1181±193 923±169 6910±843 1938±290 686±15 2762±376 2997±443 1872±281 1627±177 1540±158 2738±477 4152±519 16290±1857 7411±901	0.29 0.03 2.16 0.99 1.65 15.38 2.04 1.59 2.53 0.71 0.25 1.80 1.95 1.22 0.19 0.18 0.32 0.49 1.92 0.88	5.76 0.63 16.67 7.66 12.73 118.54 15.71 12.28 20.11 5.64 2.00 14.27 15.49 9.67 1.49 1.41 2.57 3.90 15.31 6.97
Сосняк лишайниковый, acc. <i>Cladonio-Pinetum</i> , Злынковский, в 2 км юго-восточнее д. Софиевка	34	31	1906±248	2740±293	<i>Suillus granulatus</i> <i>Cladonia sylvatica</i> <i>Corynephorus canescens</i> (побеги) <i>Cladonia rangiferina</i> <i>Cladonia sylvatica</i>	1938±290 686±15 2762±376 2997±443	0.71 0.25 1.80 1.95	5.64 2.00 14.27 15.49
Сосняк лишайниковый, acc. <i>Cladonio-Pinetum</i> , Клинцовский, в 1.5 км северозападнее д. Лопатни	31	37	3766±433	1524±168	<i>Cetraria islandica</i> <i>Lactarius deliciosus</i> <i>Russula nigricans</i>	1872±281 1627±177 1540±158	1.22 0.19 0.18	9.67 1.49 1.41
Сосняк лишайниковый, acc. <i>Cladonio-Pinetum</i> , Гордеевский, у пос. Мирный	40	56	6008±690	8717±914	<i>Cladonia sylvatica</i> <i>Cladonia rangiferina</i> <i>Dicranum scoparium</i> <i>Pleurozium</i>	2738±477 4152±519 16290±1857 7411±901	0.32 0.49 1.92 0.88	2.57 3.90 15.31 6.97
Березняк с сосной разнотравно-лишайниковый, acc. <i>Cladonio-Pinetum Betula pendula</i> fac., Новозыбковский, в 3 км северо-	90	117	24090±2521	8385±872				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
западнее д. Перевоз					<i>schreberi</i> <i>Leccinum scabrum</i> <i>Lactarius torminosus</i> <i>Russula ochroleuca</i> <i>Calluna vulgaris</i> (побеги) <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Peucedanum oreoselinum</i> (листья) <i>Russula xerampelina</i> <i>Dicranum polysetum</i> <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Russula ochroleuca</i> <i>Tricholoma rutilans</i> <i>Russula xerampelina</i> <i>Leccinum scabrum</i> <i>Lactarius torminosus</i> <i>Lactarius necator</i> <i>Paxillus involutus</i> <i>Frangula alnus</i> (плоды) <i>Frangula alnus</i> (по- бог) <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Dicranum polysetum</i> <i>Russula sanguinea</i> <i>Vaccinium vitis-idea</i> (побеги) <i>Lycopodium clavatum</i> (побеги) <i>Chimaphila umbellata</i> (побеги) <i>Pteridium aquilinum</i> (побеги) <i>Russula sanguinea</i> <i>Dicranum scoparium</i> <i>Hylocomium splen-</i>	5962±624 9686±1002 9165±948 3991±524 4944±644 347±36 3801±433 3112±440 2583±359 10240±1091 785.1±97.2 3603±407 15030±1600 6048±638 6294±734 7601±806 657.4±88.7 935±154 2207±331 13710±1598 16440± 1716 2610±338 27460±3042 15820±1818 11370±1181 6319±669 16960±1984 9285±1161	0.70 11.44 1.08 4.27 5.29 0.37 4.06 0.73 0.61 2.40 0.18 0.85 3.53 1.42 1.48 0.41 0.28 0.39 0.92 5.74 6.88 0.30 3.19 1.85 1.32 0.73 2.87 0.82	5.60 91.05 8.62 32.75 40.57 2.85 31.19 5.63 4.67 18.51 1.42 6.51 27.17 10.93 11.38 85.11 2.12 3.01 7.10 44.12 52.91 2.36 24.87 14.39 10.30 5.72 22.36 6.44
Сосняк зелемошник с вереском, acc. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Клинцов- ский, у оз. Заломенье в окр. д. Ипуть	25	29	11160±1209	553.5±65.2				
Сосняк зеленомошник, acc. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Гордеевский, у пос. Мирный	53	71	18605±1962	3711±398				
Сосняк зеленомошник, acc. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Злынковский, у д. Любин	77	96	27045±2838	1469±163				
Сосняк брусничник зеленомош- ный, acc. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Злынковский, у д. Любин (пово- рот на Любин, у трассы)	78	119	60905±6348	7323±765				
			62630±6507	4395±468				
			59180±6190	10250±1062				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосняк ландышевый зелено-мошный, асс. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Клинцовский, сан. Затишье	12	12	5017±586	101.5±16.2	<i>dens</i> <i>Convallaria majalis</i> (ягоды) <i>Convallaria majalis</i> (листья) <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Dicranum polysetum</i> <i>Russula nigricans</i> <i>Lactarius rufus</i> <i>Cladonia sylvatica</i> <i>Dicranum scoparium</i> <i>Lycopodium clavatum</i> (побеги) <i>Suillus luteus</i> <i>Russula nigricans</i> <i>Lactarius deliciosus</i> <i>Suillus variegatus</i>	301.5±44.6 1156±268 1467±217 4865±571 4082±431 6263±657 840±198 1917±272 4426±541 2297±252 15880± 1654 483.8±69.2 5394±622	1.41 5.39 6.84 22.67 19.03 29.19 0.72 1.65 3.82 1.98 13.69 0.75 8.36	10.95 41.98 53.27 176.67 148.23 227.43 5.56 12.70 29.32 15.22 105.19 5.87 65.49 7.06 2.17 6.32 1.33 7.63 32.43 5.38 38.26 25.56 16.64 8.59 5.41
Сосняк зеленомошник, асс. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Клинцовский, у д. Маковье	31	42	3642±389	1062±108				
Сосняк зеленомошник, асс. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Красногорский, в 2 км юго-западнее д. Летяхи	30	31	473.5±95.3	648.7±77.5				
Сосняк зеленомошник, асс. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Новозыбковский, г. Новозыбков	72	86	18380±1933	2533±275				
Сосняк черничник зеленомошный, асс. <i>Dicrano-Pinetum</i> , Климовский, в 5 км северо-западнее пгт. Климово	43	39	8844±998	1642±180				
Сосняк с дубом лещиновый, асс. <i>Corylo-Pinetum</i> , Злынковский, в 1 км юго-восточнее д. Барки	68	95	7977±860	1610±177				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосняк с дубом, асс. <i>Corylo-Pinetum</i> , Злынковский, у д. Софьевка	43	52	12100±1282	2735±293	<i>florum</i> (побеги) <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Dicranum polysetum</i> <i>Russula vesca</i>	8506±1065 10630±1390 9788±1069	2.66 3.32 3.06	20.26 25.31 23.31
Сосняк лещиновый, асс. <i>Corylo-Pinetum</i> , Климовский, у д. Синявка	44	52	2155±282	3335±356	<i>Suillus luteus</i> <i>Lycoperdon perlatum</i> <i>Rubus idaeus</i> (листья)	22950 ±2405 6111±733	6.93 0.81	54.31 6.29
Сосняк малиновый, б. с. <i>Rubus idaeus-Pinus sylvestris</i> , Климовский, в 2 км западнее пгт. КлиМОВО	38	52	5171±598	7632±795	<i>Hylocomium splendens</i> <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Rubus idaeus</i> (листья) <i>Pleurozium schreberi</i>	1257±216 2561±379 2252±372 2105±288	0.17 0.34 0.30 0.54	1.29 2.64 2.32 4.20
Сосняк малиново-чистотеловый, б. с. <i>Rubus idaeus-Pinus sylvestris</i> , Злынковский, 217 км трассы Гомель-Брянск	71	80	32680±3369	2899±314	 <i>Ledum palustre</i> (побеги) <i>Sphagnum girgensohnii</i> <i>Paxillus involutus</i>	2817±375 29200±3207 9331±1188 48450±4962	0.73 4.30 1.37 7.13	5.63 92.97 29.71 154.26
Сосняк пушицео-сфагновый, асс. <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i> , Злынковский, у д. Софьевка	37	43	Очес 7956±263	Торф 6764±740				

Примечание: ДУ СанПиН 2.3.2.1078-01 для лекарственных растений составляет 370 Бк/кг, для грибов – 500 Бк/кг.

The information about ^{137}Cs activity in the general components of forest biogeocenoses of radioactive-contaminated districts of Bryansk region. The high ^{137}Cs -activity for fungies, plants of the herbal and moss-lichen layers is noted.

The key words: Bryansk region, biogeocenosis, floristic classification, ^{137}Cs specific activity, conversion factor, accumulation factor, radionuclides.

Список литературы

1. Булохов, А.Д. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России / А. Д. Булохов, А. И. Соломещ. Брянск, 2003. 359 с.
2. Гродзинська, Г. Макроміцети біоіндикатори забруднення радіоцеєм лісових екосистем / Г. Гродзинська, С. Сирчин, М. Кучма, В. Коніщук // Вісн. НАН України, 2008, № 9. С. 26-37.
3. Игнатов, М.С. Список мхов территории бывшего СССР / Игнатов М.С., Афонина О.М. // Arctoa. 1992. Т.1. № 1-2. С. 1-85.
4. Определитель лишайников России. Спб. Вып. 6. 1996. 304 с.; 1998. Вып. 7. 166 с.
5. Щеглов, А.И. Грибы биоиндикаторы техногенного загрязнения / А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова // Природа, 2002. №11. С. 7-16.
6. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
7. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / Braun-Blanquet J. 3. Aufl. Wien, N.-Y., 1964. 865 S.

Об авторах

А. Д. Булохов – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Е. В. Борзыко – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Н. Н. Панасенко – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Ю. А. Семенищенков – кандидат биологических наук, старший преподаватель. Брянского государственного университета, имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Н.А. Сквородникова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

УДК – 581.526+581.55 [581.9]

НОВАЯ РЕДКАЯ РАСТИТЕЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Булохов, И.И. Сильченко

На основе флористического метода классификации растительности установлена новая ассоциация *Brahypodio pinnati-Quercetum roboris* в Брянской области. Проведен учет численности ценопопуляции *Cypripedium macranthon*.

Ключевые слова: флористическая классификация, редкие сообщества, викарная ассоциация, Брянская область.

В ходе геоботанического обследования дубрав Брянской области в ландшафтах водно-ледниковых суглинистых равнин были встречены участки дубрав, произрастающие на маломощных почвенных суглинках и супесях с супесчаными и легкосуглинистыми почвами, сформированными на элювии опоки. Местами опока карбонатная, и в этом случае для рельефа характерны неглубокие карстовые воронки и суффозионные низины. Рельеф пологоволнистый, высота над уровнем моря составляет 175 м.

Такие природно-территориальные комплексы характерны для отдельных кварталов Гаваньского участкового лесничества. В кв. 39, выделы 25 – 27 этого лесничества в 2010 г. была обследована дубрава с уникальным флористическим составом. Общая площадь дубрав в данном квартале составляет 30 га.

Ниже дается характеристика сообществ дубрав этого лесничества.

Описание сообществ выполнено на пробных площадках стандартного размера – 400м². Оценка количественного участия видов дана по комбинированной шкале Браун-Бланке [3]: «г» – очень редки, 1-4 особи; «+» – разреженно и покрывают менее 1% площадки; «1» – особи многочисленны, но покрывают не более 5% площадки или довольно разрежены, но с такой же величиной покрытия; «2» – от 6% до 25%; «3» – покрыто от 26% до 50%; «4» – покрыто от 50% до 75%; «5» – более 75%. Оценка почв дана по экологическим шкалам H/ Ellenberg et al. [4].

При установлении синтаксонов были использованы единые блоки диагностических видов, что соответствует Международному кодексу фитосоциологической номенклатуры [5].

Сообщества ассоциации распространены по склонам суффозионной воронки в пределах Ключковского полесья, которое относится к ландшафтам зандровых равнин с супесчаными почвами, сформированными на элювии кремнистой опоки, залегающей на глубине 60-70 см. Рельеф пологоволнистый с суффозионными низинами.

Ассоциация *Brahypodio pinnati-Quercetum roboris*

Диагностические виды: *Quercus robur var. tradiflora* (дом.), *Brachypodium pinnatum*, *Epipactis helleborine*, *Geranium robertianum*, *Laser trilobum*, *Cypripedium macranthon* (таблица).

Фитоценозы 3-ярусные. В древесном ярусе доминирует *Quercus robur var. tradiflora*, имеющий в возрасте 90 лет, высоту 28м. Состав I яруса 9-10 Д ед. Б, бонитет II класса, сомкнутость крон 0,6-0,7. Второй подъярус изрежен (сомкнутость 0,1-0,2). Основу его формирует дуб с единичными экземплярами *Picea abies*, *Malus sylvestris* и *Sorbus aucuparia*. Подлесок не развит, в нем изредка встречается крушина и бересклет бородавчатый, по возвышенным и освещенным участкам – ракитник русский. Травяной покров густой, общее проективное покрытие – 70-75%. По характеру сложения – мозаичный. Фон в травостое создает *Brachypodium pinnatum* в сочетании *Convallaria majalis*, *Equisetum pratensis*, *Geranium robertianum*. Встречаются в виде небольших пятен *Pteridium aquilinum* и *Urtica dioica*. Рассеянно встречаются *Lathyrus vernus*, *Geum urbanum*, *Fragaria vesca*, *Festuca gigantea*. Флористическая насыщенность высокая 26-38 видов на 400м².

На пологих склонах суффозионной воронки северо-восточной и южной экспозиций в сообществе ассоциации куртинами распространены *Cypripedium macranthon* – башмачок крупноцветковый. Число победов в куртинах варьирует от 5 до 61. На участке ассоциации отмечено 310 побегов. *Cypripedium macranthon* – евро-азиатский вид, на территории Брянской области проходит юго-западная граница его ареала. Статус вида в Красной книге Брянской области: 1-я категория, вид находится под угрозой исчезновения [2].

Ассоциация *Brahypodio pinnati-Quercetum roboris* является викарной (замещающей) к *Lathyrone nigri-Quercetum roboris* Bulokhov 1991 [1]. В обеих ассоциациях древостой формирует *Quercus robur var. tradiflora* (дом.). Различаются синтаксоны по флористическому составу и местообитаниям. Acc. *Lathyrone nigri-Quercetum roboris* распространена в пределах ландшафтов ополий и возвышенных лесовых равнин со светло-серыми и с серыми лесными почвами. Дифференциальные виды ассоциации: *Lathyrus niger*, *Potentilla alba*, *Primula veris*, *Allium oleraceum*, *Cruciata glabra*. Коэффициент флористической общности Съеренсена – 0,64. Среднее число видов на площадке в 400м² – 32 в обеих ассоциациях.

Спектр геоэлементов ценофлоры ассоциации довольно разнообразен. На фоне доминирующих неморальных видов (35%) видное место занимают суббореальные виды: *Cypripedium macranthon*, *Sorbus aucuparia*, *Fragaria vesca*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus ideus*, *Viola selkirkii* на долю которых приходится 21%, но они с низким обилием, а также виды субпонтического геоэлемента – 15%.

Таблица 1

Ассоциация *Brahypodio pinnati-Quercetum roboris*

Номера описаний	1	4	2	3	5	6	7	8	
Рельеф, экспозиция	плато	плато	склон СВ	склон Ю	дно воронки	плато	плато	плато	КП
Древесный ярус h/m	26								
Сомкнутость крон (ОПП, %)	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	
Кустарниковый ярус, ОПП, %	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	
ОПП травяного покрова, %	70	70	70	60	40	70	70	70	
Количество видов	38	26	38	33	23	36	32	34	
Характеристика почвы									
влажность	5,8	4,6	5,6	4,7	6	5,8	4,6	5,5	
кислотность	6,1	6,1	6	6,7	5,1	6,5	6	6,2	
обеспеченность азотом	4,5	4,2	4,2	3,9	4,4	4,4	4,2	4,2	
Д.в. acc <i>Brahypodio pinnati-Quercetum roboris</i>									
<i>Quercus robur var. tradiflora</i> I	4	5	4	4	5	5	4	5	V
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2	2	1-2	2	+	2	2	2	V
<i>Epipactis helleborine</i>	r	r	+	r	r	r	r	r	V
<i>Geranium robertianum</i>	1	+	1		2	+	+	1	V
<i>Laser trilobum</i>	r		+	r		r	r	r	V
<i>Cypripedium macranthon</i>		+	1	r					II
Д.в. союза <i>Aceri tatarici-Quercion</i> и порядка <i>Q. pubescenti-petraeae</i>									
<i>Betonica officinalis</i>	r		r	+	r	r	r		IV
<i>Carex montana</i>	+	+	+	+		+	r	+	V
<i>Digitalis grandiflora</i>	r		r	+	+	r			III
<i>Pulmonaria angustifolia</i>		r	r	r				r	IV
<i>Agrimonia eupatoria</i>	r		+	+		r	r		V

<i>Clinopodium vulgare</i>		r	+	+				r	III
<i>Trifolium medium</i>		+	+	+				+	III
<i>Trifolium alpestre</i>	r	r		r		r		r	IV
<i>Seratula tinctoria</i>	r			+		r	r		IV
<i>Poa nemoralis</i>	+			+		+	+		IV
<i>Anthericum ramosum</i>	r	r				r	r	r	III
<i>Inula salicina</i>			r	+				r	III
<i>Viola hirta</i>			r	r				r	III
<i>Pyrethrum corymbosum</i>			r	r				r	II
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>		r		r					IV
Д.в. класса Querco-Fagetea									
<i>Quercus robur</i> II	2		2			1		1	IV
<i>Quercus robur</i> jun III						+	1	+	V
<i>Euonymus verrucosa</i> III		+		+			r	+	III
<i>Athyrium filix-femina</i>	r	r	+	1	1	r			IV
<i>Convallaria majalis</i>	1-2	+	1-2	2	+	1		1	V
<i>Geum urbanum</i>	+		+	+	1	+		+	III
<i>Lathyrus vernus</i>	+		+	+	+	+		+	III
<i>Trollius europaeum</i>			r		+				IV
<i>Dryopteris filix-mas</i>			+			r		+	IV
Сопутствующие виды									
<i>Betula pendula</i> I	r					r	r	r	III
<i>Picea abies</i>	r		r			r			III
<i>Frangula alnus</i> II	r		r			r	r	r	III
<i>Fraxinus excelsior</i> II						+			I
<i>Sorbus aucuparia</i> III	+		1			+	+	+	III
<i>Urtica dioica</i>	r	r	1	r	1	1	r	+	V
<i>Maianthemum bifolium</i> IV	r	1	+	+	+	r	r		V
<i>Fragaria vesca</i>	+	+	+		+	+	+	+	I
<i>Vaccinium myrtillus</i>							+		III
<i>Neottia nidus-avis</i>							r		IV
<i>Pteridium aquilinum</i>	1-2	1		+		1	1	2	III
<i>Galium borealis</i>	+	+	+			+	+	r	V
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		r	+		r				I
<i>Rubus ideus</i>	+		+		3	+	+	+	I
<i>Rubus nessensis</i>							+		III
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>							+		I
<i>Torilis japonica</i>	+	r		r					III
<i>Galium mollugo</i>	r			+		r	r	r	V
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>			r		r				II
<i>Oxalis acetosella</i>		+			+		+	+	IV
<i>Scorzonera humilis</i>		r	r				r		III
<i>Viola selkirkii</i>	r		r			r		r	IV
<i>Veronica chamaedrys</i>	+		+			+	+	+	V
<i>Mycelis muralis</i>				r	r				II
<i>Molinia caerulea</i>	r			r			r		III
<i>Angelica sylvestris</i>			r	+					II
<i>Lysimachia nummularia</i>					1				I
<i>Equisetum pratense</i>	2					3	r	r	IV

Единично встречаются: *Malus sylvestris* -1(r), *Bromopsis inermis* -1(r), *Festuca gigantea* -1(+), *Vicia sepium*-1(r); *Camaecytisus ruthenicus* - 2 (r), *Potentilla erecta* -2(r); *Melampyrum nemorosum* – 3(r), *Luzula pilosa* -3(r), *Hieracium umbellatum*-3(r); *Carex spicata* - 4 (r), *Geranium sylvestris*- 4 (r); *Centaura phrigia* - 5(r), *Scrophularia nodosa* - 5(r), *Selinum carvifolia* - 5(r),

Описания выполнены в кв. 39, Гаваньского участкового лесничества. 22.08.2010. Авторы А.Д. Булохов, И.И. Сильченко. Примечание. КП – класс постоянства.

On the basis of a floristic method of classification of vegetation new association *Brahypodium pinnati-Quercetum roboris* in Bryansk region is established. The number account coenpopulacion *Cypripedium macranthon* is spent.

The key words: floristic classifications, rare communities, vicariate association, Bryansk region.

Список литературы

1. Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколо-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России, Брянск, Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
2. Красная книга Брянской области. Растения. Грибы. Брянск: ЗАО Издательство «Читайгород», 2004 г. 272 с.
3. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie / Braun-Blanquet J. 3. Aufl. Wien, N.-Y., 1964. 865 S.
4. Ellenberg H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / Ellenberg H., H. E. Weber, R. Dull, V. Wirth, W. Werner, D. Paulsen // Scripta Geobotanica, XVIII. 1992. 2.Auflage. 258 S.
5. Weber H.E. Internaciona Code of Phytosociological Nomenclature. 3 rd erition / Weber H.E.. Moravec J. & Theurillat J.-P. // J/ Ved. Sci., 200. V.11. N 5. P 739-768.

Об авторах

Булохов А.Д. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Сильченко И.И. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, silchenko-ivan@mail.ru.

УДК – 581.526.425

ШИРОКОЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫЕ ЛЕСА ЮГО-ЗАПАДНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ

А.Д. Булохов, Ю.А. Семенищенков

Составлена флористическая и физиономическая классификации широколиственно-еловых лесов Юго-Западного Нечерноземья России. Установлена новая ассоциация *Galio intermedii-Piceetum abietis* и две субассоциации в составе нового подсоюза *Querco roboris-Piceenion abietis*. Выявлены их флористические и экологические различия. Проанализировано их синтаксономическое положение. Синтаксоны трансформированы в типы леса.

Ключевые слова: *флористическая и физиономическая классификации, широколиственно-еловые леса, ассоциация, тип леса, тип лесорастительных условий, Юго-Западное Нечерноземье России, Брянская область.*

Флористическая классификация лесной растительности Юго-Западного Нечерноземья России и Брянской области представлена в некоторых работах [2, 3, 9]. Однако классификация широколиственно-еловых (подтаежных) лесов полностью не разработана. Это сложные леса с многоярусной структурой, ценофлора которых сформирована неморальными и бореальными геоэлементами.

Цель статьи – разработать классификацию широколиственно-еловых лесов, распространенных на территории Брянской области, которая является составной частью Юго-Западного Нечерноземья России.

По ботанико-географическому районированию [8] широколиственно-еловые леса приурочены к Прибалтийско-Белорусской подпровинции (Североевропейской таежной провинции), а широколиственные леса с небольшим участием *Picea abies* – к Среднерусской подпровинции (Восточноевропейская провинция широколиственных лесов с небольшим участием ели).

В первом подъярусе древостоя Восточно-прибалтийско-среднерусских (подтаежных) лесов обычно доминирует *Picea abies* с примесью *Quercus robur*, *Tilia cordata*, иногда *Acer platanoides*. Второй подъярус, который не всегда четко выражен, формируют *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*. Подлесок таких лесов формируют *Corylus avellana*, *Daphne mezereum*, *Euonymus verrucosa*, *Lonicera xylosteum*, *Sorbus aucuparia*. Для травяно-кустарничкового яруса характерно сочетание неморальных видов: *Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*, *Galium odoratum*, *Galeobdolon luteum*, *Stellaria holostea*, *Pulmonaria obscura*, *Lathyrus vernus*, *Milium effusum*, *Paris quadrifolia*, *Viola mirabilis* с суббореальными и бореальными: *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Carex digitata*, *Dryopteris carthusiana*, *Maianthemum bifolium*, *Orthilia secunda*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium* и др.

Материалы и методы. На основе 62 полных геоботанических описаний на площадях в 400 м² установлена новая ассоциация и 2 субассоциации с использованием метода Ж. Браун-Бланке [12]. Ниже дается их характеристика. Оценка количественного участия видов дана по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке [12]. Название синтаксонов дано в соответствии с международным Кодексом фитосоциологической номенклатуры [5]. Экологические режимы сообществ по влажности, кислотности и обеспеченности минеральным азотом почвы определены по экологическим шкалам Х. Элленберга [13]. Типы лесорастительных условий даны по Д. В. Воробьеву [6]. Номенклатура сосудистых растений приведена по С. К. Черепанову [11].

Ассоциация *Galio intermedium-Piceetum abietis* ass. nova hoc loco

Диагностические виды (д. в.): *Picea abies* (доминант), *Quercus robur*, *Euonymus verrucosa*, *Daphne mezereum*, *Carex pilosa*, *Galium intermedium*, *Stellaria holostea*, *Lathyrus vernus*, *Pulmonaria obscura* (табл.). Ассоциация объединяет евтрофные дубово-еловые леса, распространенные на слабо-волнистых хорошо дренированных пологих склонах водно-ледниковых равнин на свежих (5.2), слабокислых (5.8), достаточно обеспеченных минеральным азотом (5.1) дерново-слабо-подзолистых супесчаных почвах, сформированных на тонком супесчаном плаще, лежащем на маломощной морене, подстилаемой мелом или маломощной карбонатной опокой.

Состав и структура. Древостой сформирован *Picea abies* с примесью *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Betula pendula* и *Populus tremula*, иногда в нем имеется редкая примесь *Fraxinus excelsior* и *Pinus sylvestris*. Как правило, имеется хорошо развитый подъярус из *Acer platanoides* или *Tilia cordata* с примесью *Ulmus glabra*. Имеется благонадежный подрост ели, местами обилен подрост клена платановидного и липы; плохо возобновляется дуб.

Подлесок обычно густой (сомкнутость 50-70 %), сформирован *Corylus avellana* с участием *Daphne mezereum*, *Euonymus verrucosa*, *Lonicera xylosteum*, *Sorbus aucuparia*. Травяно-кустарничковый ярус хорошо выражен, общее проективное покрытие варьирует от 50 до 75 %. В травостое обильны бореальные виды: *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, в некоторых сообществах – *Vaccinium myrtillus*. Константы: *Orthilia secunda*, *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea*, *Gymnocarpium dryopteris* (табл.). Из неморальных видов обилен *Galeobdolon luteum*; в некоторых сообществах – *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura*. Малообильны, но высококонстантны: *Galium odoratum*, *Lathyrus vernus*, *Asarum europaeum*, *Paris quadrifolia*, *Melica nutans*, *Ajuga reptans* (табл.). Таким образом, в составе цено-флоры синтаксона доля участия неморальных видов составляет 54 %, а бореальных – 46 %.

Моховой ярус, как правило, не развит, но встречаются сообщества с развитым покровом из мхов: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Rhodobryum roseum*. Видовое богатство составляет 22-45 видов на 400 м².

Фитоценотическое разнообразие синтаксона представлено 2 субассоциациями.

1. Субассоциация *G. i.-P. a. aceretosum platanoidis* subass. nova hoc loco. Д. в.: *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Viola mirabilis* (табл., оп. 11-18). Основное отличие сообществ – формирование второго подъяруса древостоя *Acer platanoides*, который нередко входит и в состав первого подъяруса. В составе древостоя также принимают участие *Fraxinus excelsior* и *Ulmus glabra*.

2. Субассоциация *G. i.-P. a. typicum* своих диагностических видов не имеет (табл. оп. 1-10). В сравнении с субасс. *G. i.-P. a. aceretosum platanoidis* флористическая насыщенность более высокая – 30-45 видов на 400 м².

Таблица 1

№ описания	Ассоциация <i>Galio intermedium-Piceetum abietis</i>										Кп	Кп						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9*	10		11	12	13	14	15	16	17	18
Сомкнутость крон, %	50	60	50	60	60	60	60	50	50	60	80	70	80	80	90	80	70	60
Сомкнутость подлеска	50	40	50	40	50	40	40	50	50	40	40	40	30	70	70	40	30	50
ОПП травяно-кустарничкового яруса, %	65	50	45	65	65	70	60	75	35	75	75	70	60	75	65	50	70	60
Число видов в описании	43	45	40	43	40	41	30	39	41	33	34	34	22	30	42	29	26	31
Д. в. acc. <i>Galio intermedium-Piceetum abietis</i>																		
<i>Picea abies</i> I (Q-P)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	V	5	4	4	4	4	4	4
<i>P. abies</i> II	.	.	r	.	r	.	.	.	1	.	II	r	.	r	r	.	r	r
<i>P. abies</i> III	.	+	+	.	+	.	r	+	1	.	III	+	+	+	1	+	1	1
<i>Quercus robur</i> I (Q-P)	.	r	r	+	1	+	+	1	.	r	IV	r	r	r	+	r	r	r
<i>Q. robur</i> II	.	.	.	r	r	.	r	.	r	.	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Q. robur</i> III	.	r	.	r	.	r	.	r	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium intermedium</i> (Q-P)	r	r	+	+	r	+	r	.	r	r	V	.	.	r	r	r	.	+
<i>Daphne mezereum</i> (Q-P)	r	.	.	r	r	+	r	+	r	r	IV	r	r	r	r	r	.	r
<i>Pulmonaria obscura</i> (Q-P)	+	r	+	1	3	.	+	+	4	IV	+	+	.	4	2	.	1	1
<i>Lathyrus vernus</i> (Q-P)	r	r	.	r	.	.	+	r	.	III	r	.	.	+	r	r	r	.
<i>Carex pilosa</i> (Q-P)	r	.	r	.	.	.	r	.	+	II	1	r	.	1	.	+	.	.
<i>Stellaria holostea</i> (Q-P)	r	.	.	.	+	.	.	.	+	II	1	.	.	.	1	+	1	1
Д. в. субасс. <i>G. i.-P. a. aceretosum platanoidis</i>																		
<i>Acer platanoides</i> I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	r	+	r	+	r	+	r
<i>A. platanoides</i> II	.	+	r	+	+	+	1	1	+	.	III	3	2	2	3	3	2	3
<i>A. platanoides</i> III	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	IV	2	1	1	1	2	1	2
<i>Fraxinus excelsior</i> I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	r	r	.	r	.	r	.
<i>F. excelsior</i> II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	r	.	+	r	.	r	.
<i>Ulmus glabra</i> II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	+	r	.	r	.	r	.
<i>Viola mirabilis</i>	+	.	.	.	r	.	.	r	.	.	II	+	r	.	r	+	.	r

№ описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9*	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Д. в. подсоюза <i>Quero roboris–Piceenion abietis (Q–P)</i>																		
<i>Euonymus verrucosa</i> III	+	+	+	r	r	+	.	.	+	r	IV	1	+	.	+	+	r	r
<i>Convallaria majalis</i>	r	r	.	+	+	1	r	+	1	.	IV	r	r	+	r	.	r	IV
<i>Oxalis acetosella</i>	4	4	4	4	4	4	3	4	1		V	4	4	1	1	4	4	3
<i>Mianthemum bifolium</i>	3	3	2	4	3	3	3	3	4	2	V	4	1	1	3	4	1	3
<i>Orthilia secunda</i>	.	1	+	+	r	+	+	1	1	r	V	+	+	+	r	.	+	III
<i>Trientalis europaea</i>	+	+	+	1	+	+	r	.	1	.	IV	+	+	r	.	+	.	III
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	r	+	.	r	.	r	1	+	r	.	IV	+	+	1	.	r	r	IV
Д. в. союза <i>Piceion excelsae</i> , порядка <i>Piceetalia excelsae</i> и класса <i>Vaccinio–Piceetea</i>																		
<i>Pinus sylvestris</i> I	.	r	r	.	.	r	.	.	+	r	III	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula pilosa</i>	+	1	.	+	+	1	+	+	1	+	V	+	+	.	r	r	r	IV
<i>Vaccinium myrtillus</i>	r	3	2	+	+	3	.	1	5	1	V	.	r	r	r	r	r	IV
<i>Dryopteris carthusiana</i>	r	.	r	r	r	.	.	.	.	r	III	r	.	.	r	r	r	III
<i>Carex digitata</i>	1	+	+	r	+	+	+	1	1	+	V	+	1	.	+	r	+	1
<i>Athyrium filix-femina</i>	r	r	r	r	.	.	r	r	.	+	IV	.	r	r	.	r	.	II
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	+	.	r	.	r	+	.	+	.	III	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyrola rotundifolia</i>	.	.	r	+	r	.	.	+	r	.	III	.	.	.	r	.	r	II
<i>Platanthera bifolia</i>	.	r	r	r	r	r	.	r	.	.	III	.	.	.	r	.	.	I
<i>Veronica officinalis</i>	+	+	.	.	r	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	r	I
<i>Goodyera repens</i>	.	.	.	.	.	.	r	r	.	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypopitys monotropa</i>	.	.	.	.	.	.	r	r	.	I	.	.	.	.	r	.	.	
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	1	.	.	.	.	r	.	2	.	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	r	+	.	.	.	r	.	.	+	.	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhodobryum roseum</i>	.	r	.	.	.	r	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	.	r	.	.	.	.	r	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>D. scoparium</i>	.	r	.	.	.	.	r	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>	.	.	r	r	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. порядка <i>Fagetalia sylvaticaе</i> и класса <i>Quero–Fagetea</i>																		
<i>Tilia cordata</i> I	.	.	.	+	r	.	+	+	.	1	III	r	r	.	r	.	r	III
<i>T. cordata</i> II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	r	+	r	+	+	V
<i>T. cordata</i> III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	+	.	+	IV
<i>Corylus avellana</i> III	3	4	4	2	3	4	4	3	4	4	V	1	1	2	3	3	2	3
<i>Lonicera xylosteum</i>	r	r	r	r	r	r	.	.	.	r	III	.	r	r	.	r	.	II
<i>Galeobdolon luteum</i>	3	1	+	2	1	+	+	1	3		V	4	2	2	3	4	3	2
<i>Galium odoratum</i>	1	.	+	+	1	.	.	+	r	+	IV	1	+	4	1	1	.	+
<i>Melica nutans</i>	+	r	r	.	r	1	+	+	r	r	V	r	+	.	r	r	.	III
<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	r	r	r	.	r	r	r	r	IV	r	r	r	r	r	r	V
<i>Ajuga reptans</i>	r	r	r	r	r	.	.	r	r	IV	.	r	.	r	r	+	.	III
<i>Asarum europaeum</i>	1	+	r	1	1	.	.	r	.	+	IV	1	.	.	.	1	+	1
<i>Aegopodium podagraria</i>	2	.	+	.	.	r	.	+	.	2	III	3	2	.	2	+	3	1
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	r	.	r	r	.	r	r	.	III	.	.	.	r	r	.	II
<i>Actaea spicata</i>	r	r	r	r	.	r	.	.	.	.	III	r	r	.	.	r	.	II
<i>Dryopteris filix-mas</i>	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	II	r	.	.	.	.	r	.
<i>Geum urbanum</i>	+	.	+	r	.	.	.	.	.	.	II	r	.	.	.	r	.	r
<i>Milium effusum</i>	r	.	.	.	.	.	r	r	.	.	II	r	.	.	.	.	r	.
<i>Lathyrus niger</i>	.	.	r	r	r	.	.	r	.	.	II	.	.	.	r	r	.	II
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	r	r	.
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I	.	r	.	.	.	+	.
<i>Neottia nidus-avis</i>	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	r	.	I
Прочие виды																		
<i>Betula pendula</i> I	.	.	r	.	r	r	r	r	r	r	III	1	+	.	+	r	+	1
<i>Sorbus aucuparia</i> III	+	1	1	1	+	+	r	+	+	r	V	+	+	r	+	r	r	r
<i>Rubus idaeus</i> III	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fragnula alnus</i> III	.	r	.	.	.	r	.	r	r	.	II	.	.	r	.	r	r	III
<i>Rubus saxatilis</i>	+	2	1	1	3	2	1	1	1	1	V	+	+	+	+	2	.	+
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+	1	+	r	r	+	+	+	+	+	V	.	.	.	.	r	.	r
<i>Fragaria vesca</i>	r	+	+	r	r	r	+	+	+	+	IV	r	+	r	r	.	.	III
<i>Solidago virgaurea</i>	r	r	r	r	r	1	r	r	r	.	V	.	r	r	.	r	.	II
<i>Viola riviniana</i>	r	.	.	r	+	r	.	r	.	.	III	.	r	.	.	r	.	II
<i>Geranium sylvaticum</i>	.	.	.	r	r	r	.	.	r	.	II	.	.	.	r	r	.	I
<i>Vicia sepium</i>	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	r	.	I
<i>Pyrethrum corymbosum</i>	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i>	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	I	.	.	r	.	.	.	I
<i>Deschampsia cespitosa</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	r	r	II

Единично встречаются: *Geranium robertianum* (1,r), *Solidago virgaurea* (3,r), *Prunella vulgaris* (4,r;16,r), *Salix caprea* (4,r), *Viburnum opulus* (4,r), *Melampyrum nemorosum* (4,r;5,r), *Festuca altissima* (7,r), *Chrysosplenium alternifolium* (10,2), *Equisetum pratense* (2,+;11,+), *Equisetum sylvaticum* (11,+), *Veronica chamaedrys* (11,r), *Pteridium aquilinum* (13,r), *Thalictrum aquilegifolium* (14,r), *Vicia sepium* (15,r;16,r); *Ranunculus repens* (2,r;6,r).

Пункты описаний: Брянская область, Дятьковский р-н. Дятьковское лесн-во – оп. 1, 2 – кв. 80, оп. 3, 4, 5 – кв. 96, оп 6 – кв. 65, оп.7 – кв. 24, оп. 8, 9 – кв. 107, оп. 10 – кв. 25, оп. 11, 12 – кв. 38, оп. 13. 14 – кв. 80, 21.06.-25.06.2005; Кленовское лесн-во – оп. 15,-16, кв. 46,; Старьковское лесн-во – оп. 17-18, кв. 63, 28.07.2005. Номенклатурный тип (*holotypus*) – оп. 9*. Автор А. Д. Булохов.

Связь синтаксонов с единицами лесной типологии. Ассоциация включает в себя следующие типы леса: *Querco-Piceetum coryloso-galeobdolo-oxalidosum* – дубо-ельник лещиновый; *Querco-Piceetum tiliosum*; *Querco-Piceetum oxalido-corylosum* – дубо-ельник лещиново-кисличный. Все типы широко представлены в полосе широколиственно-еловых лесов северо-запада Брянской области. Дубово-еловые леса занимают местообитания с богатыми средневлажными почвами и по типу лесорастительных условий отнесены к типу лесорастительных условий **C₂** – свежая судубрава. Полученные материалы могут быть использованы при составлении региональных кадастров типов леса.

Синтаксономическое положение ассоциации и западноевропейские аналоги. На Русской равнине подобные еловые леса известны как «сложные ельники» – группа «*compositae*» В. Н. Сукачева [10] или «неморальные ельники» – группа «*nemorosa*» В. В. Алексина [4]. Следует отметить, что в подзоне южной тайги в составе еловых лесов *Quercus robur* отсутствует. Он появляется в древостое в подтаежных лесах, формируя полосу дубово-еловых лесов.

Ближайшая скандинавская (норвежская) ассоциация *Melico-Piceetum* (Cajand.1921) K-Lund. 1962 [14] объединяет бореальные евтрофные ельники на карбонатных породах с неморальными видами в травяном покрове, характерными для класса *Querco-Fagetea*. Это ельники с ксеротермофитными и гигрофитными признаками. Известны они и на юго-западной границе ареала в Польше и Литве. Характерные виды acc. *Melico-Piceetum*: *Hieracium sylvaticum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Rhytidia delphus triquetrus*, *Rubus saxatilis*, *Moneses uniflora*, *Pyrola rotundifolia*, *Pyrola minor*. Дифференциальные виды синтаксона: *Melica nutans*, *Fragaria vesca*, *Viola riviniana*, *Calamagrostis arundinacea*, *Carex digitata*. В составе скандинавских сообществ нет *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior* и многих травянистых неморальных видов. В ценофлоре acc. *Melico-Piceetum* константны: *Hepatica nobilis*, *Padus avium*, *Ranunculus cassubicus*, *Stellaria nemorum*, *Carex pilulifera*, *Goodyera repens*, *Dryopteris assimilis*, *Poa nemoralis*, *Anemonoides nemorosa*. Распространены локально с высоким классом постоянства: *Linnaea borealis*, *Lerchenfeldia flexuosa*, *Aconitum septentrionale*, *Alnus incana*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Crepis paludosa*, *Carex vaginata*, *Brachythecium oedipodium*, *Dicranum majus*, *Mnium spicatum*, *Plagiomnium affine*, *Ptilium crista-castrensis*. Эти виды являются характерными в субассоциациях или вариантах. В составе сообществ acc. *Galio intermedii-Piceetum abietis* указанные виды отсутствуют или встречаются очень редко.

Некоторое сходство ценофлоры нашего синтаксона отмечено с прибалтийскими сообществами acc. *Melico-Piceetum*, описанными Ю. Балявичене [1] и M. Laivīš [15]. В их составе изредка, единичными экземплярами и локально появляются *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Tilia cordata*. Дифференцирует сообщества Прибалтики от наших групп видов: *Padus avium*, *Ribes alpinus*, *Anemonoides nemorosa*, *Hepatica nobilis*, *Ranunculus cassubicus*, *Stellaria nemorum*, *Crepis paludosa*. В отличие от скандинавских сообществ в фитоценозах Прибалтики изменяется и состав диагностических видов acc. *Melico-Piceetum*: *Melica nutans*, *Calamagrostis arundinacea*, *Goodyera repens*, *Orthilia secunda*, *Asarum europaeum*, *Viola riviniana*, *Ptilium crista-castrensis*. В последнее время в качестве диагностических видов были использованы только *Melica nutans*, *Rubus saxatilis*, *Rhytidia delphus triquetrus* [15]. В нашем регионе *Melica nutans* и *Rubus saxatilis*, а также *Calamagrostis arundinacea* распространены широко как в хвойных, так и широколиственных лесах, и не дифференцируют широколиственно-еловые от широколиственных.

Вторая близкая acc. *Rhodobryo-Piceetum* Korotkov 1991 [7] представляет неморальные ельники Валдайской возвышенности. По флористическому составу она близка к *Melico-Piceetum*, хотя и рассматривается автором в классе *Quero-Fagetea*. В ее ценофлоре наблюдается вся флористическая композиция скандинавской ассоциации *Melico-Piceetum*, и имеются почти все диагностические виды, указанные для скандинавских сообществ. Дифференцирует сообщества *Rhodobryo-Piceetum* от *Melico-Piceetum* группа неморальных видов: *Aegopodium podagraria*, *Galeobdolon luteum*, *Mercurialis perennis*, *Lathyrus vernus*, *Stellaria holostea*, *Daphne mezereum*. Наш синтаксон также обнаруживает значительное сходство с *Rhodobryo-Piceetum*, особенно по составу травяно-кустарничкового яруса. Дифференцирует *Galio intermedii-Piceetum abietis* от *Rhodobryo-Piceetum* группа неморальных видов: *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*, *Carex pilosa*, *Galium odoratum*, *Galium intermedium* и бореальных – *Orthilia secunda*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium myrtillus*.

Итак, сообщества acc. *Melico-Piceetum* и *Rhodobryo-Piceetum* обнаруживают значительное флористическое сходство. Это вполне объяснимо, ибо они находятся в одной и той же ботанико-

географической провинции. Сообщества обеих ассоциаций представляют южно-таежные неморальные ельники без *Quercus robur* и ряда его спутников.

Acc. *Galio intermedii-Piceetum abietis* распространена в полосе широколиственно-еловых (подтаежных) лесов. Поэтому в составе древостоя появляется *Quercus robur* и многочисленные виды неморального геоэлемента, возрастает их численность и обилие во всех ярусах. Хотя ель и сохраняет доминирующее положение, роль бореальных видов в травяно-кустарничковом ярусе снижается. По нашему мнению, acc. *Galio intermedii-Piceetum abietis*, несмотря на многочисленность неморальных видов (54 %) не следует рассматривать в составе класса *Quero-Fagetea*. Классификация создается для практических целей. Учитывая физиономический облик этих лесов, на картах и лесоустроительных планах они будут показаны как еловые, а не дубовые.

На основе сравнительного анализа флористического состава названных ассоциаций принято синтаксономическое решение об установлении нового подсоюза *Querco roboris-Piceenion abietis* sub-all. nov. hoc loco. Диагностические виды подсоюза: *Picea abies* (доминант), *Oxalis acetosella* (доминант.), *Maianthemum bifolium*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Orthilia secunda*, *Trientalis europaea*, *Quercus robur*, *Euonymus verrucosa*, *Galium intermedium*, *Carex pilosa*, *Stellaria holostea*, *Lathyrus vernus*, *Pulmonaria obscura* (табл.). Номенклатурный тип (*holotypus*) – acc. *Galio intermedii-Piceetum abietis* (табл.).

Подсоюз объединяет широколиственно-еловые неморальные (подтаежные) леса, в составе их древостоя доминирует ель с характерными видами бореальных хвойных лесов (класс *Vaccinio-Piceetea*) в сочетании с характерными видами мезофитных широколиственных лесов (класс *Quero-Fagetea*) во всех ярусах. Главными лесообразующими видами этих лесах являются *Picea abies* и *Quercus robur*. При проведении лесохозяйственных мероприятий в этих лесах следует ориентироваться на эти главные лесообразующие виды.

Широколиственно-еловые и широколиственные леса с елью в Юго-Западном Нечерноземье России А. Д. Булохов и А. И. Соломещ [2] объединили в союз *Quero roboris-Tilio cordatae* Bulokhov et Solomeshch 2003. Сообщества союза приурочены к достаточно богатым дерново-подзолистым почвам и светло-серым лесным почвам нормального увлажнения и формируют климаковые сообщества.

Дифференцируют *Querco-Piceenion* от *Querco-Tilion*: *Quercus robur* (доминант.), *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Mercurialis perennis*, *Glechoma hederacea*, *Festuca altissima*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium odoratum*, *Polygonatum multiflorum*. Отсутствуют, а если и имеются, то в виде небольшой примеси характерные виды класса *Vaccinio-Piceetea*.

The floristic and physiognomic classifications of broad-leaved-spruce forests of South-Western Neschernozemje of Russia are developed. The new association *Galio intermedii-Piceetum abietis* and 2 subassociations assigned to the suballiance *Querco roboris-Piceenion abietis* are established. Their floristic and ecological distinctions are revealed. Their syntaxonomical positions are analysed. All the syntaxon are transformed to the forest types.

The key words: floristic and physiognomic classifications, broad-leaved-spruce forests, association, forest type, forest site type, South-Western Neschernozemje of Russia, Bryansk region.

Список литературы

1. Балявичене, Ю. Синтаксономо-фитогеографическая структура растительности Литвы / Балявичене Ю. Вильнюс: Мокслас, 1991. 218 с.
2. Булохов, А. Д. Синтаксономия как основа ботанико-географического анализа флоры и охраны растительности: Автореф. дис. ...докт. биол. наук. М. 1992. 32 с.
3. Булохов, А. Д. Эколо-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России / Булохов А. Д., Соломещ А. И. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
4. Вальтер, Г. Основы ботанической географии / Вальтер Г., Алексин В. М.-Л., 1936. 716 с.
5. Вебер, Х. Э. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 3-е издание / Вебер Х. Э., Моравец Я., Терийя Ж.-П. // Растительность России, 2005, № 7. С. 30-38.
6. Воробьев, Д. В. Типы лесов Европейской части СССР / Воробьев Д. В. Киев: Изд-во АН УССР, 1953. 452 с.
7. Коротков, К. О. Леса Валдая/ Коротков К. О. М.: Наука, 1991. 160 с.
8. Растительность европейской части России. Л.: Наука, 1980. 429 с.
9. Семенищенков, Ю.А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья/ Семенищенков Ю. А. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400 с.
10. Сукачев, В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники / Сукачев В. Н. Л.: Гослестиздат, 1934. 612 с.
11. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / Черепанов С. К. СПб, 1995. 992 с.
12. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie / J. Braun-Blanquet. Wien, New York, 1964. 865 S.
13. Ellenberg, H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / Ellenberg H., Weber H. E., Düll R.,

- Wirth V., Werner W., Paulißen D. // Scripta Geobotanica, 1994. Vol. 18. 2. Auflage. 258 S.
14. Kielland-Lund, J. Die Waldgesellschaften SO Norwegens / Kielland-Lund J. // Phycoenologia, 1981. Vol. 9, № 1/2. S. 53-250.
15. Laivinš, M. Vidzemes un Augšzemes sausieņu eglu mežu augu sabiedrību klasifikācija / Laivinš M. // Mežzinātne, 2009. N 20 (53). P. 32-59.

Об авторах

Булохов А.Д. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Семенищенков Ю.А. – кандидат биологических наук, старший преподаватель Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

УДК – 612.821

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA CARABIDAE) В ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА ЮГО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Н.А. Булохова

Проведено исследование карабидокомплекса в пределах ряда растительных ассоциаций пойменных лугов, отличающихся почвенно-растительными условиями. Приведены данные о видовом составе в пределах различных растительных ассоциаций, структуре доминирования жужелиц. На примере доминантного комплекса рассмотрены особенности экологической структуры, спектра жизненных форм.

Ключевые слова: *Carabidae, растительные ассоциации, доминантный карабидокомплекс, биотопический преферендум, жизненные формы, динамика активности жужелиц.*

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется изучению почвенной мезофауны, особенно представителей семейства жужелицы в пойменных биотопах. При этом, как правило, почвенно-растительные условия характеризуются обобщенно: луг, лес, затопляемый участок поймы и т.п. [5,6]. В последнее время все большее значение принимают исследования комплексов насекомых в пределах растительных ассоциаций, выделенных по методике Браун - Бланке [8] которые являются маркерами экосистем. Это позволяет дать наиболее полную оценку в пределах той или иной экосистемы. Ряд работ в этой области относительно растительных ассоциаций пойменных лугов на территории Брянской области был уже ранее опубликован опубликован [2, 3, 4]. Вместе с тем, не были отмечены особенности карабидокомплекса для таких типичных пойменных биотопов как ивняки.

Цель статьи – выявить структуру населения и динамику распределения жужелиц в пойменных экосистемах реки Десны на Юго-Западе Нечерноземья России.

Методика исследований

Исследования проведено в трех типичных растительных ассоциациях, широко распространенных в пойме реки Десны: остроосоковой, луговолисхвостовой и ивняке трехтычинковом. Распространение ассоциация показано на профиле (рис. 1). При выделении ассоциаций были использованы материалы геоботанических исследований лугов Южного Нечерноземья [1]. Подобный подход, опирающийся на фитосоциологические данные всего вегетативного комплекса, был впервые применен F. Tietze [10] при исследовании структуры населения жужелиц луговых угодий в Германии.

Сбор материала осуществлялся стандартным методом почвенных ловушек Барбера . В качестве ловушек были использованы пластиковые стаканы с диаметром отверстия 75 мм, заполненные на 1/3 раствором поваренной соли. Для характеристики биоценотических комплексов жужелиц использованы следующие критерии: структура доминирования, динамическая плотность, спектр жизненных форм и экологических групп, сезонная динамика активности (общая и доминантных видов). Индексы доминирования вычислены по шкале Ренконена [9]. К доминирующем отнесены виды, численное обилие которых составляло 5% и более от всех отловленных экземпляров жужелиц в пределах каждой растительной ассоциации, к субдоминирующем - с обилием от 2 до 5%, к редким - с обилием менее 2%. Спектр жизненных форм составлен в соответствии с системой жизненных форм имаго жужелиц, разработанной И.Х.Шаровой [7]. Этот обзор позволяет оценить степень избирательности жужелиц при распределении в растительных ассоциациях с различными почвенно-растительными условиями и выявить индикационные возможности как отдельных видов жужелиц, так и всего карабидокомплекса в целом.

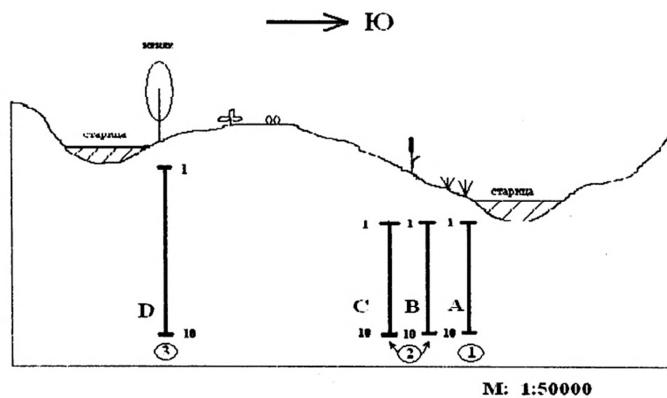


Рисунок 1. Растительные ассоциации: 1 – остроосоковая (линия А); 2 – лугово-лисохвостовая (линии В и С); 3 – ивняк трехтычинковый (линия D)

Результаты

1. Ассоциация: Остроосоковая - *Caricetum gracilis* Tx. 1937

Сообщества ассоциации занимают глубокие понижения в центральной и притеррасной частях поймы на сырых (8,6), слабокислых (5,2), со средним содержанием минерального азота (5,4) суглинистых торфянисто-перегнойно-глеевых почвах. Диагностические виды ассоциации: *Carex acuta* – осока острая (доминант). Общее проективное покрытие – 100%, средняя высота травостоя – 70-75 см. Характер использования: во влажные годы не используется, в сухие годы – сенокосное угодье.

В данном случае ассоциация расположена в непосредственной близости от старицы р.Десна. Наблюдается накопление определенного слоя подстилки в биотопе, т.к. в период сенокоса (в августе) часть его бывает затоплена и травостой скашивается не везде. В ассоциации отмечено 35 видов жужелиц из 17 родов (таблица № 1, линия А).

Таблица 1.

Видовое разнообразие и численное обилие (в %) жужелиц в пойменных биотопах

Виды	Ассоциации			
	Остроосоковая	Лугово-лисохвостовая		Ивняк трехтычинковый
		1 линия	2 линия	
линия А	Линия В	Линия С	Линия D	
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	5,4	1,64	1,1	1,92
<i>Leistus ferrugineus</i> Linnaeus, 1758		0,1	0,03	
<i>Blethisa multipunctata</i> Linnaeus, 1758	0,1	0,05		
<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmidt, 1812	0,1	0,05		0,12
<i>Loricera pilicornis</i> Fabricius, 1775	3,5	0,56	0,34	21,79
<i>Clivina fossor</i> Linnaeus, 1758	2,9	2,6	3,13	1,15
<i>Dyschirioides globosus</i> Herbst, 1783	0,3			3,58
<i>Epaphius rivularis</i> Gyllenhal, 1810				0,25
<i>E. secalis</i> Paykull, 1790	0,3	0,61	0,53	20,25
<i>Bembidion biguttatum</i> Fabricius, 1779	6,1	0,61	0,19	1,15
<i>B. guttula</i> Fabricius, 1792	0,1	0,31	0,38	0,12
<i>B. unicolor</i> Claudioir, 1850		0,05		
<i>B. articulatum</i> Panzer, 1796	0,1			
<i>B. doris</i> Panzer, 1797	0,1	0,05		0,12
<i>B. gilvipes</i> Sturm, 1825		0,26	0,11	0,64
<i>B. dentellum</i> Thunberg, 1787	0,3	0,05		0,12
<i>B. femoratum</i> Sturm, 1825				0,12
<i>B. quadrimaculatum</i> Linnaeus, 1761				0,12
<i>Patrobus atrorufus</i> Stroem, 1768		0,05		0,64
<i>Poecilus cupreus</i> Linnaeus, 1758	0,1	0,41	3,09	0,12
<i>P. versicolor</i> Sturm, 1824	17,5	69,2	77,68	8,84
<i>Pterostichus vernalis</i> Panzer, 1796	2,6	5,2	2,82	0,64
<i>P. anthracinus</i> Jlliger, 1798	2,0	0,98	0,76	1,41
<i>P. gracilis</i> Dejean, 1828	2,9	0,31	0,07	0,25
<i>P. minor</i> Gyllenhal, 1827	0,6			0,12
<i>P. strenuus</i> Panzer, 1797	0,3	0,15	0,19	4,23
<i>P. oblongopunctatus</i> Fabricius, 1787				
<i>P. melanarius</i> Jlliger, 1798	0,1	0,41	0,22	0,51
<i>P. nigrita</i> Fabricius, 1792	5,8	1,39	1,1	1,15

<i>P. diligens</i> Sturm, 1824		0,05	0,07	
<i>Calathus melanocephalus</i> Linnaeus, 1758		1,08	0,76	0,12
<i>Agonum moestum</i> Duftschmidt, 1812	25,9	2,6	0,42	6,1
<i>A. muelleri</i> Herbst, 1784	0,1	0,05		
<i>A. viduum</i> Panzer, 1797	5,6	0,26	0,07	1,15
<i>A. fuliglnosum</i> Panzer, 1809	2,6	0,56	0,23	2,6
<i>A. gracile</i> Sturz., 1824	1,1			
<i>A. piceum</i> Linnaeus, 1758	3,0	0,15		1,28
<i>A. thorey</i> Deojean, 1828	0,9	0,2	0,08	1,6
<i>A. obscurum</i> Herbst, 1784	0,1	0,36	0,15	4,61
<i>Synuchus nivalis</i> Jiliger, 1798				0,25
<i>Amara plebeja</i> Gyllenhal, 1810		0,98	0,53	0,12
<i>A. communis</i> Panzer, 1797	0,9	3,34	3,28	4,74
<i>A. familiaris</i> Duftschmidt, 1812		0,05		0,12
<i>A. lunicollis</i> Schiodte, 1837		1,39	0,38	
<i>A. incognita</i> Fassati, 1946				0,12
<i>Anisodactylus binotatus</i> Fabricius, 1787	0,3	0,36	0,3	0,38
<i>A. signatus</i> Panzer, 1797			0,15	
<i>Pseudoophonus rufipes</i> De Geer, 1774	0,1	0,82	0,61	1,28
<i>Harpalus rubripes</i> Duftschmidt, 1812				0,12
<i>H. latus</i> Linnaeus, 1758	0,1	0,2	0,26	1,53
<i>H. xanthopus</i> Gemminger et Harold, 1868			0,03	
<i>H. affinis</i> Schrank, 1781				0,12
<i>Panagaeus crux-major</i> Linnaeus, 1758		0,1	0,11	0,12
<i>Chlaenius nigricornis</i> Fabricius, 1787	1,0	0,15		
<i>Oodes heliohioides</i> Fabricius, 1793	7,1	2,05	0,87	3,97
<i>Badister unipustulatus</i> Bonelli, 1813				0,12

2. Ассоциация: Болотномятышково-луговолисохвостовая – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shel.-Sosonco et al. 1987

Сообщества ассоциации распространены в центральной части поймы на влажных и сырьих (6,9-7,2), слабокислых (6,0-6,5), умеренно обеспеченных минеральным азотом (5,2-7,0), аллювиальных слоистых и слоисто-зернистых глееватых суглинистых почвах. Данная ассоциация – одна из самых распространенных в поймах рек Европейской части России. В пойме р. Десны занимает большие площади. Диагностические виды ассоциации: *Alopecurus pratensis* – лисохвост луговой, *Poa palustris* - мятыш болотный. Общееективное покрытие – 95-100%, средняя высота травостоя – 70 см. Характер использования: сенокосное угодье.

В ассоциации отмечено 43 вида жужелиц из 23 родов. При распределении жужелиц в пределах данной ассоциации четко прослеживается близость линии В к остроосоковой ассоциации, что выражается в большей численности влаголюбивых видов.

3. Ассоциация: Ивняк трехтычинковый – *Salicetum triandrae* Malcuit ex Noirfalise 1955

Диагностические виды ассоциации: *Salix triandra* (dom.), *S. viminalis*.

Сообщества ассоциации имеют ленточный тип ареалов и весьма характерны для поймы реки Десны и ее крупных притоков. Занимают прирусловые участки пойм, межгривные низины, невысокие песчаные грибы, на влажных и сырьих - 7,1-8,5, нейтральных - 7,4, хорошо обеспеченных азотом - 6,4 почвах. Ассоциация представлена тремя вариантами.

Вариант *Rorippa amphibia*. Д.в. *Rorippa amphibia* (dom.). Сообщества варианта распространены по межгривным низинам. Альфа-разнообразие - 11 видов на 100 м².

Вариант *Elytrigia repens*. Диагностические виды варианта: *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*. Занимает ровные, относительно приподнятые участки и в прирусловой поймы, с намытым крупнозернистым песком и склонам берегов. Вариант представляет собой серийные сообщества, возникающие на речном аллювии. Альфа-разнообразие – 10 видов.

Вариант *typica* занимает относительно высокие прирусловые песчаные грибы. В сравнении с вышеописанными вариантами резко сокращается число гигрофильных видов. Альфа-разнообразие – 10 видов.

Структура карабидокомплекса ивняка трехтычинкового существенно отличается от соседних травянистых сообществ. Это касается и видового состава и сезонной динамики активности, определяемой доминантными видами (рис. 2,3). В качестве доминантов выступали следующие виды: *Loricera pilicornis*, *Poecilus versicolor*, *Agonum moestum*, *Treshus secalis*. Субдоминантными являлись: *Dischirius globosus*, *Amara communis*, *Pterostichus strenuous*, *Carabus granulatus*, *Oodes heliohioides*, *Agonum filiginosum*. Редкими для данного биотопа видами можно считать виды типичные для более сухих биотопов, а также для подверженных антропогенному воздействию: *Harpalus rufipes*, *Clivina fossor*, *Poecilus cupreus*. В биотопе отмеченные в единичных экземплярах. Только в пределах данной ассоциации найдена *Amara incognita*, которая как для луго-

вых ассоциаций, так и для других биотопов Брянской области в целом отмечена не была.

По биотопическому преферендуму карабидокомплекс данной ассоциации относится к 8 экологическим группам. Из них в видовом отношении наиболее широко представлена лесо-болотная группа (27,9%), в численном – лугово-полевая группа (34,1%), что связано с доминированием таких видов как *Poecilus versicolor*, *Loricera pilicornis*. Полевая группа представлена одним видом – *Pseudocephalotes rufipes* и составляет 2,7% видового и 1,3% численного обилия.

В спектре жизненных форм доминируют зоофаги. В видовом отношении преобладают стратобионты поверхностно-подстилочные (45,9%), они же занимают доминирующее положение и по численному обилию (38,6%). Среди миксофитофагов доминируют геохортобионты (7,29% видового и 18,1% численного обилия), при чем в данной ассоциации их число по сравнению с другими ассоциациями больше.

Сезонная динамика активности начинается в первой декаде июня. Пик активности приходится на середину июня и определяется видами с весенним типом сезонного размножения. В третьей декаде июня происходит снижение активности жужелиц. С первой декады августа, после сенокоса, в биотопе отмечен только один экземпляр *Poecilus versicolor*.

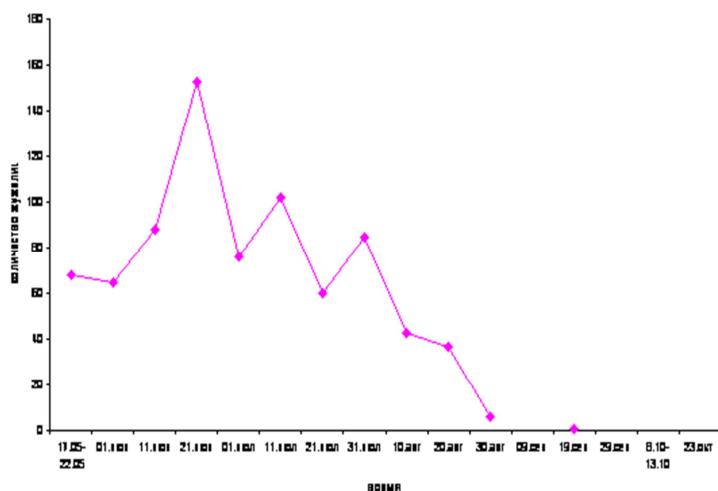


Рисунок 2. Общая сезонная активность карабидокомплекса в ассоциации Ивняк трехтычинковый

Рисунок 3. Сезонная активность доминантных видов ассоциации Ивняк трехтычинковый (линия Д)

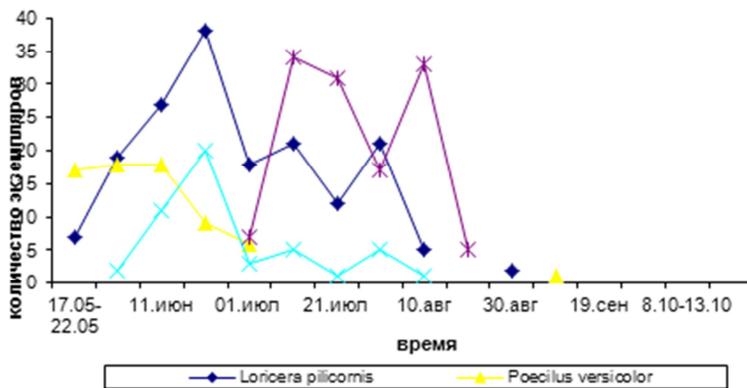


Рисунок 3. Сезонная активность доминантных видов жужелиц в ассоциации Ивняк трехтычинковый

Заключение

В результате проведенных исследований выяснено, что структура карабидокомплекса четко меняется со сменой одной растительной ассоциации на другую. Нахождение линий ловушек на расстоянии даже 10 м друг от друга в пределах различных типов травянистых растительных сообществ дает очень отличающийся видовой и численный состав жужелиц. Структура населения жужелиц в ивняке трехтычинковом существенно отличается от близлежащих травянистых биотопов.

The Carabidae complex of the community of the ass. Salicetum triandrae was studied in flood-plain of the Desna – river on South-West part of Russia. The dominants in ecological and zoogeographical structure of the population were studied also. Characteristic of populations was made on base of spectra of living form. The seasonal activity of Carabidae during the vegetation period is established.

The key words: Carabidae, plant associations, the dominant karabidokompleks, habitat pre-ferendum, life forms, the dynamics of the activity of ground beetles.

Список литературы

1. Булохов А.Д. Травяная растительность Южного Нечерноземья. Брянск, изд. БГУ, 2001. 296с.
2. Булохова Н.А. Эколо-фаунистическая характеристика населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в гидросерии луговых сообществ.// Экология и охрана окружающей среды, Тез.докл. 2-й между нар. научно-практ. конфер.(12-15 сентября) 1995а,ч. 1. С. 25-26.
3. Булохова Н.А. Эколо-фаунистическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) луговых экосистем.//Фауна и экология жужелиц лугов на Юго-Западе России, Брянск, 1995. С.4-18.
4. Булохова Н.А. Экологическая структура населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в растительных ассоциациях пойменного луга // Вестник БГУ, Брянск, 2003, Т.1. С.128 – 131.
5. Матвеев В.А., Помряскинская Н.А. К изучению почвенной фауны лугов Марийской АССР. // Уч. зап. фак-та естествозн. Мар. педин-та. Йошкар-Ола, 1969. С. 51-68.
6. Надворный В.Г. Животный мир в поймах рек Выжевки и Припяти. // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рац. использование: Тез. докл. итог. научн.конф, Гомель, 1981. С. 46-47.
7. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц.М., 1986, 1-360.
8. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie.3.Aufl. Wien. N.-Y. 1964. 1-865.
9. Renkonen O. Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. // Ann. Zool. Soc. Zool.- Bot. Fenn. Vanamo. 1938. N6. S. 1-231.
10. Tietze F. Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) des Grunland in Süden der DDR. 5 Teil (Schl.). Zur Phänologie der Carabiden des untersuchten Grunlandes // Hercynia. 1974. N11. S. 47-68.

Об авторе

Булохова Н. А. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 58.502.75

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ В СИСТЕМАТИКЕ POLYPODIOPHYTA

Э.М. Величкин, М.Э. Аверина, С.В. Медведев

В кратком анализе систем папоротников, построенных на признаках морфологии, показано, что трудно найти двух сводок или учебников, принимающих одну и ту же систему. Предлагается при построении систематики папоротников использовать дополнительные признаки анатомии, полученные при исследовании рахиса у *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott и *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tool, которые можно использовать как в диагностике, так, вероятно, и систематике папоротников.

Ключевые слова: папоротники, систематика, признаки анатомии, рахис.

Папоротниковые (*Polypodiophyta*) – древние и многочисленные в современной флоре группа высших споровых растений, включающих около 12000 видов [Рейв и др.,1990 , т.1:303;т.2:300], исключение составляет отдел Моховидные –*Bryophyta* [до 27000 –Абрамов и др.,1978, т.4:56 или около16000 видов - Рейв и др.,1990, т.2:29].

Папоротники распространены очень широко, практически по всему земному шару, и встречаются в самых различных местообитаниях, начиная с пустынь и заканчивая болотами, озёрами, рисовыми полями и солоноватыми водами. Но наибольшее разнообразие наблюдается во влажных тропических лесах, где они обильно произрастают не только на почве, но и как эпифиты. Происхождение, местообитания и распространение папоротников откладывают отпечаток на их морфологические и биологические особенности.

К настоящему времени известно много разнообразных систем современных папоротниковых построенных в основном на морфологических признаках, которые оцениваются различно, поэтому систематика папоротников очень сложна и спорна [1-3.10-13.16-20.22-26]. «Выбор системы оказался трудным делом. Нельзя найти двух сводок или учебников, принимающих одну и ту же систему» [Майн,1987:3]. Трудности систематики папоротников С.В.Майн объясняет следующим: «Им свойственно поразительное разнообразие вегетативных и генеративных органов, причем в распределении признаков по таксонам наблюдается высокая степень комбинативности при значительной изменчивости признаков в пределах таксонов. ... Привнести в систематику определенность и стабильность путем обращения к палеоботаническому материалу и филогенетическим гипотезам пока не удается» [1.с.:99].

Исследуя стереодиаграммы проводящей системы и типы стелей корневищ в подклассе *Fili-*

cidae Y.Ogura выделяет пять порядков: это порядок эуспорангиатные, лептоспорангиатные, пролептоспорангиатные, ископаемые палеозойские папоротники и водные папоротники.

Почти во всех работах как старых, так и современных, все авторы в первую очередь обращают внимание на спорангий: эуспорангий или лептоспорангий [Буш,1959:60].Характер его вскрытия (продольным, косым или поперечным кольцом, или просто щелью); положение: в стробиле или на ааксиальной, или абаксиальной поверхности перышек листа, одиночно вдоль жилок или скучены на верхних кончиках перышек, или в краевых синспорангиях перышек, простых или градатных сорусах; способ защиты (краем листа или специализированным образованием в виде индузия, индузиальным флагом и т.п.); морфология соруса и спорангия; гетеро -или изоспоровость; тетро- или монолетность.

Оценивая системы папоротников, основанные на выше указанных признаках, С.В.Мейн пишет: «Стойность этой системы стала нарушаться давно. Обнаружилась условность деления спорангииев на эу- и лептоспорангиатные типы.... У карбоновых папоротников *Sclerocelyphus*, *Phillipopteris*, видимо, варьировало число слоев в стенке спорангия, а специальной структуры для вскрытия спорангия не было [Мейн, 1987:100]. ... а в пределах порядка *Zygopteridales* двух или многослойные стенки спорангия» [стр.104]. А.К.Тимонин, В.Р.Филин относительно равно- и разноспоровости пишут, что в палеозойских *Chaloneria-ceae* «Мегаспоры трилетьные. Микроспорыmono- или трилетьные» [Тимонин и др., 2009:214-215].

Однако, несмотря на отсутствие удовлетворительной системы: «За последние годы: систематика папоротников достигла больших успехов» [Тахтаджян,1978:166] Современные успехи птеридологии, как ни странно, связаны со сравнительным анатомо-морфологическим методом филогенетической систематики растений. Много нового дало более детальное изучение морфологии, анатомии, цитологии этих растений с применением новейших методов, включая и применение сканирующего и электронного микроскопа. Несомненно, что дополнительные детальные исследования на анатомо-морфологическом уровне должны помочь в решении проблем систематики папоротников.

Мы решили детально исследовать анатомию рахиса. К настоящему времени исследована анатомия рахиса у 40 видов из классов: Ужовниковые (*Ophioglossopsida*) и Полиподиопсиды (*Polypodiopsida*), подкласс полиподииды (*Polypodiidae*) – порядки: (*Schizaeales*), полиподиевые (*Polypodiales*), циатейные (*Cyatheales*) и из подкласса Сальвиниды (*Salviniales*). Полученные нами данные [Величкин и др., 1-9] анатомии рахиса, особенно в строении меристели: [Bir - «Cauline meristele»,1971:249], их расположение и «поведение» на протяжении рахиса, наличие склеренхимы и ее местоположение в рахисе, поддерживают мнение о необходимости привлечения дополнительных исследований на анатомо-морфологическом уровне. Существует и противоположное мнение, что анатомия для систематики папоротников не дает необходимых признаков [Наврузова,1979:75,1981:67].

В настоящем сообщении приводим сравнительные результаты исследования анатомии рахиса у *Athyrium filix-femina* (L.) Roth из семейства *Athyriaceae* Alst, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott из семейства *Dryopteridaceae* Ching. и *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod из семейства *Onocleaceae* Pichi Sermolli. Рахис исследовался в его основании средине и под вайей (листом). У Щитовника мужского форма рахиса на поперечном сечении остается более или менее постоянной на всем его протяжении – округлая. В желобчатой его части две и одна в килевой основных меристелей (рис.1,a,b,), между ними по 2-4 промежуточных (рис.1,c). Меристели почти округлые, трахеальные элементы расположены в виде «запятой» (рис.2). У Кочедыжника женского и Страусника обыкновенного форма рахиса изменяется. Так, у кочедыжника женского в основании почти округлая со слабо выраженным желобком, а кверху становится крылатой с хорошо выраженным желобком (рис.3.4). У страусника обыкновенного в основании почти ромбовидная (рис. 9), выше широкая дуговидная форма, а кверху становится узко дуговидной (рис.6.7). Меристелей и у кочедыжника женского и страусника две, они вытянутые, ориентированы от крыльев к килю (рис.3.6), а у страусника, кроме того, в основании меристель стоповидной (рис. 11) или яйцевидной (рис.10) формы, с трахеальными элементами в виде «запятой» (рис. 9). Трахеальные элементы меристели щитовника расположены скобковидно (рис.5), а у страусника повторяют гантлевидную форму меристели (рис.12). Если у щитовника мужского на всем протяжении рахиса меристели сохраняют свою форму и местоположение, то у страусника и у кочедыжника женского меристели сближаются и сливаются между собой в «П»-образную форму, которая сохраняется вплоть до верха (рис. 4.7).У исследованных видов общим признаком является префериальная многорядная склеренхима по всей окружности рахиса (рис. 1.3-4.6-8).

Таким образом, анатомические признаки черешка показывают, что исследованные виды хорошо отличаются между собой и эти признаки можно с успехом использовать для диагностики. Кроме того, указанные отличия расположения трахеальных элементов в меристеле и данные, изложенные нами ранее [Величкин и др. 1-9], дают основание считать этот признак родовым. Для решения вопроса о таксономических категориях более высокого ранга, необходимы дополнительные исследования.

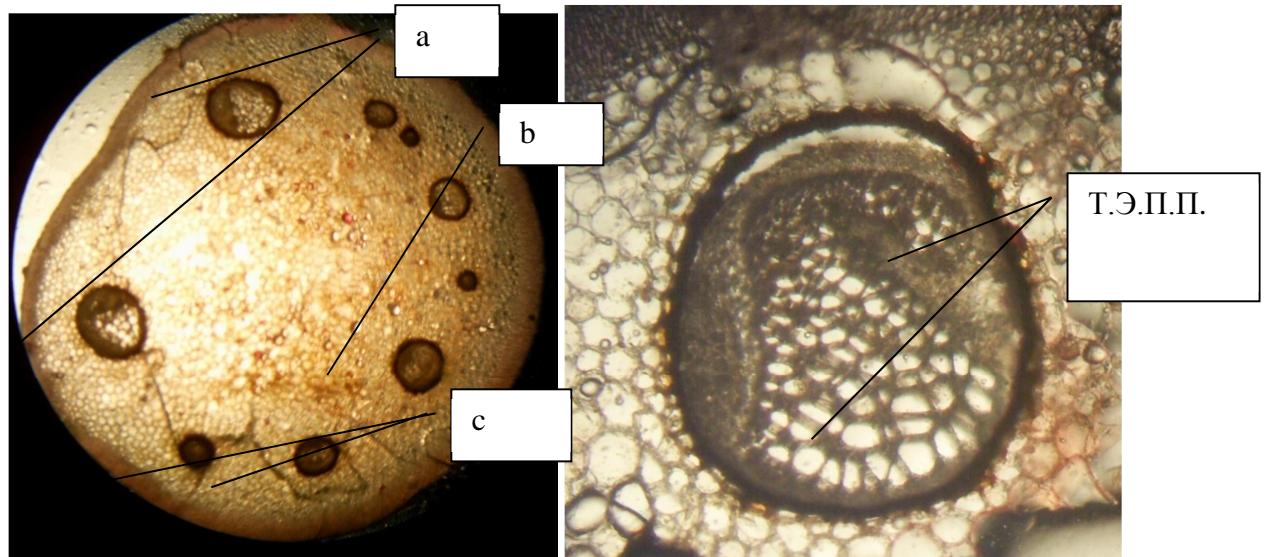


Рис.1 Рис.2 Щитовник мужской

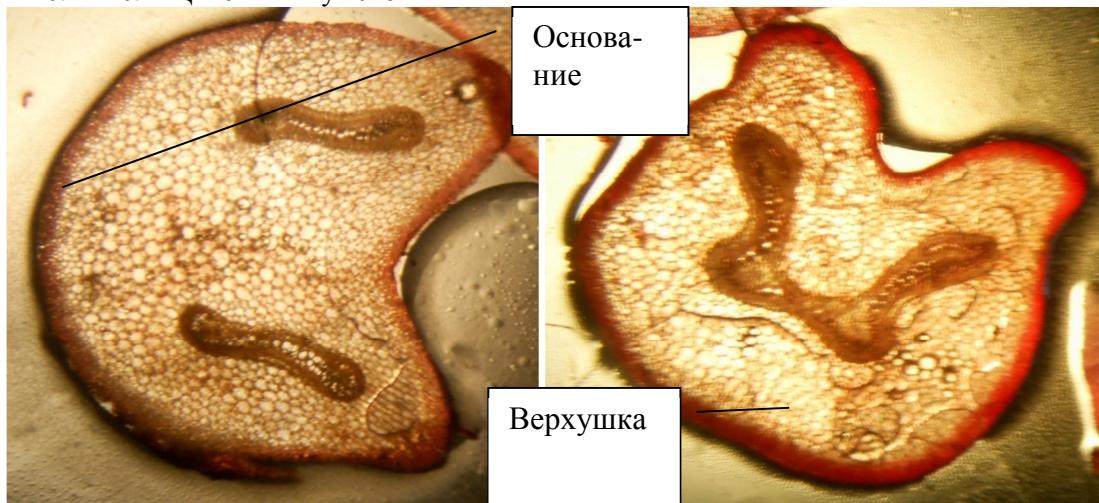
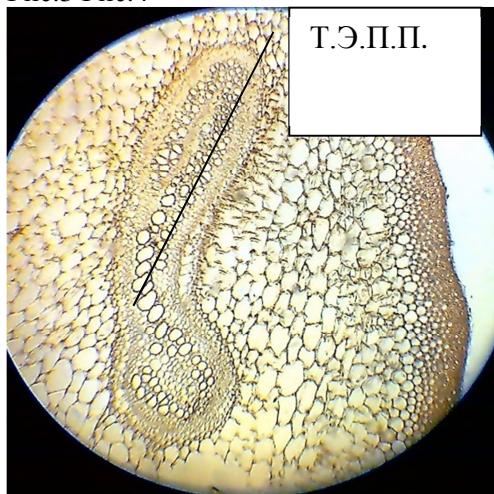


Рис.3 Рис.4

Рис.5
Кочедыжник женский

Условные обозначения рисунков:
 Рис.1-а)Основные меристели желоба;б)Основные меристели киля;с)Боковые меристели;
 Т.Э.П.П.-Трахеальные элементы Проводящих Пучков

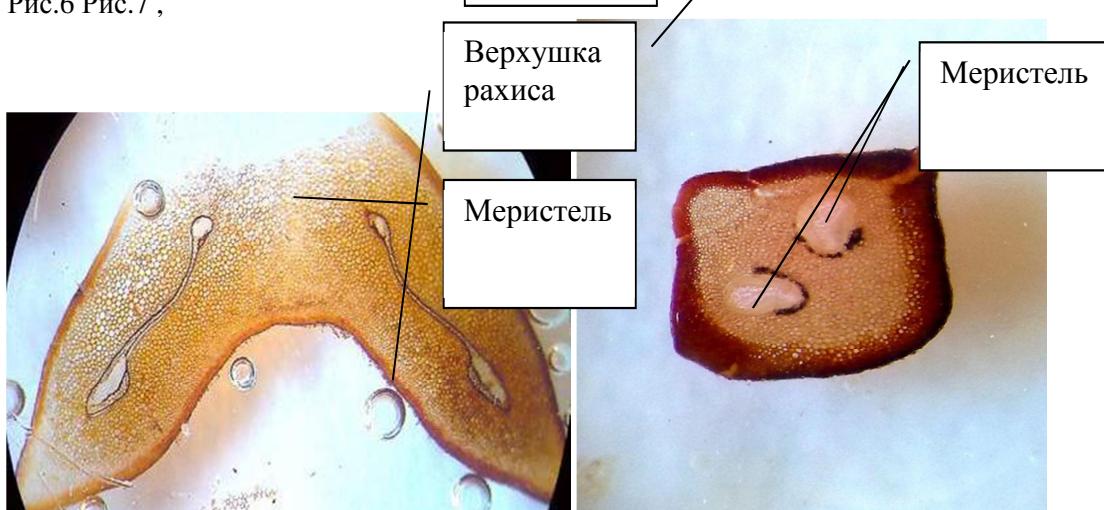
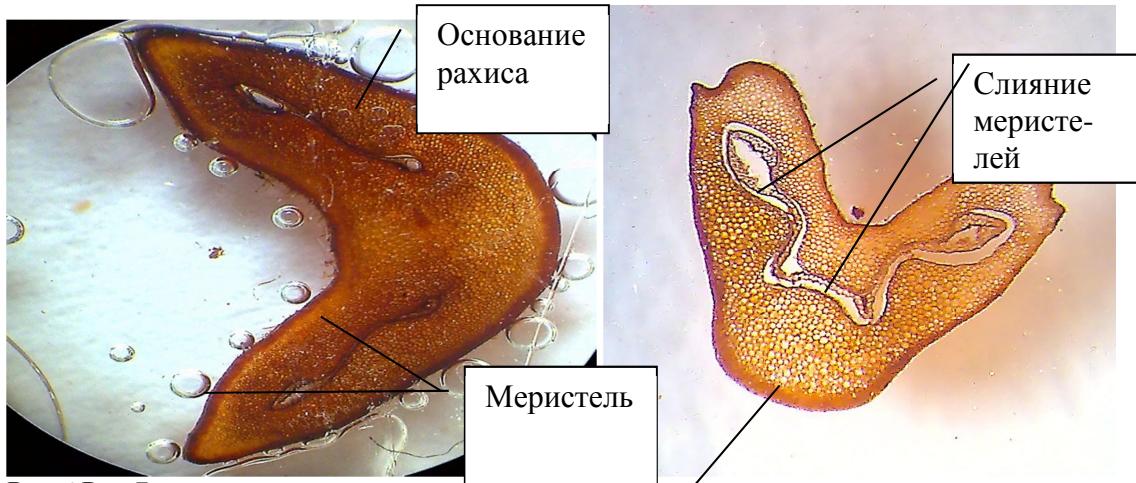


Рис.8 Рис.9

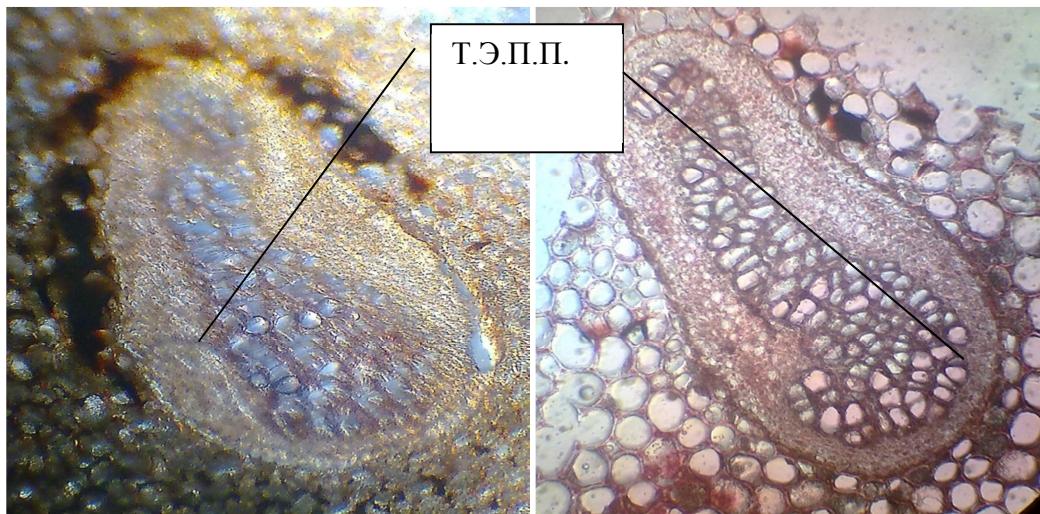


Рис. 10 Рис.11

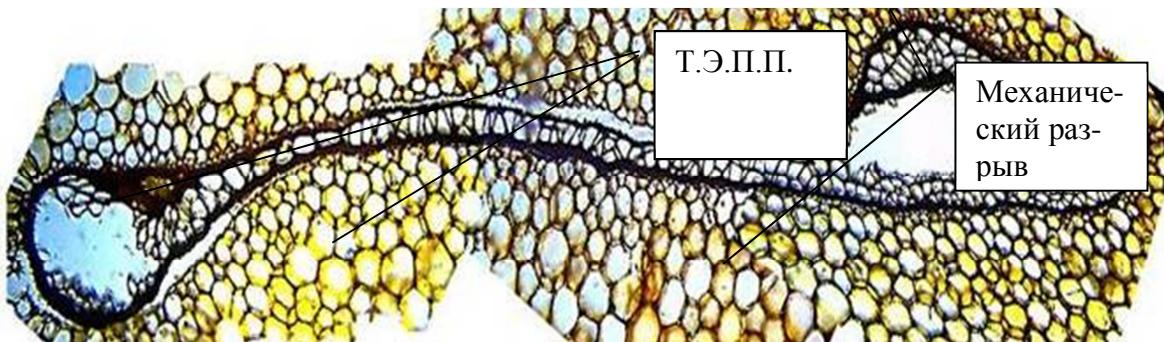


Рис.12
Страусник обыкновенный

In a brief analysis of systems of ferns, built on the morphology of signs, it is shown that it is difficult to find two reports or books, receiving the same system. It is assumed in the construction of the systematics of ferns to use the additional features of anatomy, a study of the rachis in *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott and *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tool, which can be used in diagnosis and, probably, in the systematics of ferns.

The key words: ferns, taxonomy, signs anatomy, rachis.

Список литературы

1. Абрамов, И.И., Абрамова А.Л.- Жизнь растений. Т. 4. М.: «Просвещение», 1978. С 447.
2. Булохов, А.Д. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская области) / Булохов А.Д., Величкин Э.М. Брянск: Изд-во БГПУ, 1998. С. 380.
3. Буш, Н.А.. Систематика высших растений. М.«Просвещение», 1959. С 535.
4. Величкин, Э. М. Анatomические признаки диагностики некоторых семейств отдела папоротниковидные (Polypodiophyta) / Э. М. Величкин, Д. Е. Кайков // Вестник БГУ. 2003. Вып. 1. С. 131-132.
5. Величкин, Э. М. Диагностические признаки в анатомии «черешка» папоротниковых. /Величкин, Э. М., Сафенкова И. В. Вестник БГУ. 2005. Вып. 4. С. 64-68.
6. Величкин Э.М. Особенности устьичных аппаратов некоторых видов папоротников /Величкин, Э.М., Сафенкова И.В. Вестник БГУ. 2006. Вып.4С. 27-33.
7. Величкин, Э.М.. Признаки диагностики в анатомии проводящих пучков рахиса папоротников /Величкин Э.М., Сафенкова И.В Проблемы биологии растений: Материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.В.Письяковой. 22-24 ноября 2006 г. СПб.: ТЕССА, 2006б. С. 243-247.
8. Величкин, Э.М. Оценка диагностических признаков в анатомии рахиса некоторых видов папоротников /Величкин Э.М., Кривелев В.О., Родоманова О.В Вестник БГУ. 2007. Вып.4. С. 155-161.
9. Величкин, Э.М., Анатомия рахиса у видов *Dryopteris* Adans.,*Gymnocarpium* Newm,*Polystichum* Roth в целях их диагностики и систематики / Величкин, Э. М., Панасенко Н.Н, Аверина М.Э., Сафенкова И.В. Русское бот. общество. X11 съезд. Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале ХХI века. Материалы всероссийской конференции. Петрозаводск-2008. – часть 1.С 22-27.
10. Гричук, В. П. Определитель однолучевых спор папоротников из семейства Polypodiaceae R. Br., произрастающих на территории СССР/ Гричук В. П., Моносзон М. Х.. М.: «Наука», 1971. С. 127.
- 11 Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / П. Ф. Маевский. – Изд. 9-е. Л.: Колос, 1964. С. 880.
12. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части РОССИИ./ Маевский, П.Ф. Изд.10-е М.Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 600.
13. Мейн, С.В. «Основы палеоботаники», М. «Недра», 1987С. 403.
14. Новрузова, А. М. Аскеров. Сравнительно-анатомический анализ Аспидиевых и Телиптериевых папоротников Кавказа / Новрузова З. А., Аскеров А. М // Докл. АН АзССР. 1979. № 4. С. 65-67.
15. Новрузова, З. А. Сравнительно-анатомический анализ видов *Dryopteris* Кавказа / Новрузова З. А., Аскеров А. М // Докл. АН АзССР 1981.№ 4.С. 65-67.
16. Станков, С. С. Определитель высших растений Европейской части СССР / Станков С.С., Талиев В.И. М.: «Советская наука», 1957. С. 1150.
17. Тахтаджян, А.Л. Классификация и филогения папоротниковых./ Тахтаджян А.Л. Жизнь растений. Т. 4. М.: «Просвещение», 1978. С. 166-170.
18. Тимонин, А.К. Систематика высших растений / Тимонин,А.К., Филин М. изд. Центр «Академия»,2009 С. 314.
19. Флора СССР. Т. I. Л.: АН СССР, 1934. С. 776.

20. Флора Европейской части СССР / под ред. А. А. Федорова. Т. 1. Изд. «Наука», 1974. С. 404.
21. Bir, S. S. Anatomy of some Himalayan species of Athyrium // J. Indian bot. soc. 1971. Vol. 50, № 3. P. 247-252.
22. Ogura, Y. Comparative anatomy of vegetative organs of the Pteridophytes // Gebruder Borntraeger Berlin, 1972. P. 502.
23. Haeupler, H. und T. Muer. «Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands/ Stuttgart 2007. P.790.
24. Probst, W. Farn-und Samenplanzen in Europa // W. Probst – New York: Fischer, 1990. P.525.
25. Sen. Morphology and anatomy of Ophioglossum reticulatum // Sen. Canad. j. bot. 1968.Vol. 46, № 8. P. 957-968.

Об авторах

Величкин Э.М. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Аверина, М.Э. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Медведев С.В.- студент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 57.042+614.7

ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПОДРОСТКОВ ИЗ РАЙОНОВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

С.Е. Гусарова, М.В. Кувичкина

Изучены показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы подростков из районов токсико-химического загрязнения атмосферного воздуха. Доказаны дифференцированные реакции сердечно-сосудистой системы как одной из доминирующих физиологических систем адаптации на содержание в атмосферном воздухе тяжелых металлов (свинец, сурьма) и фтороводорода. Выявлены наиболее информативные тесты для дифференциальной скрининговой диагностики нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, подростки, токсико-химическое загрязнение атмосферного воздуха.

Введение. В последние десятилетия одно из ведущих мест в комплексе антропогенных воздействий на состояние здоровья населения и природу занимает химический фактор, постоянно присутствующий в среде обитания человека. Подростки являются наиболее уязвимой частью популяции из-за повышенной чувствительности их организма к воздействию различных факторов риска окружающей среды, обусловленной интенсивными процессами роста и созревания. Влияние различных техногенных факторов существенно осложняет и нарушает процессы адаптации и может привести к развитию донозологических изменений, а в последствии патологии. Многими авторами отмечается негативное влияние и на функциональное состояние организма подростков, обуславливая в первую очередь снижение показателей функции внешнего дыхания и отклонения в деятельности сердечно-сосудистой системы [1,2,3,4,5,8,9].

Цель исследования: Оценить воздействие техногенных токсико-химических факторов окружающей среды при изолированном и сочетанном с радиацией эффектах на показатели адаптации сердечно-сосудистой системы организма подростков из экологически неблагополучных районов.

Методика исследования. Обследованы 203 школьника (151 девочка, 150 мальчиков) 15-16 лет, родившихся и постоянно проживающих в условиях различных техногенных нагрузок окружающей среды.

В качестве функциональных изучены показатели артериального давления (системического (САД) и диастолического (ДАД)), частота сердечных сокращений (ЧСС) в покое, после нагрузки (10-20 приседаний) и через 3 минуты после нагрузки. Рассчитаны адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы, вегетативный индекс Кердо по общепринятым методикам [6,7].

Результаты. В зависимости от степени и характера техногенного загрязнения в районах проживания все учащиеся разделены на четыре экологические группы (ЭГ): I – относительно «экологически чистый» район (контроль), г. Жуковка Брянской области; II – химическое загрязнение атмосферы выхлопными газами автотранспорта при естественном природно-радиационном фоне, Бежицкий район г. Брянска; III – высокая степень химического загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами (свинец, сурьма) и фтороводородом при естественном природно-радиационном фоне, г. Дятьково Брянской области; IV – высокая сте-

пень химического загрязнения атмосферного воздуха кислотными оксидами в сочетании с радиоактивным загрязнением ^{137}Cs 5-15 Ки/км², пгт Бытошь Дятьковского района Брянской области.

Результаты сравнительного анализа функциональных возможностей организма обследованных подростков, родившихся и постоянно проживающих на территориях с различной степенью техногенного химического и радиационного загрязнения, представлены в таблицах 1-3.

Как видно из представленных данных, среднегрупповые показатели систолического артериального давления у девушек всех экологических групп находятся в пределах физиологической нормы; у юношей в условиях высокого техногенного токсико-химического загрязнения, как изолированного (тяжелыми металлами и фторводородом), так и в сочетании с радиоактивным (в районе стекольного производства), значения САД достоверно более низкие ($p<0,05$; $p<0,01$), выходя за нижние пределы физиологической нормы. Сравнительный анализ показателей школьников из районов с различными степенью и характером загрязнения отмечено большее негативное влияние химического загрязнения атмосферного воздуха отходами стекольного производства в сочетании с повышенным радиоактивным фоном на организм мальчиков, что проявляется существенно более низкими показателями ($p<0,05$).

Показатели диастолического артериального давления во всех половых группах находятся в пределах физиологической нормы. Отмечается разная направленность влияния экологических условий проживания на значения ДАД у юношей и девушек (таблицы 1-2).

Таблица 1
Среднегрупповые показатели функционального состояния ССС у юношей из разных экологических групп ($M\pm m$)

Параметр	Экологические группы			
	I	II	III	IV
САД, мм.рт.ст	117,4±1,483	111,3±53,805*	108,2±2,573**	108,9±2,371**
ДАД, мм.рт.ст	74,9±2,310	73,9±3,351	71,1±1,685	68,9±2,493**
АП	1,51±0,042	1,42±0,024	1,32±0,043	1,42±0,077

Примечание: * - различия с I группой статистически существенны ($0,01 < p < 0,05$);

** - различия с I группой статистически существенны ($0,001 < p < 0,01$)

Как видно из представленных данных, у юношей во II-IV ЭГ отмечаются более низкие среднегрупповые показатели ДАД, причем в условиях химического загрязнения кислотными оксидами в сочетании с повышенным радиационным фоном различия с контролем статистически существенны ($p<0,05$).

У девушек отмечается тенденция к более высоким значениям диастолического давления в условиях высоких техногенных токсико-химических нагрузок окружающей среды, причем в условиях радиационно-химического загрязнения различия статистически существенны.

Таблица 2
Среднегрупповые показатели функционального состояния ССС у девушек из разных экологических групп ($M\pm m$)

Параметр	Экологические группы			
	I	II	III	IV
САД, мм.рт.ст	112,3±1,245	113,3±2,944	110,3±4,708	114,2±1,779
ДАД, мм.рт.ст	68,0±0,536	69,3±0,939	70,5±1,266	73,0±0,320**
АП	1,48±0,031	1,49±0,049	1,68±0,067	1,59±0,034

Примечание: * - различия с I группой статистически существенны ($0,01 < p < 0,05$);

** - различия с I группой статистически существенны ($0,001 < p < 0,01$)

Среднегрупповые показатели адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы, отражающей степень адаптации организма к условиям повседневной деятельности и физическим нагрузкам, оказались в переделах удовлетворительных во всех группах без существенных отличий в экологически различных условиях проживания школьников (таблицы 1-2).

Результаты анализа среднегрупповых значений частоты сердечных сокращений в покое у обследованных школьников из экологически различных районов показали, что во всех группах более низкие показатели выявлены в условиях разного характера химического загрязнения; статистически существенные различия отмечены у девушек III экологического района 15-16 лет ($p<0,01$). В условиях техногенного химического загрязнения кислотными оксидами в сочетании с повышенным радиационным фоном, наоборот, ЧСС достоверно выше, чем в «экологически чистом» районе (юноши - $p<0,05$, девушки - $p<0,01$). Повышение ЧСС в районе радиационно-химического загрязнения, по сравнению с изолированным химическим, свидетельствует о стимулирующей роли радиационного фактора на некоторые функциональные показатели ССС, что подтверждается и в исследованиях ряда авторов.

Анализ индивидуальных показателей адаптационного потенциала ССС представлен в таблице 3.

Таблица 3

Процентное соотношение лиц с различными показателями адаптационного потенциала (%)

Эк. гр.	Пол	Уровень адаптации сердечно-сосудистой системы		
		Удовлетворительный	Напряжение механизмов адаптации	Неудовлетворительный
I	Д	86,21	13,79	0
	М	75,0	16,67	8,33
II	Д	82,14	14,29	3,57
	М	72,0	16,0	12,0
III	Д	75,0	21,43	3,57
	М	68,0	24,0	8,0
IV	Д	64,29*	25,0	10,7*
	М	54,17	29,17	16,7

Примечание: *- различия с I группой статистически существенны ($0,01 < p < 0,05$)

Как видно из представленных данных, статистически значимые различия ($p<0,05$) отмечены лишь в условиях высокого токсико-химического загрязнения атмосферного воздуха, как изолированного (в районе хрустального производства), так и в сочетании с радиоактивным (в районе стекольного производства). Среди девушек IV группы отмечено существенно большее число лиц с показателями неудовлетворительного адаптационного потенциала ССС, что может свидетельствовать о предпатологических нарушениях деятельности сердечно-сосудистой системы и необходимости особого внимания к данной категории лиц при разработке лечебно-профилактических мероприятий.

Полученные различия подтверждены и в ходе анализа с использованием Н-критерия Крускала-Уоллеса, являющегося непараметрическим аналогом дисперсионного однофакторного анализа для несвязных выборок, что свидетельствует о большем негативном вкладе токсико-химического загрязнения окружающей среды отходами стекольного производства в сочетании с повышенным радиационным фоном в нарушении адаптационных возможностей растущего организма.

Анализ результатов пробы на дозированную физическую нагрузку не выявил статистически существенных различий в процентном соотношении лиц с разными типами реакции ССС в зависимости от условий проживания. Однако, следует отметить тенденцию к снижению числа школьников с реакцией по нормотоническому типу в условиях высокой степени токсико-химического загрязнения атмосферного воздуха, как изолированного (в районе хрустального производства), так и в сочетании с радиоактивным (в районе стекольного производства); в I экологической группе процент таких лиц составил 41,67 – у юношей и 41,38 – у девушек, в то время как в IV группе эти показатели: 29,17 – у юношей и 38,1 – у девушек.

Достоверных различий в распределении лиц с гипотонической и гипертонической реакцией ССС в различных поло-возрастных группах в зависимости от условий проживания обследованных школьников не выявлено. Дистонический тип реакции сердечно-сосудистой системы школьников является преобладающим среди отклоняющихся типов реакции.

В условиях высокой степени химического и радиационно-химического загрязнения окружающей среды во всех половых группах число лиц с дистоническим типом реакции ССС выше, чем в экологически условно чистом районе, и колеблется от 30,0 до 57,14%, в то время, как в условиях экологического неблагополучия, процент таких школьников составляет от 16,13 до 28,57 %. Максимальное число школьников с дистонической реакцией отмечено в IV экологической группе в возрасте 12-13 лет, у юношей и девушек соответственно (%): 38,71; 57,14; это существенно превышает аналогичный показатель в условиях относительного экологического благополучия ($p<0,05$).

Также вычислялся вегетативный индекс (ВИ), являющийся характерным видом деятельности, затрагивающей организм целиком, и с использованием всех механизмов регуляции жизненных процессов (нервных и гуморальных) дающей возможность организму решать задачи актуальной адаптации. Максимальное число школьников характеризуется преобладанием симпатического тонуса нервной системы ($54,18 \pm 0,670 \dots 74,14 \pm 0,819$ % от общего числа обследованных школьников). Состояние симпатикотонии в большей степени выявлено у девочек всех экологических групп по сравнению с мальчиками. Как у юношей, так и у девушек, процентное соотношение лиц с преобладанием симпатической нервной системы возрастает от I-й к IV-й экологической группе, достигая максимума в районе сочетанного радиационно-химического загрязнения (у юношей - $72,81 \pm 0,779$ %; у девушек – $74,14 \pm 0,819$ %). Количество школьников, имеющих эйтоническое состояние вегетативной нервной системы, не превышает 35% и выше всего в экологически относительно благополучном районе.

Значения вегетативного индекса, соответствующего парасимпатикотонии, наиболее характерны для лиц старше двадцати лет, однако среди школьников также отмечены данные показатели. В районах «экологически чистых», химического загрязнения выбросами автотранспорта и токсико-

химического загрязнения предприятиями стекольной промышленности с повышенным радиационным фоном парасимпатикотония преобладает у юношей, а в районе высокой степени химического загрязнения тяжелыми металлами и фтороводородом, наоборот, - у девушек; однако различия статистически несущественны и выявлены на уровне тенденции.

Анализ процентного соотношения лиц с различными показателями вегетативного индекса с учетом поло-возрастных особенностей показал следующее. Наиболее показательны различия в процентном соотношении школьников с различными показателями ВИ у юношей. Во всех половозрастных когортах в условиях радиационно-химического загрязнения увеличивается число лиц с симпатикотонией (различия статистически существенны у мальчиков 12-13 лет, $p<0,01$; 15-16 лет, $p<0,05$) и уменьшается - с эйтонией (различия статистически существенны у мальчиков и девочек 15-16 лет, $p<0,05$).

Анализ гендерных различий в распределении школьников с различным ВИ показал следующее. Показатели ВИ=0 чаще встречаются у юношей (кроме IVЭГ), что говорит о более высоких адаптивных возможностях их организма. Соответственно этому среди девушек чаще, чем среди юношей встречаются лица с отклонениями вегетативного тонуса в сторону симпатико- или парасимпатикотонии; лишь в условиях радиационно-химического загрязнения преобладают мальчики-симпатикотоники.

С помощью теста Люшера диагностировали уровень вегетативного баланса (КВБ) нервной системы обследованных школьников. По всем показателям отмечено повышение в условиях высокой степени токсико-химического загрязнения отходами стекольного производства в сочетании с повышенным радиационным фоном, причем у школьников из IV экологической группы выявлены наиболее высокие значения.

С целью выявления корреляционной зависимости между изученными показателями сопоставлены индивидуальные значения вегетативного индекса Кердо и коэффициента вегетативного баланса, отражающие преобладание эрготропного или трофотропного тонуса вегетативной нервной системы. Показатели выше единицы в обоих случаях отражают преобладание симпатической нервной системы. По показателям ВИ наибольшее число школьников-симпатикотоников проживают в условиях сочетанного радиационно-химического загрязнения атмосферного воздуха ($74,14\pm0,819\%$ девочек и $72,81\pm0,779\%$ мальчиков), по показателям КВБ в тех же районах максимально число старшеклассников, имеющих преобладание эрготропного тонуса (52,1% девочек; 50,3% мальчиков). Проведенные корреляционный анализ выявил достоверную корреляционную связь высокой степени между коэффициентов вегетативного баланса нервной системы и вегетативным индексом сердечно-сосудистой системы ($r=0,823$ у девочек; $r=0,892$ - у мальчиков; $p<0,05$).

Заключение. По результатам исследования доказаны дифференцированные реакции сердечно-сосудистой системы как одной из доминирующих физиологических систем адаптации на содержание в атмосферном воздухе тяжелых металлов (свинец, сурьма) и фтороводорода. Наиболее информативными тестами для дифференциальной скрининговой диагностики нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы являются: определение адаптационного потенциала, вегетативного индекса Кердо; вегетативного баланса нервной системы по тесту Люшера.

Результаты исследований позволили научно обосновать, разработать и апробировать комплекс мероприятий по сохранению здоровья подростков, проживающих в условиях воздействия техногенных токсико-химических загрязнителей окружающей среды при изолированном и сочетанном с радиацией эффектах, включающий в себя мероприятия по предупреждению проникновения аэрополлютантов и радионуклидов в организм, выведение их из организма; рекомендации по общему режиму с правильным чередованием труда (учебы) и отдыха; диспансерное наблюдение за состоянием здоровья подростков и комплекс лечебных мероприятий, направленных на коррекцию выявленной патологии.

Indicators of a functional condition of cardiovascular system of teenagers of different age from districts of toksiko-chemical pollution of atmospheric air are studied. The differentiated reactions of cardiovascular system as are proved one of dominating physiological systems of adaptation on the maintenance in atmospheric air of serious metals (lead, antimony) and hydrogen fluoride. The most informative tests for differential screening diagnostics of disturbances of a functional condition of cardiovascular system are taped.

The key words: cardiovascular system, teenagers, toksiko-chemical pollution of atmospheric air.

Список литературы

1. Агаджанян, Н.А. Экологобиохимические факторы и здоровье человека [Текст] / Н.А. Агаджанян, В.Л. Сусликов // Экология человека. №1. 2002. С. 3-5.
2. Бааронов, А.А. Состояние детского здоровья в соответствии с экологическим состоянием окружающей среды [Текст] / А.А. Бааронов // Российский педиатрический журнал. 2000. №5. С. 5-12.
3. Васильев, А.В. Физиометрические показатели детей, проживающих в районах с разным уров-

- нем аэробиотехногенной нагрузки [Текст] / А.В. Васильев // Гигиена и санитария. 2005. №1. С. 39-40.
4. Иваненко, А.В. Выбросы автотранспорта, качество атмосферного воздуха и здоровье населения Москвы [Текст] / А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко // Гигиена и санитария. 2007. №6. С. 20-21
5. Ильин, А.Г. Функциональные возможности организма и их значение в оценке состояния здоровья подростков [Текст] / А.Г. Ильин, Л.А. Агапова // Гигиена и санитария. 2000. №5. С. 43-46.
6. Ильин, А.Г. Современные тенденции динамики состояния здоровья подростков [Текст] / А.Г. Ильин, И.В. Звездина, М.М. Эльянов [и др.] // Гигиена и санитария. 2000. №1. С. 59-62.
7. Козинец, Г.И. Физиологические системы организма человека, основные показатели [Текст] / Г.И. Козинец. М. «Триада-Х». 2000. 336 с.
8. Кувичкина, М.В. химическое загрязнение атмосферного воздуха как фактор риска снижения уровня здоровья школьников разного возраста: Дисс. ... канд. биол. наук. [Рукопись] / М.В. Кувичкина. Брянск, 2009. 200с.
9. Мирзакаримова, М.А. Гигиеническая оценка комбинированного действия загрязнений в атмосферном воздухе населенных мест [Текст] / М.А. Мирзакаримова, Ш.Т. Исхандарова // Гигиена и санитария. 2008. №4. С. 10-12.
10. Шаврак, Е.И. Корреляционно-регрессионный анализ влияния автотранспорта на состояние здоровья населения [Текст] / Е.И. Шаврак, Т.С. Шапкина, Д.С. Шаврак // Гигиена и санитария. 2009. №1. С. 5-9.

Об авторах

Гусарова С. Е. – кандидат педагогических наук, доцент Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова, доцент, директор Дятьковского филиала Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова, dvybgtu@mail.ru

Кувичкина М. В. – кандидат биологических наук, ассистент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kuvichkina@mail.ru

УДК – 575.17:575.116.12:575.174.015.3:577.112.825

АНАЛИЗ СОЧЕТАНИЯ МУТАЦИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ А И В АЛЛЕЛЕЙ ГЕНА Б-ЛАКТОГЛОБУЛИНА У КРС.

Е.В. Дроздов, В.В. Заякин, И.Я. Нам

Определены частоты вариантов гена бета-лактоглобулина в стадах коров черно-пестрой, айрширской породы и частного беспородного скота на территории Брянской области. Было установлено несовпадение при определении аллельных вариантов А и В по двум методикам, что может свидетельствовать о рекомбинации между мутациями во втором и четвертом экзонах гена бета-лактоглобулина.

Ключевые слова: аллельные варианты гена бета-лактоглобулина, Чёрно-пёстрая порода, Айрширская порода, частный беспородный скот, ПЦР-ПДРФ

Бета-лактоглобулин (β LG) – серосодержащий белок, не осаждается сычужным ферментом. У парнокопытных β LG встречается как стабильный димер в интервале pH 3,0 – 7,0. β LG крупного рогатого скота состоит из 178 аминокислот и имеет молекулярный вес мономера около 18300 дальтон [1]. Содержание β LG в молоке крупного рогатого скота составляет около 0,4 г/л [2,3].

Последовательность β LG жвачных проявляет консерватизм на уровне 96%-99%. Биологическая функция β LG состоит предположительно в транспорте витамина А. Кроме того, β LG жвачных связывает *in vitro* длинноцепочечные жирные кислоты и триглицериды. Играет важную роль в обеспечении качества молока, влияет на коагулацию молока, образования сыра и масла.

Ген β LG имеет размер 4662 п.о. и состоит из 7 экзонов и 6 инtronов. В настоящее время известно 10 генетически обусловленных аллельных вариантов β LG – A, B, C, D, E, F, G, I, J, W. Наиболее часто встречаются четыре аллеля - A, B, C и D. Определенные генетические варианты гена бета-лактоглобулина коррелируют с высоким содержанием казеина и жирности молока. Так вариант В связан с высоким содержанием в молоке казеиновых белков, высоким процентом жира и параметрами казеинового коагулята, а вариант А характеризуется высоким содержанием сывороточных белков и суммарным содержанием белков молока [4].

Изучив полиморфизм локуса β LG, Aschaffenburg, и Drewry [5,6], установили, что отличие аллеля A от B определяется в аминокислотной позиции 64 (Asp в A, Gly в B) и позиции 118 (Val в A, Ala в B).

Типирование А и В аллелей β LG с помощью метода ПЦР-ПДРФ, основано на выявлении одной из этих мутаций.

Идентификацию аллельного полиморфизма β LG по точечной замене в нуклеотидной последовательности в экзоне 4 предложил Medrano J.F. et al [7] в 1990г. Эта мутация предполагает появление дополнительного сайта рестрикции для эндонуклеазы HaeIII и замене в пептидной последовательности аминокислоты Val на Ala для В варианта в положении 118.

Другая методика, определения аллелей А, В, С и D была предложена Гладырь Е.А. [8]. По этой методике вариант В определяется по замене аминокислоты Asp на Gly в положении 64. Данная мутация определяется с помощью рестриктазы PvuII.

В связи с тем, что в настоящее время разработаны две методики, позволяющие согласованно выявлять А и В варианты гена бета-лактоглобулина, стало возможным предположить наличие рекомбинации между мутациями расположенных в разных частях гена типирующих В-аллель β LG.

Целью нашего исследования было выявление случаев несоответствия при определении аллельных вариантов А и В по двум методикам, основанных на анализе мутаций расположенных в разных частях гена β LG КРС и определить частоты встречаемости генотипов гена бета-лактоглобулина в анализируемым группах КРС на территории Брянской области.

Материалы и методы

Исследования проводились на образцах ДНК, полученных из крови коров чёрно-пестрой (n=36) ОАО «Снежка», айрширской (n=45) СПХ Сельцо и частного скота (n=61). В качестве антикоагулянта использовали ЭДТА (0,5М).

ДНК выделяли из образцов крови стандартным методом с применением SDS и протеиназы K с перерасчётом объемов растворов на 500 мкл цельной крови.

Для изучения полиморфизма β LG был использован метод полимеразной цепной реакции с последующим рестрикционным анализом продуктов амплификации (ПЦР-ПДРФ).

Таблица 1
Характеристика праймеров используемых для определения вариантов гена β LG

Маркер	Последовательность праймера, 5'-3'	Температура отжига, °C	Методика
BLG/PvuII	cta-ttg-tcc-tcg-tag-agg-aag-c aga-aag-ccc-tgg-ata-agc-agc-c	60	Гладырь Е.А., 2001
BLG/HaeIII	tgt-gct-gga-cac-cga-cta-caa-aaa-g gct-ccc-ggt-ata-tga-cca-ccc-tct	55	Medrano, et al., 1990

Типирование аллелей генов проводили в соответствии с оригинальными методиками авторов, указанных в таблице.

Реакцию проводили в амплификаторе «Терцик» фирмы «ДНК-технология». ДНК денатурировали при 94°C в течение 4 минут, а затем в 2% агарозном геле. проводили 35 циклов амплификации в следующем режиме: 94°C – 1мин., отжиг - 1 мин (при температуре указанной в таблице 1), 72°C – 1мин. Конечный этап синтеза проводили при 72°C в течение 4 мин.

Для тестирования аллельных вариантов β LG по методикам [7,8], продукты амплификации в течение часа при 37°C обрабатывали соответствующими эндонуклеазами. Продукты рестрикции разделяли.

Результаты

Для выявления аллельных вариантов β LG нами выбраны методики, в основе которых лежит анализ точечных нуклеотидных замен в экзонах 2 и 4. Каждая из этих методик выявляет одну из двух мутаций характерных для аллеля В. Методика [8] в позиции 64 аминокислотной последовательности и [7] в позиции 118. Проводя анализ по этим методикам можно учитывать эти две замены.

По методике (Medrano, et al., 1990) амплифицировали фрагмент ДНК включающий участок 4 интрона и 4 экзона 247 п.о. Вариант В от А отличается наличием дополнительного сайта для рестриктизы HaeIII. После обработки продуктов ПЦР этой рестриктизой появляются специфичные для этих аллелей фрагменты: 148 и 99п.о. – для А варианта и 99, 74 и 74 п.о. для В варианта. На рисунке 1(а) показана электрофорограмма фрагментов ДНК после рестрикции эндонуклеазой HaeIII.

По методике (Гладырь и др., 2001) амплифицировали фрагмент длиной 1248 п.о. После рестрикции по сайтам PvuII наблюдали появление специфичных фрагментов длиной 774 и 474 п.о. соответствующих аллелю А. точковая мутация в нуклеотидной последовательности варианта В обуславливает образование дополнительно сайта рестрикции PvuII и приводит к наличию трёх специфичных для аллеля В фрагментов длиной 774, 297 и 177 п.о. фрагменты с длинами соответствующие аллелю D выявлены не были. Рестрикция PstI позволяет определять аллель С. В анализируемых образцах вариант С не обнаружен. Пример определения варианта гена бета-лактоглобулина по этой методике приведен на рис.1(б)

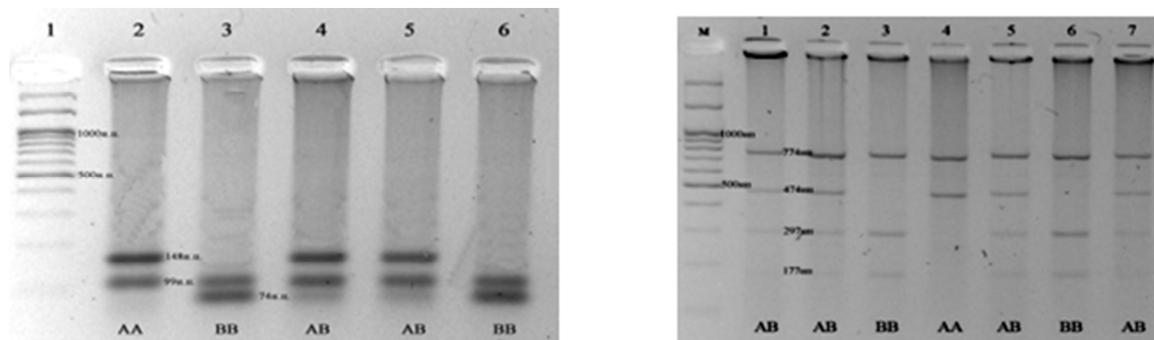


Рис.1. Электрофорограмма продуктов рестрикции при анализе полиморфизма гена бета-лактоглобулина по методикам:
а) Medrano, et al., 1990, б) Гладырь и др., 2001. Размер фрагментов ДНК и генотипы указаны на фотографиях.

Таблица 2

Частоты генотипов β LG у исследуемых пород КРС

порода	n	ЧАСТОТА ГЕНОТИПОВ,% по методике Гладырь и др.,2001			ЧАСТОТА ГЕНОТИПОВ,% по методике Medrano, et al., 1990			Частота несовпадений генотипов, %
		AA	AB	BB	AA	AB	BB	
Черно-пестрая	36	19,4	50	30,5	19,4	47,2	33,3	2,7
Hex		0,493			0,49			
Hobs		0,5			0,472			
Айрширская	45	6,6	31,3	62,2	2,2	26,6	71,1	13,3
Hex		0,345			0,262			
Hobs	0,311				0,266			
Частный скот	61	21,3	52,4	26,2	18	42,6	39,3	9,7
Hex	0,498				0,477			
Hobs	0,524				0,426			

Результаты анализа генетической структуры изучаемых групп КРС и частоты несовпадений в определении генотипов по описанным методикам указаны в таблице 2.

При оценке полиморфизма гена бета-лактоглобулина у исследуемого крупного рогатого скота наблюдалась повышенная встречаемость генотипов ВВ и АВ. Генотип АВ с большей частотой встречается в поголовье частного стада и у черно-пестрой породы ОАО «Снежка». Максимальное содержание В-аллеля отмечено у айрширской породы СПХ Сельцо. Выявленные нами частоты генотипов в группе коров чёрно-пёстрой породы и частного скота с небольшими отклонениями в сторону увеличения числа гомозигот ВВ (на 7%) относятся с частотами генотипов бета-лактоглобулина установленных Гладырь Е.А. в группе чёрно-пёстрых коров ГУП «ПНО Пойма», Московской области и Усенбековым Е.С. в Ленинградской области [8,9]. Частота генотипов в группе коров айрширской породы сравнима с частотами вариантов гена β LG в стаде красной горбатовской породы, анализируемой Гладырь Е.А. в ГУП «Зименки» Владимирской области. В силу отсутствия информации провести сравнение с другими стадами КРС разных пород на территории РФ затруднительно.

Расчёт наблюдаемой (Hobs) и ожидаемой (Hex) гетерозиготности в анализируемых группах коров показывает пропорциональное присутствие гомо- и гетерозигот в изучаемых стадах КРС, за исключением частного стада. В частном стаде отмечается превышение гетерозигот над гомозиготами, что косвенно может свидетельствовать о меньшей вероятности гомозиготизации и потере одного из вариантов гена бета-лактоглобулина по сравнению с другими анализируемыми группами.

При анализе полиморфизма гена бета-лактоглобулина мы обнаружили несоответствия в типировании аллелей этого гена по описанным методикам. На рисунке 3 представлена электрофорограмма, которая иллюстрирует несовпадения при определении аллельных вариантов по представленным методикам. Особенно интересен результат рестрикции фрагментов экзонов 2 и 4 полученных на ДНК образца 109. При рестрикции фрагмента второго экзона 1247 п.о. эндонуклеазой PvuII выявляется типичная картина характерная для АА – варианта гена бета-лактоглобулина, т.е. отсутствие нуклеотидной замены, обеспечивающей появление дополнительного сайта для PvuII, описанного для ВВ-варианта. Напротив, при рестрикции фрагмента экзона 4 этого же образца эндонуклеазой HaeIII наблюдается появление специфичных для В-аллеля фрагментов.

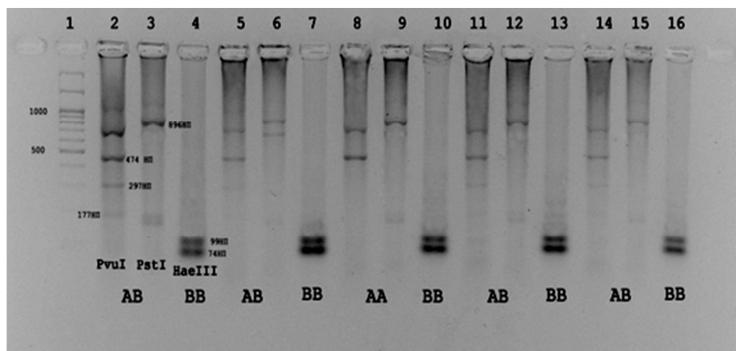


Рис.3. Электрофорограмма продуктов рестрикции при определении вариантов гена бета-лактоглобулина по методикам Гладырь и др., 2001 и Medrano, et al., 1990. 1 – маркер молекулярных масс M27(СибЭнзим). 2,3,4-анализ образца 23; 5, 6, 7 – образец 99; 8, 9, 10 – образец 109; 11, 12, 13 - образец 96; 14, 15, 16 – образец 181. Каждый первый из тройки трек – рестрикция эндонуклеазой PvuII, каждый второй - продукты рестрикции PstI, каждый третий - продукты рестрикции HaeIII.

Таблица 3
Частоты сочетаний мутаций в генотипах КРС при определении полиморфизма гена бета-лактоглобулина по описанным методикам.

Варианты гена β LG по методике Гладырь и др., 2001	Варианты гена β LG по методике Medrano, et al., 1990		
	BB	AB	AA
AB	0.61		-
AA	0.22	0.11	
BB		0.055	-

В таблице 3 отображены частоты встреченных сочетаний аллельных вариантов при определении полиморфизма гена β LG по методикам [7,8]. С наибольшей частотой встречались сочетания AB/BB (0,61) и AA/BB (0,22). Сочетание BB/AB было самым редким, а сочетания AB/AA и BB/AA не обнаружены. Генотипы AB/AB неотличимы от обычных гетерозигот AB. В работе Formaggioni P. [10] приведена схема, раскрывающая филогенетические связи между разными вариантами гена бета-лактоглобулина. В основе филогенетического дерева эти авторы расположили B-аллель β LG. Добавляя к этому варианту определенные мутации можно прийти ко всем остальным аллелям. Проведенные нами исследования по выявлению двух мутаций определяющих B-вариант в целом соответствуют приведенной филогенетической связи A- и B-аллелей, но выявленные нами сочетания мутаций не вкладываются в эту схему. Руководствуясь нашими исследованиями, можно предположить, что существуют промежуточные между A- и B-аллелями варианты или что произошла рекомбинация между мутациями во втором и четвертом экзонах гена бета-лактоглобулина с образованием двух новых аллелей.

Frequencies of β -lactoglobulin alleles had determined in herd of black-and-white breed, Aurshire breed and individual cattle at Bryansk region. Obtained results proof fact of recombination between two mutation sites determining A and B alleles of β -lactoglobulin.

The key words: β -lactoglobulin, black-and-white breed, Aurshire breed, RFLP analysis

Список литературы

1. B-lactoglobulin Droughtmaster: a unique protein variant / Bell K., McKenzie H.A., Murphy W.H., Shaw D.C. // Biochimica et Biophysica Acta. 1970. 214. P. 427-436.
2. Nomenclature of proteins of cow's milk: fifth revision / Eigel W.N., Butler J.E., Ernstrom C.A., Farrell H.M. Jr, Harwalkar V.R., Jenness R., Whitney R.McL. // J. Dairy Sci., Champaign, III. 1984. V. 67. P. 1599-1631.
3. Isolation and rapid sequence characterization of two novel bovine b-lactoglobulins I and J / Godovac-Zimmermann J., Krause I., Baranyi M., Fischer-Frohholz S., Juszczak J., Erhardt G., Buchberger J., Klostermeyer H. // Journal of Protein Chemistry. 1996. 15. P. 743-750.
4. Allelic frequency of kappa-casein and beta-lactoglobulin in Indian crossebreed (*Bos taurus***Bos indicus*) dairy buuls / Patel R.K., Chauhan J.B., Sigma K.M., Soni K.J. // Turk. J. Vent. Anim. Sci. 2007. 31(6). P. 399 – 402.
5. Aschaffenburg R., Drewry J. Occurrence of different beta-lactoglobulins in cow's milk. // Nature. 1955. 176. P. 218-219.
6. Aschaffenburg R., Drewry J. Genetics of the β -lactoglobulins of cow's milk. // Nature. 1957. 180. P. 376-378.
7. Medrano J.F., Aguilar-Cordova E. Polymerase chain reaction – amplification of bovine beta-lactoglobulin genomic sequences and identification of genetic variants by RFLP analysis. // Animal Biotechnology. 1990. 1. 73.
8. Гладырь Е.А. ДНК-диагностика вариантов генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота: Автореф. дис. канд. биол. наук. Дубровицы, ВИЖ, 2001.

9. Усенбеков Е.С. Генотипирование крупного рогатого скота по локусам каппа-казеина, беталактоглобулина и мутации BLAD: Автореф. дис. канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 1995.
10. Formaggioni P., et al., Milk protein polymorphism: detection and diffusion of the genetic variants in Bos genus, 1999. URL: <http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1999/formaggioni/formaggioni.htm> (Дата обращения: 13.09.2009).

Об авторах

Дроздов Е. В. – аспирант третьего года кафедры ботаники Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Заякин В.В. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Нам И. Я. – доктор биологических наук, профессор, директор ИННО-центра биотехнологии и экологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, drozdov2008@yandex.ru.

УДК – 628. 543

НОВЫЕ ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ХРОМА (VI).

М.В. Зеркаленкова

Представлены результаты исследований очистки воды от хрома (VI). Показано, что кератинсодержащие материалы (шерсть, перья, рога) в кислом растворе обладают способностью восстанавливать хром (VI) в катионы хрома (III) и задерживать последние внутри матрицы. В результате удается очистить воду без применения химических реагентов и без образования шламов. Выявлены закономерности и оптимальные условия ведения сорбционных процессов. Термическая утилизация отработанных сорбентов позволяет регенерировать хром в виде оксида хрома (III).

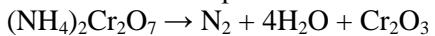
Ключевые слова: хромсодержащие сточные воды, сорбенты, кератин, дисульфидные связи, конверсия хрома, утилизация.

Ранее нами [1] теоретическими расчетами было предсказано, что процесс восстановления хрома (VI) в катионы хрома (III) можно осуществить, применяя в качестве восстановителя формальдегид, перекись водорода, аммиак, мочевину, амины. Продуктами этих реакций, кроме хрома (III), могли быть (представлены в порядке упоминания восстановителей) оксид углерода (VI), кислород, азот.

В результате исследований было подтверждено, что формальдегид и перекись водорода обеспечивают количественную конверсию $\text{Cr}^{+6} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{+3}$.

Удаление катионов хрома (III) из кислых растворов возможно катионитами или в виде гидроксида хрома (III). Оба упомянутых процесса неприемлемы при эксплуатации очистных сооружений. При использовании ионообменных смол возникает новая эколого-экономическая проблема - регенерация катионитов. Количественное осаждение хрома (III) и удаление его из растворов в виде амфотерного гидроксида $\text{Cr}(\text{OH})_3$ осложнено образованием гидрозолей и сложных комплексов. Поэтому требуемые показатели качества очищенной воды достигаются комплексом сложных процедур, что в результате приводит к повышению сухого остатка воды.

Реакция разложения кристаллов бихромата аммония при нагревании свидетельствует о реакционной способности пары $\text{N}^{+3} + \text{Cr}^{+6}$.



Однако экспериментальные исследования показали, что атомы азота в состоянии N^{+3} (мочевина, аммиак, этиламин и глицин) в паре с Cr^{+6} инертны как в растворе, так и в гетерогенной фазе (катиониты в NH_4^+ -форме) в широком диапазоне pH и температуры.

Можно заключить, что способность к электронному обмену между хромом (VI) и азотом (III) проявляется только в кристаллическом состоянии при расстояниях между атомами в пределах длины химической связи ($\sim 10^{-10}$ м).

Анализируя вышеизложенный материал, мы решили проверить возможность осуществления восстановительного превращения $\text{Cr}^{+6} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ с применением атомов углерода и/или азота в качестве восстановителей в условиях, обеспечивающих близкие расстояния между Cr^{+6} и атомами восстановителя.

Для обеспечения таких условий нами выбраны два объекта исследований:

- сульфоугли, обладающие пористостью, содержащие восстановитель - атомы углерода и сульфогруппы для связывания образовавшихся катионов Cr^{+3} ;
- вещества, содержащие α -кератины, такие как шерсть, перья, рога. Кератины - семейство

фибриллярных белков, обладающих механической прочностью и содержащие в своем составе остатки цистина и/или цистеина, в которых присутствуют сильные восстановители сульфидные $-SH$ и/или дисульфидные $-S-S-$ группы. Для α -кератинов основным структурным компонентом являются цилиндрические микрофибриллы диаметром 7,5 нм [2, 3].

При сопоставлении электродных потенциалов [4], можно убедиться, что пары Cr^{+6} с углеродом, S^{2-} и S_2^{2-} формируют гальванические пары с положительными значениями ЭДС. При прочих равных условиях лучшим восстановителем следует признать кератины с дисульфидными (цистеиновыми) функциональными группами.

В таблице 1 представлены результаты экспериментов.

Таблица 1.

Восстановление CrO_3 разными восстановителями-сорбентами. Объем растворов с $pH = 2$ по 0,1 л, масса сорбентов по 2,5 г. Содержание хрома в растворах по 41 мг/л. Время выдержки 24 часа.

Пример №	Сорбент	рН раствора через сутки	Концентрация хрома в растворе через сутки, мг/л.			% конверсии хрома (VI) в растворе	% удаления общего хрома из раствора
			Хром (VI)	Хром (III)	Хром (общ)		
1	Активированный уголь	6,61	0,103	0,15	0,26	99,74	99,4
2	Шерсть	4,14	9,82	0	9,82	76,05	76,1
3	Перья	2,98	9,53	3,92	13,45	76,75	67,3
4	Сульфоуголь	2,22	12,52	5,81	18,33	69,46	55,4
5	Рога	2,51	13,38	7,02	20,40	67,36	50,3
6	Древесный уголь	2,43	5,45	24,0	29,45	86,7	28,3

Как видно из данных таблицы 1, величина конверсии (%) процесса $Cr^{+6} + 3e^- \rightarrow Cr^{+3}$ не у всех сорбентов совпадает со степенью (%) удаления общего хрома из раствора. Так, по степени конверсии сорбенты располагаются в ряду (по мере уменьшения): актив. уголь > древесный уголь > перья > шерсть > сульфоуголь > рога, тогда как по степени удаления общего хрома из раствора наблюдается последовательность: актив. уголь > шерсть > сульфоуголь > рога > древесный уголь. С другой стороны, среди всех сорбентов единственно шерсть обеспечивает полное удаление хрома (III) из раствора. По-видимому, это обусловлено внутренней структурой белковой матрицы, в которой возможны образования комплексов хрома (III) с лигандами, содержащими функциональные группы с атомами азота и серы. Дополнительным подтверждением этого может послужить факт максимального содержания в растворе хрома (III) обработанный древесным углем (полное отсутствие внутренней инфраструктуры [5]).

Данные таблицы 1 показывают, что по общему хрому наилучшим сорбентом следует признать активированный уголь. Однако он уступает шерсти по селективности к катиону хрома (III). К тому же его масштабное применение в очистных сооружениях предприятий ограничено их высокой стоимостью. Поэтому, наиболее перспективным сорбентом-восстановителем необходимо признать шерсть.

Для определения оптимальных условий ведения процесса очистки сточных вод от хрома с использованием шерсти были исследованы влияния массы шерсти, времени выдержки, pH среды, концентрации хрома в воде на степень удаления хрома.

На рисунке 1 представлены результаты исследования зависимости степени конверсии процесса восстановления хрома (VI) от массы шерсти (сорбента-восстановителя) в интервале массы шерсти 0,01 - 0,5 г (время экспозиции 1 час).

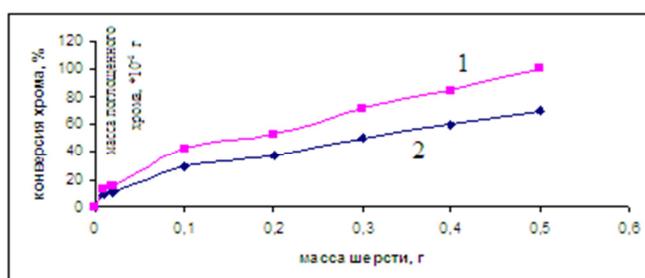


Рисунок 1. Зависимость массы (1) поглощенного и конверсии (2) хрома (VI) от массы шерсти при $C_o(Cr^{+6}) = 0,284$ г/л ($2,73 \times 10^{-3}$ моль/л $Cr_2O_7^{2-}$) раствора объемом 50 мл и $pH=2$.

Приведенные на рисунке 1 данные представили в виде зависимости (рисунок 2) сорбционной емкости шерсти от ее массы.

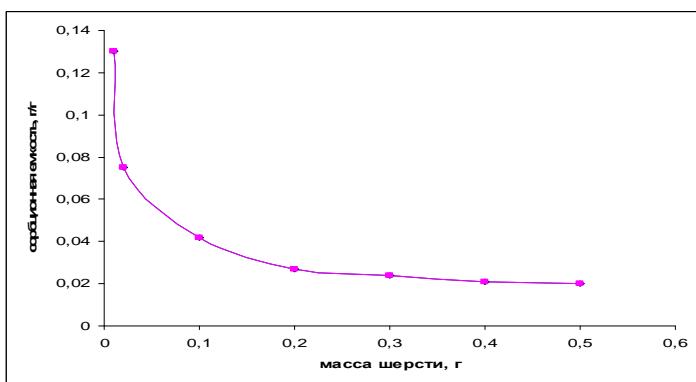


Рисунок 2. Зависимость сорбционной емкости шерсти от массы шерсти.

Как видно из рисунка 1, наблюдается нарастающая динамика изменения массы поглощенного хрома при увеличении массы шерсти. То есть, насыщение матрицы шерсти еще не наступило, однако сорбционная емкость (рисунок 2) при увеличении массы шерсти падает. Это говорит о том, что процессы, происходящие внутри матрицы шерсти носят не только сорбционный характер, но и включают хемосорбционные и окислительно-восстановительные процессы. С повышением массы шерсти диффузионно-релаксационные процессы, происходящие внутри шерстяной фибрillы диаметром 7,5 нм, из-за малого времени экспозиции не успевают достичь состояния равновесия. Поэтому часть шерсти остается балластом.

Таким образом, увеличение концентрации хрома (VI) в исследуемом растворе привело к увеличению массы поглощенного хрома на единицу массы шерсти. Для того чтобы определить вписывются ли наши наблюдения в рамки классической теории адсорбции, мы исследовали зависимость величины адсорбции от начальной концентрации хрома (VI), то есть построили изотерму адсорбции Ленгмюра.

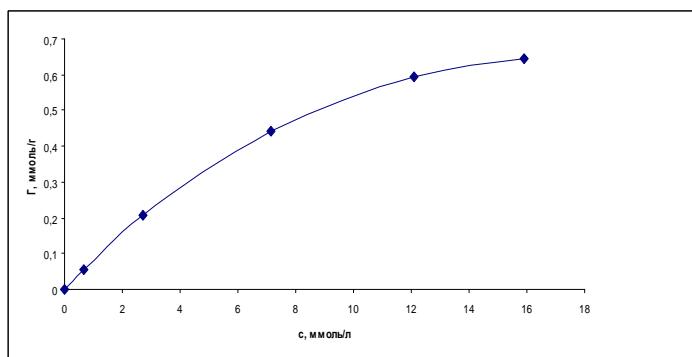


Рисунок 3. Зависимость величины адсорбции CrO₃ от начальной концентрации хрома (VI) для 1 г шерсти при pH=2, объемах раствора по 0,1 л и времени экспозиции 1 сутки

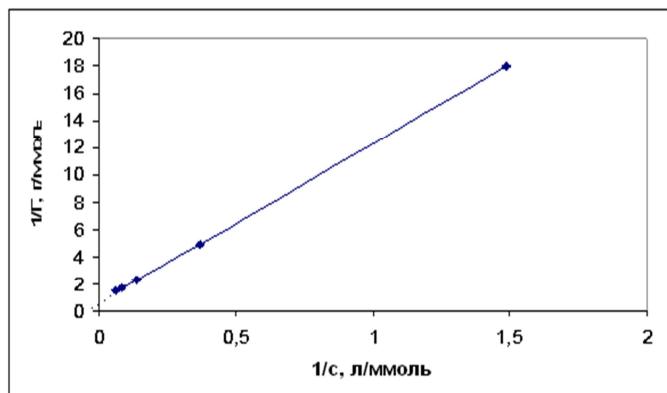


Рисунок 4. Линейная зависимость обратной величины адсорбции CrO₃ от обратной начальной концентрации хрома (VI) для 1 г шерсти при pH=2.

Прямая пересекает ось $1/\Gamma$ в точке 0,5 л/ммоль, то есть $\Gamma_{\infty}=1/0,5=2$ мкмоль/г = 208 мг/г.

Однако, как видно из рисунка 3, увеличение начальной концентрации хромового ангидрида

не приводит к насыщению матрицы шерсти хромом (отсутствует третий участок классической изотермы адсорбции Ленгмюра). Процесс восстановления хрома (VI) в хром (III) происходит до момента полного разрушения матрицы шерсти (при концентрации ангидрида выше 0,2 моль/л и рН=2 матрица шерсти полностью разрушается, образуется раствор темно-коричневого цвета).

Наблюдаемое явление (см. также и рис.2) может быть трактовано как отклонение от классических взглядов существующих теорий адсорбции, в частности от теории Ленгмюра. Это может быть объяснено тем, что в матрице шерсти каждый реакционный центр в процессе выдержки с окислителем $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в кислой среде неоднократно (в отличие от Ленгмюра) обновляется в новый (см. схему 1), тогда как в теории Ленгмюра после сорбции этот центр может служить только как источник процесса десорбции.

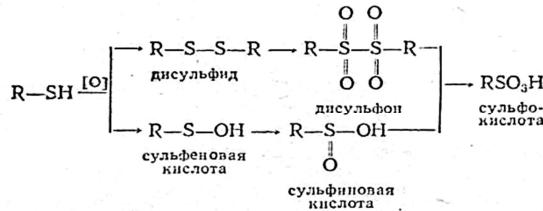


Схема 1. Окисление сульфидов сильными окислителями [6]

По видимому, в первые часы экспозиции, наряду с быстрыми окислительно – восстановительными процессами с участием внешних восстановительных групп шерсти (сульфидных и дисульфидных), происходят и медленные диффузионно-релаксационные процессы внутри длинной цилиндрической фибриллы диаметром 7,5 нм. После проникновения в указанные полости происходят соответствующие окислительно-восстановительные процессы, где и задерживаются образовавшиеся катионы хрома (III). Косвенным доказательством этого предположения является факт полного разрушения матрицы шерсти (см. выше) при длительной экспозиции и выход катионов хрома (III) в раствор.

Кроме этого, при очистке воды в динамическом режиме (когда диффузионно-релаксационные процессы внутри матрицы шерсти не происходят) конверсия хрома составила 7% (1,6 мг/г шерсти) при начальной концентрации раствора хромового ангидрида $4,48 \times 10^{-4}$ моль/л (46,6 мг/л), рН=2 и массе сорбента 0,5 г. Раствор хрома, объемом 500 мл неоднократно пропускали с линейной скоростью 0,00954 м/с.

Можно предположить, что именно эти 7% конверсии и приходятся на долю поверхностных восстановительных групп.

Кроме того, чтобы добиться лучших результатов очистки воды, были изучены процессы сорбции хрома на шерсти при нагревании.

В раствор дихромата калия объемом 100 мл начальной концентрации $3,32 \times 10^{-3}$ моль/л (345,3 мг/л) и рН=2 поместили 1 г шерсти. Раствор кипятили в течение 10 минут, после чего он приобрел зеленую окраску. Прямым фотометрированием определили остаточное содержание хрома (VI) в растворе, оно составило $1,8 \times 10^{-4}$ моль/л (18,72 мг/л), то есть конверсия хрома составляет 94,6% (0,0327 г/г).

Этот факт доказывает, что при нагревании в течение 10 минут можно осуществить почти количественную конверсию хрома (VI) в хром (III).

Из вышеизложенного материала следует, что такая степень конверсии при комнатных температурах не достигается даже при экспозиции в течение 24 часов.

Однако наличие зеленой окраски раствора говорит о том, что хром (III) не задерживается в матрице шерсти, которая при нагревании разрушается, и выходит в раствор. Возникает проблема утилизации образующегося хрома (III). Поэтому утилизация хрома (VI) шерстью при нагревании не является целесообразной.

Нами были проведены также исследования по влиянию окраски шерсти на процесс сорбции. Как известно, темная окраска обусловлена наличием пигментов – меланинов [7].

В раствор хромового ангидрида объемом 100 мл начальной концентрацией $5,09 \times 10^{-3}$ моль/л (0,53 г/л) и рН=2 поместили по 1 г темной и светлой шерсти. Время экспозиции составляло 1 сутки. При прочих равных условиях сорбционные емкости шерсти темного и светлого окраса практически одинаковы (0,0354 и 0,0378 г/г соответственно). Таким образом, наличие меланина в матрице не увеличивает конверсию хрома, поэтому использовать можно любую шерсть.

Утилизацию отработанных образцов сорбентов с регенерацией хрома осуществляли их пиролизом или сжиганием. При этом образуется оксид хрома (III), который в дальнейшем может использоваться в производстве.

Методическая часть. Спектрофотометрические измерения осуществляли на однолучевом сканирующем УФ-ВИД спектрофотометре Unico. Концентрацию хрома (VI) в анионах более 4 мг/л определяли в широком диапазоне рН прямым фотометрированием, исходя из литературных данных [8] и результатов собственных экспериментов. При концентрациях хрома (VI) менее 4 мг/л определе-

ние проводили по методике с дифенилкарбазидом [9]. Низкие концентрации хрома (III) (до 3 мг/л) определяли методом окисления персульфатом калия в кислой среде [9], а при концентрациях более 3 мг/л – фотометрированием в присутствии ЭДТА [10]. Измерение pH осуществляли на «рН-150МА».

Исследуемые растворы готовились из бихромата калия и оксида хрома (VI) марки ХЧ. Для исследования процессов сорбции использовали овечью шерсть (светлую и темную), перья, рога, активированный уголь, сульфоуголь в H⁺-форме.

The results of studies of water purification from chromium (VI) submitted. It is shown that keratin containing materials (wool, feathers, horns) in acid solution have the ability to recover chromium (VI) in the cations of chromium (III) and the last stop inside the matrix. As a result, can purify water without using chemical reagents and without the formation of sludge. The regularities and the optimal conditions of sorption processes. Thermal recycling of spent sorbents can regenerate the chromium in the form of chromium oxide (III).

The key words: chrome containing sewages, sorbents, keratin, disulfide bonds, the conversion of chromium, utilization.

Список литературы

1. Зеркаленкова М.В., Пашаян А.А. Очистка хромсодержащих сточных вод: новые подходы и предложения./ Тезисы III Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Региональные экологические проблемы», г. Одесса, 24-26 марта 2010г., с. 189
2. Кератины [Текст] // Химическая энциклопедия: в 5-ти т. М., 1990. Т.2. С. 735
3. Lee LD, Baden HP. Chemistry and composition of the keratins. Int J Dermatol. 1975 Apr;14(3):161-71.
4. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. Л., Химия. 1978. 392 с.
5. Древесный уголь [Текст] // Химическая энциклопедия: в 5-ти т. М., 1990. Т.2. С. 230
6. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия: учебник для вузов/ Под. ред. Петрова А.А. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1981. 592 с., ил.
7. Меланины [Текст] // Химическая энциклопедия: в 5-ти т. М., 1990. Т.4. С. 36
8. Штерн Э., Тиммонс К. Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии: Пер. с англ./ Под. ред. Ю.А. Пентина. М.: Мир, 1974. 295с., ил.
9. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. 448 с.
10. Марченко З. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе/ Марченко З., Бальцежак М.; Пер. с польск. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 711 с.: ил.

Об авторах

Зеркаленкова М.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, zerkalenkova@mail.ru

УДК – 577.4:371.044.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ЗДОРОВЬЕ ШКОЛЬНИКОВ В КРУПНОМ ГОРОДЕ

О.А. Зройчикова, И.И. Дубовой

Предпринята попытка изучить распространение социальных факторов, обуславливающих здоровье детей в крупном городе. В качестве объекта исследования избраны младшие школьники, наиболее чувствительные к воздействию неблагоприятных факторов среды. Проведено структурирование по степени распространенности факторов, обуславливающих здоровье детей.

Ключевые слова: факторы риска, здоровье детей, гигиенические нормативы, наследственная отягощенность, здоровый образ жизни.

В настоящее время в состоянии здоровья детей России сформировались устойчивые негативные тенденции: увеличивается распространенность факторов риска для здоровья и развития, ухудшаются показатели физического развития, растет заболеваемость в целом, возрастает удельный вес детей, имеющих хроническую патологию и инвалидность.

Так, по данным Всероссийской диспансеризации детей 2002 года доля здоровых детей за 1992-2002 г.г. уменьшилась с 45,5% до 33,8%, на 84,7% повысился уровень распространенности функциональных отклонений учащихся младшей школы, на 83,8% - хронических болезней. У 8% детей выявлены отклонения физического развития. А удельный вес детей, имеющих функциональные отклонения (II группа здоровья)

составил 51,75%. Спустя 5 лет общая заболеваемость детей до 15 лет увеличилась на 21,6% [1, с. 7].

Сложившиеся негативные тенденции в состоянии здоровья детей подтверждают необходимость исследования факторов, обуславливающих их здоровье.

В настоящее время принято считать, что здоровье человека ориентировано на 49-53% - от образа жизни; на 18-22% - от генетики, биологии человека; на 17-20% - от состояния внешней среды, природно-климатических условий; на 8-10% - от состояния здравоохранения [2, с. 117].

Несомненно, что структура факторов, обуславливающих здоровье, специфична для отдельных периодов онтогенеза и имеет региональные особенности, что особенно важно для Брянской области, пострадавшей в результате Чернобыльской катастрофы. Ведь последствия аварии на ЧАЭС наложили свой отпечаток на структуру факторов, обуславливающих здоровье человека [3, с. 121].

Целью настоящего исследования явилось изучение распространенности социальных факторов, обуславливающих здоровье школьников в крупном городе. В качестве объекта исследования избраны учащиеся 1-4 классов города Брянска. Выбор данной возрастной группы обусловлен тем, что, во-первых, дети отличаются особой чувствительностью к неблагоприятному воздействию факторов внешней среды, так как именно в этот период в организме происходят физиологические изменения, интенсивно протекают процессы роста и развития; во-вторых, это период наиболее интенсивного становления внутреннего мира ребенка, построения личности.

Объем выборки был сформирован сплошным методом и составил 680 школьников из четырех школ, расположенных в Бежицком, Володарском, Советском, Фокинском районах города.

В работе использованы анамнестические данные: акушерский анамнез, анамнез жизни, характеризующий условия проживания, образ жизни учащихся, полученные на основе анкетирования родителей и детей.

Данные о состоянии здоровья детей получены путем выкопировки данных из первичной отчетной документации (учетная форма №112/у «История развития ребенка»).

Результаты исследования. Здоровье родителей оказывает существенное влияние на развитие и здоровье детей. При наличии хронических заболеваний у взрослых членов семьи, нередко подобные заболевания отмечаются и у детей, что способствует накоплению генетического груза, который по разным оценкам у детей составляет от 4 до 10% [4, с. 78]. Результаты нашего исследования свидетельствуют о широкой распространенности наследственной патологии, так у обследованных семей эта цифра составляет $64,7 \pm 2,3\%$. Структура наследственной отягощенности опрошенных семей представлена на рисунке 1.

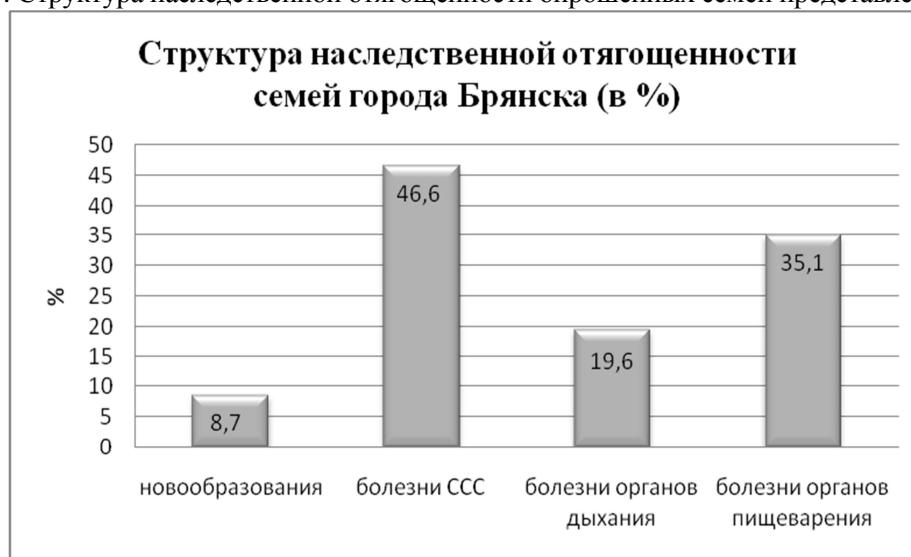


Рис.1 – Структура наследственной отягощенности семей города Брянска

Проведенный анализ анамнестических данных показал, что в среднем возраст матери и отца на момент рождения ребенка составляет $25,8 \pm 0,2\%$ и $28,6 \pm 0,2$ лет соответственно. Доля родителей с высшим образованием высока и составляет у матерей $50,4 \pm 1,9\%$, у отцов – $43,9 \pm 2,0\%$. Среднее специальное образование имеют $35,3 \pm 1,9\%$ матерей и $38,6 \pm 1,9\%$ отцов.

Изучение условий производства, на которых заняты родители, показывает, что каждая пятая женщина имеет вредные производственные факторы. Доля отцов, работающих во вредных условиях, меньше и составляет $16,5 \pm 1,6\%$. Возможно широкое распространение вредных факторов производства среди родителей способствовало тому, что $42,4 \pm 1,9\%$ матерей имели отклонения в репродуктивном здоровье в период беременности, что вынудило их лежать на сохранении, у $17,8 \pm 1,6\%$ была угроза прерывания беременности.

Как известно качество здоровья в существенной степени зависит от таких коммунально-бытовых условий, как размер жилых помещений, наличие центрального отопления, холодного и горячего водоснабжения, канализации, газификации, электрификации. Результаты нашего исследования свидетель-

ствуют о том, что в целом опрошенные семьи имеют хорошие коммунально-бытовые условия: так водопровод имеют $95,6\pm0,8\%$ семей, центральное отопление - $92,0\pm1,1\%$, канализацию – $90,1\pm1,2\%$, горячее водоснабжение – $79,9\pm1,6\%$. 48,1% опрошенных семей проживает в государственных квартирах, площадь квартиры/дома, приходящаяся на одного члена семьи составляет в среднем $16,8\pm0,4\text{м}^2$, $70,9\pm1,8\%$ детей имеют собственную комнату, площадь которой в среднем равна $12,8\pm0,2\text{м}^2$. Однако следует отметить, что жилые помещения опрошенных семей имеют негативные характеристики, являющиеся факторами риска для здоровья детей. Так, по данным опроса, они нередко насыщены различными отделочными материалами, разнообразной электротехникой - источника электромагнитных излучений, что делает их более комфортабельными, но небезопасными для здоровья. Кроме того, $51,0\pm1,9\%$ семей неудовлетворены звукоизоляцией квартиры/дома, $16,9\pm1,5\%$ - естественным освещением комнат.

Правильное, рациональное питание – важный и постоянно действующий фактор, обеспечивающий процессы роста и развития организма. Большое значение для усвоения пищи имеет режим питания, то есть правильное распределение приемов пищи в течение дня.

Результаты нашего исследования показывают, что $36,1\pm1,9\%$ обследованных детей принимают пищу 2-3 раза в день, при этом первое блюдо абсолютное большинство детей употребляет 1 раз в сутки (85,3%). Однако, по мнению специалистов, для детей школьного возраста желательно распределять рацион не менее чем на четыре приема пищи, причем не менее трех приемов пищи должно быть с горячими блюдами.

Анализ анкет показал, что рацион питания опрошенных детей достаточно разнообразен. Так, мясные продукты ежедневно употребляет $74,6\pm1,7\%$ детей, молочные – $68,9\pm1,8\%$, рыбу ежедневно употребляет только 1,1% детей (при этом 2–3 раза в неделю ее получает $49,9\pm1,9\%$ опрошенных), свежие фрукты ежедневно употребляет $66,3\pm1,8\%$ школьников, свежие овощи – $45,7\pm1,9\%$. Вместе с тем, $13,1\pm1,4\%$ родителей считают питание своего ребенка недостаточным. Кроме того, $3,4\pm0,6\%$ детей ежедневно употребляют еду быстрого приготовления, $3,0\pm0,7\%$ – газированные напитки. Известно, что регулярное употребление таких продуктов в пищу приводит к заболеваниям желудочно-кишечного тракта, ухудшению обмена веществ и другим нарушениям здоровья.

Приоритетным социальным фактором для школьников, обуславливающим здоровье, является режим дня. Любое нарушение режима (нерегулярный прием пищи, сокращение времени сна, прогулок, выполнение домашних заданий в вечернее время и т.п.) может стать причиной задержки роста и нормального развития детского организма. Однако результаты нашего исследования показывают, что $23,5\pm3,3\%$ учащихся первых классов проводят в школе более 6 часов, что не соответствует гигиеническим нормативам. Время выполнения домашнего задания $30,6\pm3,6\%$ учащийся первых классов, $65,9\pm3,8\%$ – вторых, $11,2\pm2,5\%$ – третьих, $9,6\pm2,2\%$ – четвертых, также не соответствует установленным требованиям, что может привести к умственному и физическому переутомлению школьников.

Недостаток двигательной активности, сокращение времени прогулок также оказывают негативное влияние на растущий детский организм. Вместе с тем, по результатам исследования продолжительность прогулок $36,3\pm1,9\%$ учащихся начальной школы не соответствует установленным нормативами.

Важное значение для сохранения здоровья детей имеет полноценный ночной сон, так как во время сна в организме происходят мощные восстановительные процессы. Однако результаты исследования свидетельствуют о том, что для $59,6\pm1,9\%$ детей характерен недостаток сна.

Кроме того, результаты анкетирования показывают, что большинство опрошенных детей не закаляется ($85,5\pm1,4\%$), не делает зарядку по утрам ($79,3\pm1,6\%$), только $62,6\pm1,9\%$ детей чистят зубы 2 раза в день. Кариес наблюдается у $43,3\pm1,9\%$ детей, у $49,4\pm1,9\%$ имеются удаленные зубы. При этом $15,4\pm1,4\%$ детей посещают стоматолога по необходимости, а $3,9\%$ – не посещают вовсе.

Сегодня в нашу жизнь стремительно входит компьютеризация: растет число компьютеров в домах и школах, все большей популярностью пользуются они у детей. Для значительной части городской молодежи работа на компьютере, выполнение домашних заданий, а еще больше – игры, становятся привычной формой времяпрепровождения. Однако при несоблюдении гигиенических требований происходит вредное воздействие на зрительный анализатор, вызывая ухудшение зрения и психофизическое утомление. Необходимо учитывать также электромагнитное излучение и воздействие ионизирующей радиации. Вместе с тем, по результатам исследования $30,3\pm1,8\%$ учащихся 1-4 классов не соблюдают гигиенические нормативы при работе с компьютером, $51,3\pm1,9\%$ учащихся – при просмотре телевизора, чрезмерное увлечение которым, также оказывает негативное влияние на состояние их здоровья.

Одним из значимых факторов риска здоровья детей, по мнению представителей Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, является мобильный телефон, использование которого создает потенциальную угрозу здоровью детей. Специалисты считают, что у детей, использующих мобильные телефоны, следует ожидать следующие возможные ближайшие расстройства: ослабление памяти, снижение внимания, снижение умственных и познавательных способностей, раздражительность, нарушение сна, склонность к стрессорным реакциям. Вследствие большей восприимчивости детского организма к действию электромагнитных излучений санитарно-

эпидемиологическими правилами и нормативами рекомендовано ограничение возможности использования мобильных телефонов лицами, не достигшими 18 лет (СанПин 2.1.8/2.2.4.1190-03, пункт 6.9). Однако результаты исследования показывают, что в Брянске $72,6 \pm 1,7\%$ младших школьников, имеют мобильный телефон, при этом $27,6 \pm 2,1\%$ детей тратят на разговоры более 10 минут в день.

Таким образом, результаты исследования позволили выделить следующую структуру социальных факторов, обуславливающих здоровье младших школьников:

первое место – несоблюдение основ здорового образа жизни ($85,5 \pm 1,4\%$ опрошенных детей - не закаляется, $79,3 \pm 1,6\%$ - не делает зарядку, только $62,6 \pm 1,9\%$ детей чистит зубы 2 раза в день, для $59,6 \pm 1,9\%$ детей характерен недостаток сна);

второе место – наследственная отягощенность, которая отмечается у $64,7 \pm 2,3\%$ опрошенных семей;

третье место – несоблюдение гигиенических нормативов при использовании различных технических средств ($51,3 \pm 1,9\%$ - учащихся не соблюдают гигиенические нормативы при просмотре телевизора, $30,3 \pm 1,8\%$ - при работе на компьютере, $72,6 \pm 1,7\%$ младших школьников имеют мобильные телефоны).

There has been made an attempt to study the spreading of social factors influencing child health in a large city. As the object of study were chosen younger schoolchildren, the most sensitive to adverse environmental factors. There has been carried out a structuring according to the prevalence of factors determining the health of children.

The key words: risk factors, child health, hygienic standards, hereditary diatheses, healthy way of life.

Список литературы

1. Барапов, А.А. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности: Руководство для врачей / А.А. Барапов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 352 с.
2. Руководство по социальной гигиене и организации здравоохранения / Под ред. Ю.П. Лицицина. Т.1. М.:Медицина, 1987. 431 с.
3. Здоровье Брянщины. Брянск. ЗАО «Издательство «Читай-город», 2009. 140 с.
4. Экология человека. Учебное пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 440 с.

Источники

1. Овчаров В.К. Исследование социальных факторов формирования здоровья населения / Общественные науки и здравоохранение / Отв. ред. И.Н. Смирнов. М.: Наука, 1987. С. 139-15.
2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПин 2.4.2.1178-02 «Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях». <http://www.skonline.ru/doc/9829.html>

Об авторах

Зройчикова О.А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, 30Lelya@rambler.ru

Дубовой И.И. – доктор медецинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, gp5@clinica.pptus.ru

УДК – 612.821

МЕЖПОЛУШАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ТРЕВОЖНОСТЬ В ПОДРОСТКОВОМ И ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ

Т.Г. Иванова

Изучение профиля функциональной асимметрии коры больших полушарий является основой коррекции поведения, обучения и социальных адаптаций индивидов. В обследованных поло-возрастных группах латеризация функций сильнее выражена у представителей мужского пола, в группах женского пола встречаются амбидекстрии. Двигательная асимметрия выражена сильнее, чем симметрия, доминирует левое полушарие. Сенсорная асимметрия выражена слабее, особенно у представителей женского пола. Максимальную тревожность проявляют индивиды с полным доминированием правого или левого полушария.

Ключевые слова: правшество, левшество, амбидекстрии, межполушарная функциональная асимметрия, тревожность.

Введение. Последнее десятилетие все большее внимание психологов и физиологов привлекает проблема латеризации функций коры большого мозга. Столь пристальное внимание связано с тем, что наблюдается значительный рост числа детей и подростков, обладающих специфическими способностями, не поз-

воляющими им в соответствии с общеобразовательными программами эффективно овладевать базовыми школьными знаниями. Поступая в ВУЗы, выше названные подростки, испытывают значительные трудности с освоением программ учебных дисциплин и активно демонстрируют асоциальное поведение. Причиной большинства трудностей обучения подростков и студентов можно считать нарушения в аффективной и коммуникативной сферах: повышенная тревожность (личностная и ситуативная), фрустрации, пониженная способность устанавливать эмоциональные длительные контакты [1], [2]. Поэтому актуальной проблемой современной нейрофизиологии, психологии и психофизиологии является изучение влияния межполушарной асимметрии большого мозга на проявления высших психических функций и социальных адаптаций.

По мнению психологов и психофизиологов, латеризация большого мозга является одним из условий нормального развития способности к чтению и членораздельной речи. По данным патоанатомии и патофизиологии отсутствие латеризации наблюдается в случаях различных аномалий в психическом развитии, в частности, при шизофрении, болезни Дауна и аутизме[3].

Внешние проявления асимметрии большого мозга - доминирование руки или ноги, глаза, уха - отражают глубинные природные особенности механизмов психики и поведения человека. В частности являются отражением наклонностей, темперамента, двигательной активности, экстра- или интроверсии, эмоциональности.

Анализ специальной литературы показал, что существует три точки зрения при оценке психофизиологических особенностей леворуких и праворукых индивидов.

Согласно первой точки зрения, левши имеют более низкий интеллект, меньшая способность к обучению, неуверенны в себе, склонны к наркомании и преступлениям.

Вторая точка зрения: левши не отличаются от правшей по основным показателям высших психических функций и поведения.

Третья точка зрения: левши имеют более высокие показатели психического развития, чем правши. Среди левшней много талантливых ученых и гениальных художников, артистов [3], [4].

Следовательно, чтобы прогнозировать возможности успешного обучения и социальных адаптаций, а также сопротивляемости организма стрессорам различной природы, необходимо определять тип латеризации коры большого мозга.

В настоящее время существуют определенные трудности методического (в оценке функциональной асимметрии) и теоретического (при интерпретации полученных результатов) характера. Серьезной проблемой является большой разнобой в методиках измерения, несогласованность, несоответствие надежности, стабильности и точности измерений [5].

В норме оба полушария работают в тесном взаимодействии, дополняя друг друга. Различие между левым и правым полушариями можно изучать и у здоровых людей, не прибегая к хирургическому вмешательству - рассечению комиссур, связывающих оба полушария. Для этого может быть использован метод Джун Вада - метод "наркоза полушарий". Он был создан в клинике для выявления речевого полушария. По этому методу в сонную артерию на одной стороне шеи вводят тонкую трубку для последующего введения раствора барбитуратов (амитала натрия). Так как каждая сонная артерия снабжает кровью лишь одно полушарие, то введенное в нее снотворное попадает в одно полушарие и оказывает на него наркотическое действие. Этот метод позволял на время выключать любое полушарие и исследовать изолированную работу ненаркотизированного полушария [6], [7].

Использование методик, которые позволяют избирательно подавать информацию только в одно полушарие, дало возможность исследователям продемонстрировать значительные различия в способностях, двух полушарий. Было обнаружено, что левое полушарие участвует в основном в аналитических процессах, оно - база для логического мышления. Левое полушарие обеспечивает речевую деятельность: ее понимание и построение, работу со словесными символами. Обработка входных сигналов осуществляется в нем, по-видимому, последовательным образом. Правое полушарие обеспечивает конкретно-образное мышление, имеет дело с невербальным материалом, отвечает за определенные навыки в обращении с пространственными сигналами, за структурно-пространственные преобразования, способность к зрительному и тактильному распознаванию предметов. Поступающая к нему информация обрабатывается одномоментно и целостным способом. С правым полушарием связаны музыкальные способности [3], [8].

Цель настоящей работы – изучить влияние типа латеризации функций коры большого мозга (МПА) и ее влияние на тревожность в подростковом и юношеском возрасте.

Задачи исследования:

- 1) Диагностировать функциональной асимметрии большого мозга по антропометрическим признакам у подростков и юношей.
- 2) Выявить встречаемость отдельных типов функциональной асимметрии большого мозга.
- 3) Оценить уровень тревожности подростков и юношей.
- 4) Определить влияние типа функциональной межполушарной асимметрии (МПА) большого мозга на уровень тревожности подростков и юношей (девушек).

Методика исследований. Были исследованы студенты (юношеский возраст) 3-5 курсов ЕГФ БГУ, в

в возрасте 19-21 год, и подростки 14-16 лет, обучающиеся в МОУ СОШ № 1 г. Брянска и МОУ СОШ №1 г. Сельцо. Диагностировался тип функциональной асимметрии по методике, предложенной Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой [3], [4], Э.М. Казиным [5] и М.Г. Князевой [9]. Авторы этих методик выделяют двигательную (моторную) и сенсорную асимметрию, специализацию полушарий мозга в осуществлении различных форм психической деятельности обозначают как психическую асимметрию. У каждого респондента определяли моторную и сенсорную асимметрию. При определении типа латерализации большого мозга (МПА) выделяли правополушарных индивидов ПП (выраженных и полных), левополушарных индивидов ЛП (выраженных и полных), амбидекстрор с неустановленным типом доминирования полушария. Обработка материалов проводилась по стандартным методикам – определение среднего значения, долевой выраженности в %, достоверности отличий групп по критерию Стьюдента. Тревожность определяли по тестам Ч.Д. Спилбергера и М. Люшера [10], [11].

Результаты и обсуждения. Нами были обследованы 80 школьников-подростков 9-11 классов и 76 студентов юношеского возраста. Как видно из таблицы 1, в обоих полу-возрастных группах доминируют левополушарные респонденты.

В группе подростков-мальчиков доминируют левополушарные индивиды, они составляют 73,3% от выборки. В группе девочек-подростков показатели встречаемости право- и левополушарных индивидов близки (таблица 1).

В группе юношей (девушек) выраженное доминирование левополушарных индивидов показали девушки, а юноши – имеют более равномерное распределение типов МПА.

Особое положение занимают амбидекстры – как индивиды с неопределенным типом латерализации функций коры большого мозга. У амбидекстрор может наблюдаться два варианта развития латерализации: первый – когда в обоих полушариях цитоархитектонические поля одинаково развиты; второй – по показателям двигательной асимметрии доминирует левое полушарие, а по показателям сенсорной асимметрии – правое полушарие. Независимо от варианта латерализации, амбидекстры демонстрируют наиболее сложные модели поведения и имеют больше возможностей к адаптации, чем четко выраженные типы МПА [5].

В группе обследованных подростков амбидекстры были выявлены среди девочек, а среди студентов они обнаружены в обеих половых группах.

Увеличение числа среди студентов ЕГФ правополушарных индивидов и амбидекстрор может быть связано со спецификой объекта изучения, вызывающего глубокий эмоциональный отклик (природа).

Таблица 1.

Встречаемость типов латерализации большого мозга (в %)

Возрастная группа	Пол	Кол-во наблюдений	Встречаемости типов МПА (в %)				
			Правополушарные		амбидекстры	Левополушарные	
			полное	выраженное		выраженное	полное
Подростки	М	30	6,6	16,6	-	50,0	26,7
	Ж	50	16,0	24,0	10,0	36,0	14,0
	Сумма	80	12,5	21,1	6,3	41,3	17,5
Юноши (девушки)	М	26	11,5	23,1	7,6	38,5	19,2
	Ж	50	10,0	20,0	20,0	40,0	10,0
	Сумма	76	10,5	21,1	15,78	39,5	13,2

При анализе развития двигательных полей полушарий объединялись показатели индивидов с полным и выраженным доминированием в одну группу. Как видно из таблицы 2, у правополушарных подростков, двигательные центры, управляющие движением рук, располагаются в правом полушарии, а ноги – в левом полушарии.

Таблица 2.

Выраженность двигательной асимметрии у подростков (средний балл)

Тип МПА	Пол	Ассиметрия руки (балл)	Ассиметрия ноги (балл)	ДА
Правополушарные	М	0,07	0,33	0,2
	Ж	- 0,6	0	- 0,3
	Сумма	- 0,53	0,33	- 0,1
Левополушарные	М	0,46	0,32	0,39
	Ж	0,4	0,25	0,325
	Сумма	0,86	0,57	0,715
Амбидекстры	М	-	-	-
	Ж	0,2	-0,04	0,08
	Сумма	0,2	-0,04	0,08

Аналогичные результаты были получены для амбидекстрор, у которых двигательные центры руки развиты в левом полушарии, а ноги - в правом полушарии. Только у левополушарных индивидов двигательные центры доминирующей руки и ноги находятся в левом полушарии.

Аналогичные результаты были получены для двух групп юношеского возраста – амбидекстрор и левополушарных индивидов (табл. 3).

Таблица 3.

Выраженность двигательной асимметрии у юношей (девушек) (средний балл)

Тип МПА	Пол	Ассиметрия руки (балл)	Ассиметрия ноги (балл)	ДА
Правополушарные	М	0,02	0	0,02
	Ж	-0,2	-0,3	-0,05
	Сумма	-0,2	-0,3	-0,05
Левополушарные	М	0,2	0,7	0,45
	Ж	0,36	0,5	0,205
	Сумма	0,56	1,2	0,655
Амбидекстры	М	-	-	-
	Ж	0,4	-0,3	0,05
	Сумма	0,4	-0,3	0,05

Таким образом, в большинстве случаев наблюдается выраженная двигательная асимметрия, и только у небольшого числа амбидекстров и правополушарных индивидов наблюдается симметрия развития двигательных полей. От общего числа обследованных они составляют 5,6%.

Анализ сенсорной асимметрии показал, что у правополушарных подростков сенсорные первичные поля лучше развиты в коре правого полушария (таблица 4). У левополушарных подростков зрительные и слуховые сенсорные поля хорошо развиты в левом полушарии, а тактильные – в правом полушарии. У амбидекстров неустановленно доминирование полей зрения и тактильных, а в слуховом анализаторе лучше развиты поля левого полушария.

В целом тенденция доминирование левого полушария над правым сохраняется.

Таблица 4.

Выраженность сенсорной асимметрии у подростков (средний балл)

Тип МПА	Пол	Ассиметрия зрения	Ассиметрия слуха	Ассиметрия тактильная	АС
Правополушарные	М	-0,7	-0,17	-0,33	-0,4
	Ж	0	-1	-1	-0,67
	Сумма	-0,7	-1,17	-1,33	-1,07
Левополушарные	М	0,5	0,17	0,33	0,33
	Ж	0,125	0,625	-0,375	0,125
	Сумма	0,625	0,795	-0,045	0,455
Амбидекстры	М	-	-	-	-
	Ж	0	0,2	0	0,07
	Сумма	0	0,2	0	0,07

В группе юношей (девушек) у левополушарных индивидов все сенсорные поля лучше развиты в левом полушарии, а у правополушарных – в правом, только для слуха доминирующее полушарие определить не удалось (табл. 5). У амбидекстров наблюдается сходная картина. Доминирующее зрительное поле не определено, сенсорное слуховое поле лучше развито в правом полушарии, а тактильной чувствительности – в левом полушарии.

Для зрения и тактильной чувствительности, в отличие от слуха, выявлена четкая асимметрия развития полей. У правополушарных респондентов и амбидекстров чаще встречается симметрия развития слуховых полей. Какой-либо закономерности в преобладании симметрии или асимметрии полей зрения, слуха и тактильных выявить не удалось.

Таблица 5.

Выраженность сенсорной асимметрии у юношей (девушек) (средний балл)

Тип МПА	Пол	Ассиметрия зрения	Ассиметрия слуха	Ассиметрия тактильной чувствит.	АС
Правополушарные	М	-1	0	-1	-0,67
	Ж	-1	0	-1	-0,67
	Сумма	-1	0	-1	-0,67
Левополушарные	М	0,428	0,7	-	0,376
	Ж	0,161	0,464	0,357	0,327
	Сумма	0,589	1,164	0,357	0,703
Амбидекстры	М	0	0	0	0
	Ж	0	-0,5	0,25	-0,08
	Сумма	-	-0,5	0,25	-0,08

Использование цветового метода Люшера позволяет объективно определить личностную тревожность. Метод Люшера позволяет нивелировать субъективный фактор методики определения тревожности по Спилбергеру. По результатам двух тестов для группы подростков характерен низкий уровень тревожности (55%), умеренная тревожность отмечена у 20%, и только у 25 % высокий уровень тревожности. В обследован-

ной группе юношеского возраста высокий уровень тревожности продемонстрировали 17,1% респондентов, для 36,9% характерен умеренный уровень тревожности, низкий уровень выявлен у 46% респондентов.

При изучении влияния латерализации коры большого мозга на тревожность (табл. 6), было установлено, что высокий уровень тревожности характерен подросткам и юношам с полным доминированием правого или левого полушария. При выраженному правшествии или левшестве наблюдаются все варианты тревожности, но доминируют индивиды с низким уровнем тревожности. Среди амбидекстротов подросткового и юношеского возраста равно встречаются индивиды с низким и умеренным уровнем тревожности, с высокой тревожностью подростков-амбидекстротов не обнаружено.

Таблица 6.

Влияние МПА на уровень тревожности

Уровень тревожности	Возрастная группа	Встречаемость уровней тревожности у типов МПА (в %)				
		Правополушарные		амбидекстры	Левополушарные	
		полное	выраженное		выраженное	полное
Низкий	Подростки	2,5	12,5	3,75	32,5	3,75
	Юноши	1,3	15,8	7,9	21,0	-
Умеренный	Подростки	3,75	2,5	2,5	3,75	7,5
	Юноши	2,6	5,26	7,9	14,5	6,6
высокий	Подростки	6,25	6,25	-	5,0	7,5
	Юноши	6,58	1,3	1,3	1,3	6,6

Тревожность физиологи и психологи оценивают как признак сопровождающий стресс, особенно его первую fazу. Состояние тревоги возникает в ситуациях неопределенности, когда характер или время возникновения угрозы не поддается предсказанию. Тревога изменяет характер поведения, ведет к усилению поведенческой активности и обеспечивает адаптацию к изменяющейся ситуации. Однако в случае, если интенсивность и длительность тревоги неадекватны ситуации, нарушается формирование адаптивного поведения, что может приводить к неадекватным реакциям и невротическим расстройствам [10].

По результатам наших исследований наиболее тревожными с проявлением тревожно-боязливого возбуждения, являются респонденты с полным доминированием правого или левого полушария. Они наиболее тяжело переживают стресс и как способ защиты от стрессового воздействия переходят к наркомании и алкоголизму [10]. Следовательно, именно эти подростки и юноши (девушки) попадают в группу риска - это потенциальные невротические больные, а также алкоголики и наркоманы.

Индивидуальный профиль функционально асимметрии коры большого мозга формируется в процессе индивидуального развития на основе пластичности мозга. Генетически детерминированное право-стороннее доминирование реализуется под действием социальных факторов – обучения, традиций, воспитания, действующих в направлении преимущественно го использования правой руки. Усиление право-сторонних доминант в онтогенезе указывает на особую пластичность коры левого полушария. Не случайно в нем в непосредственной близости находятся цитоархитектонические поля движения руки, речемоторного центра и движения глаз. Многочисленные варианты индивидуального профиля асимметрии отражают функциональное многообразие психических свойств человеческих популяций [12].

Выходы

1. Изучение индивидуальных профилей функциональной асимметрии коры большого мозга является необходимым условием прогноза успешности социальных адаптаций, стрессоустойчивости и обучения.
2. Латеризация функций коры большого мозга сильнее выражена у представителей мужского пола, по сравнению с женским, среди которых встречаются амбидекстры с отсутствием доминирования.
3. У большинства обследованных респондентов двигательные центры сильнее развиты в левом полушарии. Частота встречаемости двигательной асимметрии значительно выше, чем двигательной симметрии, особенно для рук.
4. Сенсорная асимметрия выражена слабее, чем моторная, особенно у женского пола.
5. Высокий уровень тревожности характерен респондентам с полным доминированием правого или левого полушария. Они могут быть объединены в группу риска (неврозы, асоциальное поведение, наркомания, алкоголизм).

Studying of a profile of functional asymmetry of a bark of the big hemispheres is a basis of correction of behaviour, training and social adaptations of individuals. In the surveyed polo-age groups lateral functions it is more strongly expressed at males, in female groups meet ambidecstrum. Impellent asymmetry is expressed more strongly, than symmetry, dominates the left hemisphere. Touch asymmetry is expressed more poorly, especially at female. The maximum uneasiness is shown by individuals with full domination right or left hemicerebrum.

The Key word: right-handed person, left-handed person, ambidecstrum, interhemiscerbrum functional asymmetry, uneasiness.

Список литературы

1. Бабенкова С.В., Николаева И.Ф. К вопросу о нарушениях схемы тела при локализации очага в левом полушарии головного мозга // Журнал невропатологии и психиатрии. 1961. № 5. С. 696-699.
2. Борава А.И., Галкина Н.С. Изучение взаимосвязи индекса тревожности и межполушарной асимметрии УПП у школьников 7-8 классов // материалы конференции Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии. М., 13-14 декабря 2001. С. 23-34.
3. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональная асимметрия человека. М.: Медицина, 1988. 237 с.
4. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Левши. М.: Книга, 1994. 277 с.
5. Казин Э.М., Блинова Н.Г. и др. Практикум по психофизиологической диагностике. М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 2000. С. 94-99.
6. Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 1999. 373 с.
7. Общая психодиагностика. Основы психоdiagностики, немедицинской психотерапии и психологического консультирования // под ред. А.А. Бозалева, В.В. Столина. М.: изд. МГУ, 1987. 217 с.
8. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. М.: Мир, 1983. 457 с.
9. Князева М.Г., Безруких М.М. Методика определения леворукости у младших школьников. // Начальная школа, 1987, № 6. С. 17-19.
10. Клиническая психология. / под ред. Б.Д. Карвасарского. СПб: Питер, 2002. С. 820 – 824.
11. Психологические тесты. В 2 т. / под ред. А.А. Карелина. М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 2005. Т.1. С.216 – 231.
12. Харитонов В.М. и др. Антропология. М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 2003. С. 227- 237.

Об авторе

Иванова Т.Г. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 581.9 (470.333)

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ КЛЕТНЯНСКОГО ПОЛЕСЬЯ (В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ю.А. Клюев

Представлены сведения о находках редких видов сосудистых растений на территории Клетнянского полесья во время полевых сезонов 2004-2009 гг. Приведена характеристика для 30 редких и охраняемых видов растений, включающая статус, перечень местонахождений, численность вида, фитоценотическую приуроченность.

Ключевые слова: *редкий вид, сообщество, Клетнянское полесье, Красная книга Брянской области, категория редкости.*

Введение

Клетнянское полесье – уникальный в природоохранном отношении регион. На его территории расположены 7 памятников природы (1 – ботанический, 3 – гидрологических, 3 – ландшафтных), а также Клетнянский федеральный заказник [10]. Первая работа, посвященная флористическому обследованию территорий полесья, восходит к 1921г и обнародована в Украинском ботаническом журнале в статье Ю. Стоянова “До фльори Акулицьких лісів Брянщини” [13]. Современные данные о распространении и фитоценотической приуроченности редких и охраняемых видов растений имеются в ряде работ [2-12].

Для Клетнянского полесья (площадь – 1647 км²) характерны волнистые, слабодренированные междуречья, сложенные маломощными песками и супесями, подстилаемые мореной с дерново-средне- и сильноподзолистыми глееватыми и глеевыми песчаными почвами. Эти местности заняты преимущественно мелколиственно-еловыми и мелколиственно-сосновыми лесами. Меньшую площадь занимают волнистые слабодренированные междуречья, сложенные среднемощными песками и супесями, подстилаемые мореной с дерново-слабо- и среднеподзолистыми почвами [12].

Цель работы – дополнить и обобщить сведения о редких и охраняемых видах растений на территории Клетнянского полесья.

Материалы и методика

В работе приведены результаты флористико-геоботанического обследования территорий Клетнянского полесья в 2004-2009 гг. Описание растительного покрова произведено детально-маршрутным методом. Размер пробных площадей для древесных фитоценозов – 400 м², для травянистых – 100 м². Номенклатура приводится по С.К.Черепанову (1995) [14]. Для видов, занесенных в Красную книгу Брянской области, в скобках приводится природоохранная категория [10]: 1 – вид,

находящийся под угрозой исчезновения; 2 – сокращающийся в численности; 3 – редкий вид.

Сокращения, принятые в тексте: д. – деревня, кв. – квартал, л-во – лесничество, п.- поселок, с. – село.

Ниже приводится аннотированный список редких и охраняемых видов.

***Anemoneoides nemorosa* L.** (3). Аспектирует в сообществах ассоциаций *Mercurialo-Quercetum* Bulokhov et Solomeshch 2003 и *Aceri-Piceetum abietis* Bulokhov et Solomeshch 2003 на участке Клетня - Харитоновка (Пригородное, Калининское л-ва), 2.05.04, 3.05.04, 01.05.05. [3, 8, 10].

***Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spteng.** (1). 1) 01.08.06 и 23.09.06 две куртины отмечены в сосновом лесу Пригородного л-ва (кв. 64). 2) Три куртины площадью 2,4 м², 0,25 м² и 1,2 м² найдены в кв.12 Калининского л-ва 28.09.2008. 3) Куртина площадью 0,15 м² обнаружена в кв.70 Калининского л-ва 30.09.08. Все особи отмечены в составе сообществ ассоциации *Dicrano – Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberdofer 1957 вместе с *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Melampyrum pratense*, *Carex ericetorum* и др. [8-11].

***Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr.** (3). 19.08.06. 10 растений было отмечено на опушке в 6 км западнее п. Клетня в составе тонкополевичного сообщества вместе с *Potentilla erecta*, *Hieracium pilosella*, *Plantago lanceolata*, *Hypericum maculatum* и др. [8].

***Campanula persicifolia* L.** 11 цветущих растений отмечены на песчаной пустоши в окр. д.Роща 23.06.09. Вид произрастает в сообществе ассоциации *Artemisio campestris-Agrostietum tenuis* Bulokhov 1990 вместе с *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Elytrigia repens* и др.

***Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.** (2). 1) Единственное растение найдено в 1 км севернее д. Семиричи (балочное урочище «Монукова мельница»), 24.07.05. 2) 4 км северо-восточнее с. Лутна, 25.07.05. 3) 2 км северо-западнее д. Каменец, 25.07.05. 4) 2 км юго-западнее д. Харитоновка, 23.08.05. 5) 28.05.06. отмечен на склоне коренного берега р.Опорть в окр. д. Красный дворец. Вид произрастает в березняках с осиной неморально-травных вместе с *Carex pilosa*, *Aegopodium podagraria*, *Hepatica nobilis*, *Dryopteris expansa*, *Galeobdolon luteum* и др. [6, 7, 8].

***Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo** (3). Крупная популяция обнаружена 10.07.05 и 17.07.06. в сообществе белоусовых пустошей ассоциации *Nardetum stricti* Bulokhov 2001 террасы р. Надвы в окр. д. Романовка вместе с *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Agrostis tenuis*, *Briza media*, *Polygala vulgaris* и др. [8]

***Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo.** (3). 1) Вид отмечен в д.Романовка (10.07.05 г.и 05.08.05.). 2) 2 особи обнаружены в составе прибрежных лугов р. Болотнянка в 2 км к югу от д. Болотня, 19.07.05. 3) Левый берег р. Лутенка в 2 км от д. Павлинки, 02.08.05 [8]. 4) 3 особи найдены в 2 км северо-западнее с. Старая Мармазовка, 25.07.09. 5) Десять плодоносящих особей найдены в составе луга близ озера в д. Полипоновка, 29.07.09. Вид произрастает в сообществах ассоциации *Deschampsio-Agrostietum tenuis* Bulokhov 1990 вместе с *Deschampsia cespitosa*, *Alopecurus pratensis*, *Lysimachia vulgaris*, *Hypericum maculatum*, *Filipendula ulmaria*, *Equisetum pratense* и др.

***Daphne mezereum* L.** (3). До 1950 отмечался Ю.Стояновым [13]. 1) Два растения отмечены в дубово-еловом лесу в 2 км северо-западнее д. Каменец, 25.07.05. 2) Вид отмечен на территории Калининского (кв. 36) и Быстрянского л-ва (кв. 9), 28.05.06 [8]. 3) 2 цветущих особи отмечены вдоль окраины елово-березового леса в 1км севернее д. Роща 01.05.09. Вид произрастает в сообществах ассоциации *Mercurialo-Quercetum* Bulokhov et Solomeshch 2003 и *Aceri-Piceetum abietis* Bulokhov et Solomeshch 2003 в травяном покрове которых представлены *Carex pilosa*, *Galeobdolon luteum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Stellaria holostea* и др.

***Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub** (3). 01.08.06. отмечен на территории Пригородного л-ва – кв. 64, 74 в составе сообществ ассоциации *Dicrano – Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberdofer 1957 вместе с *Vaccinium vitis-idaea*, *Melampyrum pratense*, *Festuca ovina*, *Carex ericetorum* и др.[8].

***Drosera rotundifolia* L.** (2). 1) Вид встречался в сфагновом болоте урочища «Моховое болото» в 2 км к юго-востоку от д. Ширковка, 20.07.05 [2]. 2) Вид отмечен в обнаженной сырой рыхтине вместе с *Lycopodiella inundata* в окр. д. Романовка, 10.07.05. [8].

***Dryopteris expansa* (C.Prsl) Franser – Jenkins et Jermy.** 1) Вид отмечен в сообществах неморальных еловых лесов ассоциации *Aceri-Piceetum abietis* Bulokhov et Solomeshch 2003 вместе с *Carex pilosa*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athirium filix-femina*, *Phegopteris connectilis*, *Maianthemum bifolium* и др.: 0,5 км западнее п. Клетня, 12.08.05.; 1 км восточнее д. Романовка, 05.08.05. 2) 1 особь обнаружена в черноольшанике с елью крапивном вдоль левобережья р.Дворинка (1км северо-западнее д.Роща) вместе с *Urtica dioica*, *Ficaria verna*, *Corydalis cava*, *C. solida*, *Mercurialis perennis* и др., 01.05.09. 3) Многочисленная популяция встречается в черноольшанике крапивном вдоль левобережья р. Надвы близ п.Клетня-1 05.08.09 вместе с *Urtica dioica*, *Athyrium filix-femina*, *Galeobdolon luteum*, *Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria* и др.

***Epipactis palustris* (L.) Cratz.** (3). 1) 7 экземпляров в окр. д.Гнилица, 21.07.09. 2) 4 плодоносящих растения на участке I-е Акуличи-Смородинец. Вид произрастает в хвоево-черноосоковых сообществах вместе с *Carex nigra*, *Equisetum pratense*, *Briza media*, *Carex hirta*, *Medicago lupulina* и др.

***Goodyera repens* (L.) R. Br.** (3). 1) Вид отмечен в 1,5 км северо-западнее д. Каменец в еловово-сосновом лесу, 25.07.05 [8]. 2) 20 вегетирующих и 5 плодоносящих побегов отмечено в сосновых ассоциациях *Dicrano – Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberdofer 1957 вместе с *Luzula pilosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Festuca ovina* L. и др. 20.08.09. (повторное обследование).

***Helianthemum nummularium* (L.) Mill** (3). 1) 10.07.05. было найдено одно растение на голом песчаном берегу р. Надвы в 0,5 км южнее д. Каменец [8]. 2) Цветущее растение отмечено в составе узколистномятликового сообщества в 1 км южнее д. Каменец вместе с *Carex hirta*, *Poa angustifolia*, *Rumex acetosa* и др., 01.07.09. 3) 5 цветущих растений найдены на окраине соснового леса в 1,5 км восточнее п. Клетня-И в ястребинково-овсяницевом сообществе вместе с *Hieracium pilosella*, *Festuca ovina*, *Medicago lupulina* и др., 05.08.09.

***Hepatica nobilis* Mill** (2). На территории полесья широко распространенный вид, произрастающий в сообществах ассоциаций *Mercurialo-Quercetum* Bulokhov et Solomeshch 2003 и *Aceri-Piceetum abietis* Bulokhov et Solomeshch 2003, где растет с *Carex pilosa*, *Aegopodium podagraria*, *Galeobdolon luteum*, *Mercurialis perennis*, *Ajuga reptans* и др.: 1) 1 км севернее д. Семиричи, 18.07.05. 2) 1 км юго-западнее д. Харитоновка, 29.05.05. 3) 0,5 км восточнее п. Клетня, 03.08.05. 4) 4 км северо-восточнее с. Лутна, 25.07.05. 5) 2 км северо-западнее д. Каменец, 25.07.05. 6) 2 км юго-западнее д. Харитоновка, 23.08.05 [6, 8].

***Huperzia selago* (L.) Bernh ex Schrank et Mart.** (2). Вид произрастает в составе сообществ ассоциации *Aceri-Piceetum abietis* Bulokhov et Solomeshch 2003 вместе с *Carex pilosa*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athirium filix-femina*, *Maianthemum bifolium* и др.: 1) 0,5 км западнее п. Клетня, 12.08.05. 2) 1 км севернее п. Клетня, 20.08.05 [7].

***Juniperus communis* L.** (3). 1) Одиночное растение 50 см высотой отмечено в елево-березовом лесу в 2 км северо-западнее д. Каменец, 25.07.05 в 25м от р. Надва. 2) На территории Пригородного и Калининского л-в вид произрастает в зеленомошных сосняках ассоциации *Dicrano – Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberdofer 1957: Пригородное л-во - кв. 64 (01.08.06.), Калининское л-во - кв. 45, 31, 13, 46 (28.05.06) [8].

***Listera ovata* (L.) R. Br.** (3). Ранее на территории полесья не отмечался. Единственное плодоносящее растение было найдено в хвошево-черноосоковом сообществе 21.07.09. в окр. д. Гнилица вместе *Carex nigra*, *Equisetum pratense*, *Carex flava*, *Geum rivale*, *Prunella vulgaris* и др.

***Lunaria rediviva* L.** (1). До 1950 г вид отмечался на территории Быстрынского лесничества [10]. 28.05.06. произрастание вида на территории Быстрынского л-ва было подтверждено найденной в кв. 9 крупной популяции вида в составе дубняка с ясенем медвежьелукового. В сообществе также произрастали *Allium ursinum* (dom.), *Matteuccia struthiopteris*, *Filipendula ulmaria*, *Urtica dioica* и др. Повторное обследование показало, что большая доля популяции вида погибла вследствие крупного урагана, настигнувшего Быстрынское л-во в мае 2007 г. Несколько особей отмечены в сохранившихся пойменных дубравах на левом берегу р. Опороть (территория Клетнянского федерального заказника), 30.07.09.

***Lycopodiella inundata* (L.) Holub** (1). 1) 1,5 км к ЮЗ от с. Лутна, 17.08.2001.[2], [3], [5]. Обследование участка в 2006 г произрастание вида не подтвердило. Вероятно, это объясняется постепенным задернением ранее обнаженного грунта. 2) 19.09.04. в д. Романовка на берегу озера в сообществе ассоциации белоусовых пустошей *Nardetum stricti* Bulokhov 2001. 3) В сырой канаве на окраине соснового леса в 1 км восточнее д. Харитоновка, 11.09.04 г. 4) В обнаженной сырой рыхвине вместе с *Drosera rotundifolia* в окр. д. Романовка, 10.07.05. 5) 10.09.06 было отмечено обильное произрастание вида в окрестностях п. Клетня на берегу озера (урочище Гордеевых) [4, 8].

***Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.** (3). 1) В 2005 г были выявлены следующие местонахождения вида: в 2 км от д. Болотня вдоль левого берега р. Болотнянка, 25.07.05., 2,5 км от с. Павлинки на левом берегу р. Лутенки, 02.08.05. Вид формирует заросли вместе с *Filipendula ulmaria*. 2) В Быстрынском л-ве – кв. 9 (28.05.06.), кв. 6 (28.07.06.). Здесь вид произрастает в дубняках с ясенем медвежьелуковых вместе с *Allium ursinum*, *Corydalis cava*, *C. solida*, *Filipendula ulmaria*, *Aegopodium podagraria* и др. [8]. 3) В пойме р. Надвы в 200м от моста близ п. Клетня – I, 04.08.09. 3 особи произрастали в двукисточниковом сообществе вместе с *Phalaroides arundinaceae*, *Urtica dioica*, *Peplis portula* и др.

***Neottia nidus-avis* (L.) Rich.** Вид отмечен в составе сообществ ассоциации *Mercurialo-Quercetum* Bulokhov et Solomeshch 2003: 1) 1-2 км юго-западнее д. Харитоновка, 29.05.05. 2) 0,5 км восточнее п. Клетня, 03.08.05. 3) 2 км северо-западнее д. Каменец, 25.07.05. [8].

***Numphaea candida* J. Prest.** (3). Вид широко распространен в пойменных водоемах рек Ипуть, Надва, Опороть в составе водных сообществ *Numpharo lutei-Numphaeetum candidate* Grigorjev et Solm.[10]. Отмечен в старице в окр. д. Старая Мармазовка 25.07.09.

***Ophioglossum vulgatum* L.** (3). Отмечался в р-не без указания конкретных местонахождений. 1) 3 особи отмечены 20.07.09. в 1 км севернее д. Мощеное. 2) 2 экземпляра в окр. д. Гнилица 21.07.09. Вид произрастает в хвошево-черноосоковых сообществах вместе с *Carex nigra*, *Knautia arvensis*, *Plantago lanceolata*, *Equisetum pratense*, *Pimpinella saxifraga* и др.

***Orchis coriophora* L.** (1). Последний раз отмечался в количестве 1 особи 18.07.04 в 3км юго-восточнее д. Коростовец [2]. В ходе повторного геоботанического обследования данной территории вид был отмечен в количестве 20 цветущих особей 29.07.09 в сообществе с *Briza media*, *Cynosurus cristatus*, *Agrostis tenuis* и др. [5].

***Parnassia palustris* L.** Вид широко распространен в поймах рек Ипуть, Надва, Опороть. Обширное произрастание вида (50-60 особей на 1 м²) отмечено в трясунковом сообществе поймы р. Ипуть в окр. д. Коростовец, 29.07.09.

***Platanthera bifolia* (L.) Rich.** (3). Вид обычно произрастает в сообществах ассоциации *Mercurialo-Quercetum* Bulokhov et Solomeshch 2003 вместе с *Anemonoides nemorosa*, *Galeobdolon luteum*, *Pulmonaria ob-*

scura, Galium odoratum, Stellaria holostea, Carex pilosa, Lathraea squamaria, Oxalis acetosella и др. 1) Пригородное л-во - кв. 17, 17.01.05 и 23.08.05. 2) 0,5 км севернее с. Лутна, 04.05.05. 3) Калининское л-во - кв. 45, 28.05.06 [8]. 4) Одна плодоносящая особь отмечена 23.08.09 в 1,5 км северо-западнее д. Старая Мармазовка.

***Pulsatilla patens* (L.) Mill.** (3). 1) Вид отмечен в лесах Калининского л-ва (кв. 45), а также в Быстрынском л-ве (кв. 64), 28.05.06 [8]. 2) 8 растений отмечены в 1 км юго-западнее д. Добрая Корна, 01.10.08. Вид произрастает в сообществах вместе с *Convallaria majalis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Chimaphila umbellata* и др.

***Phlegopteris connectilis* (Michx.) Watt.** (2). Вид отмечен в черноольшанниках неморальноватных вместе с *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Ficaria verna* и др.: 1) 5 особей отмечены вдоль левобережья р.Дворинка (1км северо-западнее д.Роща) 01.05.09. 2) 20 особей отмечены близ п.Клетня-І, 05.08.09. 3) 3 растения отмечены в искусственных насаждениях сосны близ автозаправочной станции п.Клетня вместе с *Athyrium filix-femina*, *Galeobdolon luteum*, *Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria* и др.

***Viola selkirkii* Pursh ex Gjldie.** 1) 0,5 км западнее п. Клетня, 12.08.05. 2) 3 км СВ с. Ятвиж. Вид произрастает в составе травяно-кустарничкового яруса сообществ ассоциации *Aceri-Piceetum abietis Bulokhov et Solomeshch 2003* [7].

This article presents information about discovery of rare types of tracheal plants on the territory of Kletnyansky marshy woodlands during the field seasons of the years 2004-2009. The author adduces the characteristics of 30 rare and protected types of the plants, including status, list of the sites, the number of the type, belonging to a certain phytocenosis.
The key words: rare type, community, Kletnyansky marshy woodlands, Red book of Bryansk area, specimen.

Список литературы

1. Булохов А.Д., Величкин Э.М. Определитель растений Юго-западного Нечерноземья России. Брянск, 1998. 380 с.
2. Булохов А.Д., Величкин Э.М., Панасенко Н.Н., Пригаров М.А., Сафенкова И.В., Семенищенков Ю.А. Материалы к флоре Брянской области // Вестник БГУ. № 4. Брянск: Изд-во БГУ, 2005. С. 25-33.
3. Булохов А.Д., Клюев Ю.А. Ветреница дубравная в Брянской области // Материалы научно-практической конференции студентов и аспирантов естественно-географического факультета. Брянск: Изд-во БГУ, 2007. С. 37-39.
4. Булохов А.Д., Клюев Ю.А. Ликоподиелла заливающая в Брянской области // Сборник студенческих научных работ. Вып. 3. Брянск: Изд-во БГУ, 2004 С. 94-95.
5. Булохов А.Д., Клюев Ю.А. Новая ассоциация на верхнем участке поймы реки Ипуть в Брянской области // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана. Мат. Международной науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19-21 октября 2009 г.). Брянск: Изд-во «Ладомир», 2009. 268 с.
6. Булохов А.Д., Клюев Ю.А. Печеночница благородная в Клетнянском районе // Вестник БГУ. № 4. Брянск: Изд-во БГУ, 2005. С. 30-33.
7. Булохов А.Д., Клюев Ю.А. Редкие сообщества неморальных еловых лесов моренно-зандровых равнин Клетнянского района Брянской области // Материалы научно-практической конференции студентов и аспирантов естественно-географического факультета. Брянск: Изд-во БГУ, 2007. С. 40-43.
8. Булохов А.Д., Клюев Ю.А. Флористические находки в Клетнянском районе // Вестник БГУ. №4. Брянск: Изд-во БГУ, 2006. С. 41 – 43.
9. Клюев Ю.А. Распространение и фитоценотическая приуроченность толокнянки обыкновенной в сообществах ландшафтных моренно-зандровых равнин // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области: Материалы по ведению Красной книги Брянской Брянск, 2008. С. 24-25
10. Красная книга Брянской области. Растения. Грибы. Брянск: ЗАО «Читай-город», 2004 – 272с.
11. Панасенко Н.Н., Семенищенков Ю.А. Находки редких видов растений в Брянской области в 2006-2008 гг// Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области: Материалы по ведению Красной книги Брянской Брянск, 2008. С. 24-25.
12. Пастернак А.К. Ландшафтная карта Брянской области. М.: МГУ, 1966.
13. Стоянов Ю. До фльори Акулицьких лісів Брянщини // Укр. бот. журн. Київ, 1921. Т. 1, вип. 1 – 2. С. 10 – 22.
14. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных территорий. Спб.: Мир и семья, 1995.992 с.

Об авторе

Клюев Ю. А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г.Петровского, kafbot2002@mail.ru.

УДК – 581.143:577.175.1.05

РОЛЬ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ БОБОВО-ЗЛАКОВОГО АГРОЦЕНОЗА

А.С. Кононов

Цель исследования – изучить влияние и создать микробиологический состав для стимуляции роста и развития смешанного бобово-злакового посева.

Исследование относится к разработке микробиологического удобрения растений, конкретно - к созданию микробиологического состава на основе клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* (симбиотического азотфиксатора).

Для стимуляции роста и развития растений в бобово-злаковом смешанном агроценозе в состав, содержащий бактерии рода *Rhizobium lupini* дополнительно вводят ассоциативные азотфикссирующие бактерии рода *Flavobacterium*, при весовом соотношении компонентов 1,0-1,5:1,5-2,0.

Новый микробиологический состав повысил урожайность зеленой массы в смешанных посевах люпина и ячменя на 87-91 ц/га, или 16–21% к контролю – без инокуляции семян микробиологическими препаратами.

Ключевые слова: азотфиксация, гетерогенный агроценоз, клубеньковые бактерии, ассоциативные азотфиксаторы, синергизм.

Введение. В настоящее время в технологиях возделывания полевых культур при решении задач получения высоких урожаев центральное внимание уделяется проблеме азота и в частности проблеме «биологического» азота.

Решение проблемы «биологического» азота связано с деятельностью азотфикссирующих микроорганизмов усваивающих азот атмосферы. Среди них выделяются симбиотические азотфиксаторы рода *Rhizobium* и анаэробные и аэробные не симбиотические азотфиксаторы гетеротрофы из родов *Azotobacter* и *Beijerinckia*. А также ассоциативные бактерии из рода *Azospirillum*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* и другие, обитающие в ассоциациях на поверхности корневой системы высших растений [1с.19, 2с.44, 4р. 174, 5с.107, 6с.140].

Целью исследования являлась разработка микробиологического удобрения, конкретно - микробиологического состава на основе клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* (симбиотического азотфиксатора), которое обеспечивало бы увеличение урожайности люпино-злакового гетерогенного агроценоза.

Задачей исследования было выяснение воздействия различных соотношений клубеньковых бактерий рода *Rhizobium lupini* и ассоциативных бактерий рода *Flavobacterium sp.* на урожайность люпино-злакового агроценоза.

Методика исследований. Полевые и лабораторные опыты были начаты во ВНИИ люпина 2000-2005 год и продолжены в 2006-2010 годах на опытном поле и лаборатории «Азотфиксации и иммунитета растений» БГУ. Объекты исследований: гетерогенный агроценоз, включающий люпин узколистный и ячмень, клубеньковые и ассоциативные бактерии рода *Rhizobium* и *Flavobacterium sp.*, соответственно, полученные из ВНИИСХМ. Предшественник в полевом опыте - яровая пшеница. Размер опытной делянки в разные годы был: общая площадь 25,8-1,2 м², учетная площадь 25,0-1,0 м². Размещение вариантов рендомизированное в четырех-пятикратной повторности. Почва опытного участка - серая лесная легкосуглинистая на лессовидном карбонатном суглинке. Способ посева - сплошной рядовой сейлкой СН-16 и под маркер вручную с нормой посева 1,0 млн. всхожих семян люпина и 1,6 млн. всхожих семян на гектар ячменя. В микробиологический состав, содержащий бактерии рода *Rhizobium lupini* не менее 2,5 млрд. активных клеток клубеньковых бактерий в 1 грамме препарата дополнительно вводили в день посева ассоциативные азотфикссирующие бактерии рода *Flavobacterium sp.*, содержащие не менее 4,0 млрд. активных клеток в 1 грамме препарата. При этом весовое соотношение компонентов в механической смеси в массовых долях составляло 1,0-1,5:1,5-2,0 согласно схеме опыта (табл.1).

Необходимое количество препарата в день посева разводили в чистой воде из расчёта 5-10 литров воды на 1 тонну семян. Обработку семян смесью ризоторфина и флавобактерина проводили вручную в день посева и берегли от прямого воздействия солнечных лучей. В качестве прилипателя использовали натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) в дозе 0,2 кг на 10 литров воды. Посев производился в тот же день во влажную почву.

Для расчета эффекта взаимодействия микробиологических препаратов использовали уравнение, которое позволяет рассчитать теоретический показатель аддитивного действия компонентов смеси по величине прибавки урожая [6с.26]. Физиолого-биохимические исследования [7с.181].

Закладку полевых опытов и дисперсионный анализ полученных данных проводили по методике [8с.56].

Результаты работы. Изучение влияние микробиологических составов на рост и развитие растений смешанного люпино-ячменного посева показало, что применяемые дозы клубеньковых бакте-

рий повышали на 6,5-10,1%, а ассоциативные азотфиксаторы на 4,5-7,7% урожайность зеленой массы агроценоза по сравнению с контролем – гетерогенным посевом без обработки (табл.1).

Наиболее благоприятно на урожайность гетерогенного люпино-ячменного агроценоза влияли смесевые микробиологические препараты дозы 2 и 3 (табл.1).

Таблица 1

Влияние доз препаратов на урожайность и степень угнетения растений гетерогенного агроценоза, среднее за 2006-2009 гг.

Компоненты состава		Урожайность в смешанном посеве, ц/га		Степень угнетения культурных растений, или повреждения, в %
Бактерии рода <i>Rhizobium lupini</i> -препарата ризоторфин, в г/га	Бактерии рода <i>Flavobacterium sp</i> - препарат флавобактерин, в г/га	Урожайность зеленой массы, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	
100,0	0	471,0	29,0	0,7
200,0	0	483,0	41,0	0,6
300,0	0	487,0	45,0	0,6
0	200,0	462,0	20,0	0,8
0	300,0	470,0	28,0	0,9
0	400,0	476,0	34,0	0,7
(1)100,0	200,0	512,0	70,0	0,3
(2)200,0	300,0	529,0	87,0	0,2
(3) 300,0	400,0	533,0	91,0	0,3
Контроль - без препаратов HCP ₀₅	-	442,0	-	1,6
		15,9	-	-

Применение таких смесей, включающих симбиотические и не симбиотические бактерии, в соотношении компонентов смеси 200-300 г на одну гектарную норму семян клубеньковых бактерий рода *Rhizobium lupini* и 300-400 г ассоциативных азотфикссирующих микроорганизмов рода *Flavobacterium sp.* не вызывало угнетения растений люпина, при этом повышало стимулирующее воздействие на урожайность зеленой массы люпина и ячменя (табл.1).

По сравнению с обработкой семян люпино-ячменной смеси различными дозами бактерий только *Rhizobium lupini*, или только бактериями рода *Flavobacterium sp* прибавки урожая зеленой массы составили 46-57 ц/га, а к контролю были значительно выше и составили 70-91 ц/га, или 15,8-20,6%, что статистически достоверно (табл.1). Следовательно, эффект прибавки урожайности от применения микробиологической композиции может указывать на то, что новый микробиологический состав существенно отличается от известных [9 с.3].

Расчет взаимодействия препаратов проводили по вышеприведенной методике для двухкомпонентного состава микробиологической смеси.

Расчеты, выявили следующую зависимость:

$$E=(X*Y):100$$

Доза (1)

$$E_{\text{фактическое}} = 512-442=70$$

$$E_{\text{расчетное}} = (29 \times 20):100= 5,8$$

$E = E_{\text{факт.}} > E_{\text{расчет.}}$, можно предположить синергизм, доза (1);

Доза (2)

$$E_{\text{фактическое}} = 529-442=87$$

$$E_{\text{расчетное}} = (41 \times 28):100= 11,5$$

$E = E_{\text{факт.}} > E_{\text{расчет.}}$, можно предположить синергизм, доза (2);

Доза (3)

$$E_{\text{фактическое}} = 533-442=91$$

$$E_{\text{расчетное}} = (45 \times 34):100= 15,3$$

$E = E_{\text{факт.}} > E_{\text{расчет.}}$, можно предположить синергизм, доза (3).

Установлено, что новая микробиологическая смесь эффективна для стимуляции роста и развития бобовых растений, а именно, для люпина, а также и для злаковых растений – в частности ячменя при их совместном выращивании. Исследования показали, что при обработке семян микробиологической смесью перед посевом к фазе цветения у растений люпина среднесуточный прирост стебля был на 87% больше, чем без обработки. Сумма чистой продуктивности фотосинтеза возросла и составила в смешанном посеве при обработке новым составом 9,71 г/дм² час сухого вещества компонентов, что на 21,9% больше, чем на контроле без обработки. При этом увеличилось суммарное со-

держание хлорофилла в листьях с 404,5 мг/л вытяжки на контрольном варианте до 463,8 мг/л (доза 3), или на 14,7%. Установлено, что биомасса растений в смешанном посеве к фазе цветения люпина при обработке смесью микробиологических препаратов увеличивается, примерно, на 7,1–7,8% быстрее, чем от инокуляции семян клубеньковыми бактериями, и на 8,9–9,9%, чем от инокуляции семян ассоциативными бактериями. Новой микробиологический состав повышает сбор зеленой массы на 87–91 ц/га, или 15,8–20,6% к контролю – урожаю в смешанных посевах люпина и ячменя без обработки семян микробиологическими препаратами (табл.1). Исследования показали, что степень угнетения культурных растений, или повреждения снижается по сравнению с контролем в 1,4–8 раз (табл.1).

Расчет экономической эффективности проведенный по технологической карте с учетом всех совокупных затрат показал, что доля затрат на приобретение и внесение нового микробиологического состава составляет 16–18% от стоимости прибавки урожая. На рубль затрат на приобретение и внесение новой микробиологической смеси азотфиксацирующих бактерий, чистый доход от прибавки урожая составляет 4–5,5 рубля. Таким образом, применение новой микробиологической смеси азотфиксаторов является высокоэффективным приемом.

Заключение. Установлен эффект синергизма действия микробиологических препаратов ризоторфина и флавобактерина в смешанном люпино-ячменном посеве, так как фактические показатели прибавки урожайности выше рассчитанных. Новый состав оказывает благоприятное воздействие на формирование урожайности в смешанном бобово-злаковом агроценозе. Обеспечивает прибавки урожая зеленой массы 87–91 ц/га или 16–21% к контролю без применения азотфиксацирующих препаратов и не оказывает фитотоксического воздействия на культурные растения.

Таким образом, создан новый микробиологический состав, содержащий бактерии рода *Rhizobium lupini* и отличающийся тем, что в этот микробиологический состав дополнительно вводят бактерии рода *Flavobacterium sp.* при массовом соотношении компонентов 1,0–1,5:1,5–2,0.

The Purpose of the study - studies the influence and creates microbiology composition for speedup of the growing and developments mixed bob-cereal sowing.

The Study pertains to development microbiology fertilizers of the plants, concretely - to creation microbiology composition on base Rhizobium to bacteria of the sort Rhizobium (the symbiosis azotfixative).

For facilitator of the growing and developments of the plants in bob-cereal mixed agrocenzoza in composition, containing bacterias of the sort Rhizobium lupini in addition enter assotiative azotfixative bacterias of the sort Flavobakterium, at weight correlation component 1,0-1,5:1,5-2,0.

New microbiology composition has raised the productivity of the green mass in mixed sowing of the lupine and barley on 87-91c/ga, or 16--21% to checking - without processing seed microbiology preparation.

The key words: azotfixative, mixed agrocenoz, *Rhizobium* to bacterias, assotiative azotfixative, synergism.

Список литературы.

1. Трепачев, Е. П. Агрохимические аспекты проблемы биологического азота в земледелии: автореф. дисс. на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук/ Трепачев Евгений Павлович. Москва, 1971. 46с.
2. Тихонович, И. А. Реализация положений научного наследия Н. И. Вавилова в разработке проблемы эффективности симбиотической азотфиксации/ И. А. Тихонович, А.А. Филатов// Сельскохоз. биология. М. 1987. №10. С. 44.
3. Кретович, В. Л. Биохимия растений/ В. Л Кретович. М.: Высш. школа, 1986. 553с.
4. Kononov, A.S. Nitrogen-fixing activity of nodule and nitrobacteria microorganisms in lupin and grass Agro-Coenosis=Азотфиксацирующая активность клубеньковых бактерий в люпино-злаковом агроценозе /A.S. Kononov// Wild and cultivated lupins from the tropiesto the poles. 10th Intern. Lupin Conf., Laugarvatn Iceland, June, 2002.P.173-176.
5. Кононов, А. С. Люпин: технология возделывания в России/ А. С. Кононов. Брянск, 2003. 212 с.
6. Кононов, А. С. Агрофитоценоз и методы его исследования / А. С. Кононов. Брянск: «Курсы», 2009. 300с.
7. Методы биохимического исследования растений /А.И.Ермаков, В.В.Арасимович, Н.П.Ярош и др.; под ред. А.И.Ермакова.-3-е изд. перераб. и доп.-Л.:Агропромиздат, 1987. 430с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А.Доспехов. М.. Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Патент RU 2291620 C1.

Об авторе

Кононов А.С. – профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, as-kon@yandex.ru

УДК – 504:001.12/.18; 574::539.1.04; 613.95/.96

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Корсаков, В.П. Михалёв, В.П. Трошин

Приводятся результаты многолетних исследований функциональных кардиологических реакций детей, родившихся и проживающих в условиях радиационных (вследствие аварии на ЧАЭС), токсико-химических и сочетанных радиационно-токсических воздействий окружающей среды. Авторами выявлены реакции стимула функциональных кардиологических реакций детей в виде опережения средневозрастных стандартов при изолированных воздействиях радиоактивной среды, но резко деформированные аналогичные реакции при внесении в среду токсико-химических компонентов техногенного происхождения.

Ключевые слова: Экологическое неблагополучие, радиоактивность среды, техногенная токсичность, функциональное состояние.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка вкладов, вносимых типовыми фоновыми техногенными токсико-химическими загрязнителями среды в состояние здоровья населения территорий с резко измененным радиационным составом среды от аварии на ЧАЭС, впервые была предпринята в работе В.П. Михалёва [1]. Вместе с тем остаются неисследованными влияния техногенного фона в условиях радиационных воздействий на изменения функционального состояния детей – критического звена при воздействии антропогенных факторов окружающей среды. Техногенная деформация окружающей среды Брянской области, накладывающая свой отпечаток на реакции населения от радиоактивного загрязнения, колеблется в чрезвычайно больших пределах, в зависимости от мощностей эксплуатируемых производств и, соответственно, выбросов техногенно-токсических экологически агрессивных факторов (летучих органических соединений, полициклических ароматических углеводородов, оксидов азота, серы, углерода и др.). Тем не менее, проблема различий функциональных кардиологических реакций детского населения в зависимости от географии расположения и соотношений техногенного экологически агрессивного токсико-химического и радиоактивного загрязнения окружающей среды (вследствие аварии на ЧАЭС) остается нерешенной.

Анализ и обобщение научных работ, затрагивающих эту проблему, указывает на их крайнюю противоречивость, связанную на наш взгляд, с отсутствием многофакторного анализа окружающей среды.

Изменение процессов морффункционального состояния детей и подростков Брянской области последовало вслед за радиоактивным загрязнением среды уже в первых после аварии поколениях [2, 3]. Какова интенсивность таких ключевых процессов и насколько велика их связь с загрязнением окружающей среды радионуклидами и техногенными токсикантами, является основным вопросом настоящей статьи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведена сравнительная оценка функционального состояния детей 7-10 лет по кардиологическим реакциям во всех районах Брянской области с различным уровнем техногенно-токсической и радиоактивной (вследствие аварии на ЧАЭС) загрязненности окружающей среды.

В течение 2007-2009 гг. нами было обследовано 1180 детей 7-10 лет, из них 610 мальчиков и 570 девочек. На каждую возрастную группу приходилось 295 чел.

В качестве функциональных кардиологических реакций изучали частоту сердечных сокращений и уровень артериального давления, исследованные в покое и после стандартной физической нагрузки (20 приседаний за 30 сек.). Показатели функциональных кардиологических реакций в исследуемых группах оценивались по величинам частоты отклонений пульса и артериального давления от среднестатистических возрастных стандартов, частоте аритмий, патологических тахикардий, гипертонических, гипотонических и вегето-сосудистых дистонических реакций (ВСД-реакций).

Для установления величин плотности радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs нами использовались данные справочника [4].

Показатели величин промышленных выбросов в атмосферу изучены по материалам паспортизации всех предприятий области за 2000-2009 гг. [5].

На основе полученных данных проведено районирование территории Брянской области по степени и вариантам техногенных токсико-химических, радиоактивных и сочетанных воздействий окружающей среды. Таким образом, нами выделены территории: 1) экологически благополучные; 2) радиационно-изолированные; 3) токсические; 4) комбинированные радиационно-токсические (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В зависимости от уровня радиоактивного и токсического загрязнения окружающей среды (табл. 1), нами выявлены однотипные факторзависимые группы функциональных кардиологических реакций у детей Брянской области 7-10 лет (табл. 2).

В экологически благополучных районах (табл. 1, группа 1) функциональные кардиологические реакции детей указывают на норму сердечно-сосудистых показателей и достаточность функциональных резервов сердца при пробах на нагрузку. Так, опережение средневозрастных стандартов по пульсу в покое составляет в среднем 7,0%, по систолическому артериальному давлению (САД) – 4,3%, диастолическому артериальному давлению (ДАД) – 7,0%. Отставание по средневозрастным стандартам, как САД, так и ДАД здесь не регистрируются. Патологические тахикардии в ответ на стандартную физическую нагрузку обнаружены у 11,2% обследованных детей. Аритмии в покое выявляются у 2,5%, аритмии после нагрузки – у 10,6%. Гипертонические реакции САД в ответ на стандартную физическую нагрузку регистрируются у 11,1%, ВСД-реакции – у 5,8%. Такие показатели четко указывают на экосистемную стабильность окружающей среды и ее экологическое благополучие (табл. 2).

При резком увеличении радиационного фона, но при сохранении экологической чистоты окружающей среды по ее токсико-химическим параметрам (табл. 1, группа 2) кардиологические реакции детей указывают на биостимулирующее действие аварийного радиационного фактора. Показатели пульса покоя возрастают до границ функциональной тахикардии (у 45,0% детей 7-8 и 36,8% 9-10 лет), опережение средневозрастных стандартов по САД в покое составляет 41,2% у детей 7-8 и 28,9% детей 9-10 лет. Реакции связаны, по всей вероятности, с явным опережением формирования детей, активацией функций эндокринной системы, в том числе и щитовидной железы, при ее кардиогенном эффекте. Отставания САД и ДАД по средневозрастным стандартам, как и в экологически благополучных районах практически не регистрируются, составляя в среднем 1,8% по САД и 0,8% по ДАД. Патологические тахикардии в ответ на стандартную физическую нагрузку в отличие от экологически благополучных районов выявляются значительно чаще – у 23,6% детей 7-8 и у 35,4% 9-10 лет. Аритмии в покое обнаруживаются у 14,2% 7-8 и 9,1% детей 9-10 лет, аритмии после нагрузки обнаруживаются значительно чаще – у 33,8 и 25,8% соответственно. Гипертонические реакции САД в ответ на стандартную физическую нагрузку регистрируются у 25,0% детей 7-8 и у 31,7% 9-10 лет, ВСД-реакции – 21,0 и 33,8% соответственно (табл. 2).

В токсико-химических районах (табл. 1, группа 3) сердечно-сосудистая система детского населения отвечает типовым реакциям на техногенно-токсическую загрязненность окружающей среды, проявляясь повышенной частотой патологических тахикардий, аритмий и дисфункций регуляции артериального давления, особенно у детей 9-10 лет. Патологические тахикардии, аритмии, гипертонические и ВСД-реакции в ответ на стандартную физическую нагрузку выявляются здесь значительно чаще, чем при радиационно-изолированных воздействиях – у 29,2% детей 7-8 и у 42,7% 9-10 лет. Аритмии в покое обнаруживаются у 19,5% детей 7-8 и у 12,3% детей 9-10 лет, аритмии после нагрузки обнаруживаются значительно чаще – у 41,4% и 32,0% соответственно. Гипертонические реакции САД в ответ на стандартную физическую нагрузку регистрируются у 32,1% детей 7-8 и у 40,9% 9-10 лет, ВСД-реакции – 39,6 и 44,5% соответственно (табл. 2).

Комбинированные радиационно-токсические районы (табл. 1, группа 4), как и радиационно-изолированные, формируют реакции стимула функциональных кардиологических реакций организма детей, но с более резким по сравнению с радиационно-изолированными и изолировано-токсическими районами увеличением здесь частоты отклонений показателей от норм: патологических тахикардий, аритмий, гипертонических, гипотонических, ВСД-реакций, что четко указывает на дезадаптацию нейроэндокринной регуляции сердечно-сосудистой системы, доклиническое отклонение регуляции гемодинамики и нарушение вегетативной регуляции тонуса сосудов у обследованного контингента при агрессивности сочетанных радиационно-токсических воздействий окружающей среды. Патологические тахикардии здесь регистрируются у 41,7% детей 7-8 и у 51,6% 9-10 лет. Аритмии в покое обнаруживаются у 25,4% детей 7-8 и у 17,7% 9-10 лет, аритмии после нагрузки резко возрастают – у 52,8 и 39,5% соответственно. Гипертонические реакции САД в ответ на стандартную физическую нагрузку регистрируются у 43,5% детей 7-8 и у 53,9% 9-10 лет, ВСД-реакции – 53,3 и 60,5% соответственно (табл. 2).

Таблица 1
Районирование территорий Брянской области с учетом комплекса факторов
экологического неблагополучия среды

№	Районы Брянской области	Ведущие газообразные загрязнители атмосферного воздуха (2000-2009)					Плотность радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs , кБк/м ² (2001)	
		Всего	Из них:					
			ЛОС	NO _x	SO ₂	CO		
		Среднегодовые токсические нагрузки на жителя, кг/чел/год (2000-2009)						
I	Экологически благополучные территории							
	Мглинский	1,5	0,3	0,7	0,1	0,5	10,0	
	Клетнянский	1,7	0,1	0,6	0,5	0,5	10,7	
	Рогнединский	1,9	0,0	1,0	0,0	0,9	7,8	
	Суземский	2,5	0,2	1,2	0,1	1,0	24,4	
	Жирятинский	2,9	0,1	1,2	0,1	1,3	10,7	
	Выгоничский	3,1	0,1	1,6	0,0	1,4	10,7	
	Суражский	3,4	0,3	1,2	0,4	1,4	24,4	
	Дубровский	3,6	0,6	1,5	0,0	1,2	10,7	
	Навлинский	3,7	0,6	1,4	0,4	1,2	10,0	
	Сред. значение	2,7	0,3	1,2	0,2	1,0	13,3	
II	Радиационно-изолированные территории							
	Красногорский	1,3	0,1	0,6	0,1	0,5	572,8	
	Гордеевский	2,7	0,2	1,3	0,0	1,1	383,3	
	Злынковский	3,1	0,2	1,5	0,4	0,9	570,9	
	Климовский	3,2	0,1	1,6	1,0	0,5	175,7	
	Сред. значение	2,6	0,2	1,3	0,4	0,8	425,7	
III	Токсические территории							
	Брасовский	4,5	0,7	1,6	0,5	1,6	44,8	
	Погарский	4,5	1,8	1,3	0,2	1,1	7,8	
	Караблевский	4,8	0,9	1,9	0,0	1,6	28,1	
	Комаричский	5,3	1,3	2,1	0,5	1,4	51,8	
	Севский	5,4	0,2	1,1	3,1	1,1	7,8	
	Жуковский	5,6	0,5	2,0	1,3	1,7	10,7	
	Почепский	8,2	5,1	1,1	0,0	1,0	10,7	
	Трубчевский	10,2	0,5	8,2	0,1	1,2	24,4	
	Унечский	11,4	6,4	2,3	0,8	1,8	24,4	
	г. Сельцо	12,6	0,5	5,1	0,4	6,7	10,7	
	г. Брянск	15,7	1,9	6,6	1,4	5,6	10,7	
	Брянский	15,8	9,8	2,4	0,8	2,0	10,7	
	Дятьковский	171,6	6,3	59,9	36,3	68,6	29,6	
	Сред. значение	21,2	2,8	7,4	3,5	7,3	20,9	
IV	Радиационно-токсические территории							
	г. Новозыбков ¹	6,2	0,8	2,4	0,6	2,4	565,0	
	г. Клинцы ¹	9,0	1,0	4,3	0,1	3,3	260,5	
	Стародубский	11,7	9,0	1,4	0,1	1,1	68,4	
	Сред. значение	9,0	3,6	2,7	0,3	2,3	298,0	

¹представлены города вместе с районами

Таблица 2.
Обобщенные функциональные кардиологические реакции детей 7-10 лет, проживающих
на экологически неблагополучных территориях Брянской области

Районы Брянской области	Экологически благополучные	Радиационно-изолированные	Радиационно-токсические	Токсические
Функциональные кардиологические реакции				
Опережение возрастных норм пульса в покое, %				
дети 7-8 лет	9,2%	45,0%	33,3%	15,5%
дети 9-10 лет	4,8%	36,8%	24,6%	7,7%
Патологические тахикардии после нагрузки, %				
дети 7-8 лет	8,5%	23,6%	41,7%	29,2%
дети 9-10 лет	14,0%	35,4%	51,6%	42,7%

Аритмии в покое, % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	5,0% 0,0%	14,2% 9,1%	25,4% 17,7%	19,5% 12,3%
Аритмии после нагрузки, % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	12,9% 8,3%	33,8% 25,8%	52,8% 39,5%	41,4% 32,0%
Опережение возрастных норм САД в покое, % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	6,0% 2,7%	41,2% 28,9%	24,3% 18,5%	14,4% 5,3%
Опережение возрастных норм ДАД в покое % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	8,9% 5,2%	45,6% 27,3%	33,6% 20,5%	20,7% 20,3%
Отставание по возрастным нормам САД в покое, % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	0,0% 0,0%	3,0% 5,7%	9,5% 6,0%	10,5% 14,5%
Отставание по возрастным нормам ДАД в покое, % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	0,0% 0,0%	0,0% 1,6%	0,6% 0,5%	0,0% 1,2%
Гипертонические реакции САД после нагрузки,% дети 7-8 лет дети 9-10 лет	8,9% 13,4%	25,0% 31,7%	43,5% 53,9%	32,1% 40,9%
ВСД-реакции ДАД после нагрузки, % дети 7-8 лет дети 9-10 лет	4,2% 7,5%	21,0% 33,8%	53,3% 60,5%	39,6% 44,5%

ВЫВОДЫ

1. Выявлены существенные различия в функциональных кардиологических реакциях у детей Брянской области, испытывающих радиоактивное, техногенное токсико-химическое и комбинированное радиационно-токсическое воздействие окружающей среды.
2. На экологически благополучных территориях области функциональные кардиологические реакции детей указывают на адаптивность сердечно-сосудистой системы и достаточность функциональных резервов сердца, не выявляя признаков расстройств регуляции тонуса сосудов.
3. Загрязнение окружающей среды радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС в радиационно-изолированных районах повлекло за собою опережение средневозрастных стандартов пульса и артериального давления у детей, что связано, по всей вероятности, с явным опережением формирования организма, активацией функций эндокринной системы, в том числе и щитовидной железы, при ее кардиогенном эффекте.
4. На комбинированных радиационно-токсических территориях, как и в радиационно-изолированных, отмечаются реакции стимула функциональных кардиологических реакций детского организма в виде опережения средневозрастных стандартов, но с более резким увеличением частоты отклонений показателей от норм: патологических тахикардий (46,6%), аритмий (33,8%), гипертонических (48,7%) и дистонических реакций (56,3%), что указывает на дезадаптацию нейроэндо-кринной регуляции сердечно-сосудистой системы, доклиническое отклонение регуляции гемодинамики и нарушение вегетативной регуляции тонуса сосудов у обследованного контингента.
4. Сердечно-сосудистая система детей, проживающих на токсических территориях (характерного для большинства промышленных городов России), и не подверженных влиянию аварийного радиационного фактора, отвечает типовым реакциям на техногенно-токсическую загрязненность окружающей среды, проявляясь повышенной частотой патологических тахикардий (35,9%), аритмий (26,3%) и дисфункций регуляции артериального давления (39,3%), особенно в возрасте 9-10 лет.

We present the results of long-term investigations of functional cardiological reactions of children and teen-agers born and living under radioactive (as the result of the Chernobyl catastrophe), toxic-chemical and combined radioactive-toxic conditions. We revealed children and teen-agers' functional cardiological stimulus reactions in the form of average age standards advance when effects of radioactive environment were isolated, but sharply deformed similar reactions when technogenic toxic chemical components.

The key words: Ecological trouble, environmental radioactivity, technogenic toxicity, functional condition.

Список литературы

1. Михалёв, В.П. Роль фоновых техногенных компонентов среды в формировании реакций населения на воздействие аварийного радиационного фактора: автор. дис. док. мед. наук / В.П. Михалёв. М., 2001. 41 с.
2. Булацева, М.Б. Влияние сочетанного действия после аварийного радиоактивного и техногенного химического загрязнения на физическое развитие и здоровье детей и подростков Брянской области: автор. дис. канд. мед. наук / М.Б. Булацева. М.: 2005. 28 с.
3. Корсаков, А.В. Особенности физического развития и функционального состояния детского и подросткового населения Брянской области на территориях с резкими экосистемными изменениями состава среды: автор. дис. канд. биол. наук / А.В. Корсаков. Брянск, 2006. 24 с.
4. Средние накопленные за 1986-2001 гг. эффективные дозы облучения (включая дозы облучения щитовидной железы) жителей населенных пунктов Брянской, Калужской, Липецкой, Орловской, Рязанской и Тульской областей Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 года "Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС" (справочник) / под. ред. Г.Я. Брукка. М.: Министерство здравоохранения РФ, 2002. 206 с. (издание официальное).
5. Степаненко, П.А. Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников в Брянской области в 2000-2009 гг. (согласно отчетам ТП-1 воздух) / П.А. Степаненко // Материалы Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (рукопись). Брянск, 20010. 30 с.

Об авторах

Михалёв В. П. – доктор медицинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского korsakov_anton@mail.ru

Трошин В. П. – доктор медицинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, patanat32@gmail.com

Корсаков А. В. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного технического университета, korsakov_anton@mail.ru

УДК – 574.5; 572.1/.4

КОМПЛЕКСНАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ ТЕРРИТОРИЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Корсаков, В.П. Михалёв, В.П. Трошин

Представлена комплексная картографическая оценка степени экологического неблагополучия всех территорий Брянской области с различной плотностью радиоактивного (вследствие аварии на Чернобыльской АЭС), токсического (вследствие промышленных выбросов в атмосферу), пестицидного (вследствие внесения пестицидов в почву сельскохозяйственных угодий) и комбинированного загрязнения окружающей среды. Установлены резкие различия изменений состава среды по радиационному, токсическому и пестицидному загрязнению на территориях области.
Ключевые слова: экологическое неблагополучие, токсические вещества, плотность радиоактивного загрязнения, ЧАЭС, пестициды, многофакторная загрязненность среды.

ВВЕДЕНИЕ

Вторая половина XX века, в результате создания многоплановой атомной энергетики, внесла в среду обитания постоянно растущее количество искусственных техногенных радионуклидов, новых, как по выходу на экосистемный уровень [1-3], так и по уровню сочетанных воздействий с не менее агрессивными техногенными токсическими веществами [4]. Количество территорий, на которых мощности доз от излучений нового спектра радионуклидов в десятки раз превосходят фон, существовавший в доатомный период и вариантов характерных для современной среды комбинированных радиационно-токсических воздействий неуклонно растет [5, 6].

В Брянской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС образовалась, не встречающаяся на других территориях экологическая среда, уникальная как в плане повышенной радиоактивной загрязненности юго-западных территорий области, так и в плане появления территорий новейших, неизвестных ранее (до аварии) комбинированных радиационно-токсических и радиационно-изолированных (экологически благополучных по токсическим компонентам) антропогенных воздействий при равных дозах радиационных нагрузок на население [5, 6]. Вместе с тем, несмотря на известность географии

распределения радиационных загрязнений Брянской области, исследование последствий Чернобыльской катастрофы по-прежнему рассматривается без учета фоновых техногенно-токсических воздействий, их интенсивности (в том числе и по данным официального доклада МАГАТЭ за 2005 год) и неизбежного в связи с этим роста заболеваемости населения [7-9]. Дифференцировка территорий и, соответственно, популяционных групп населения с учетом географии распределения загрязнений основными токсикантами и радионуклидами вследствие аварии на ЧАЭС проводилась в единичных работах [5, 10-12]. Единичные исследования проводились также с учетом влияния комбинированного действия радиационных (вследствие аварии на Чернобыльской АЭС) и пестицидных нагрузок на здоровье, физическое и нервно-психическое развитие детей и подростков на территории Брянской области [13, 14].

Последствия такой резкой многофакторной загрязненности окружающей среды, степень нарушений формирования здоровья населения, проживающего в таких районах, особенно детей (критического звена на воздействия антропогенных факторов), предоставляет крайне важным и необходимым для прогнозирования эффективности вкладов техногенно-токсических факторов среды в реакции населения на радиоактивную загрязненность вследствие аварии на ЧАЭС. Поэтому нами предпринято проведение комплексной картографической оценки степени экологического неблагополучия всех территорий Брянской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения комплексной картографической оценки степени экологического неблагополучия нами анализировалась радиоактивная (вследствие аварии на Чернобыльской АЭС), токсическая (вследствие промышленных выбросов в атмосферу), пестицидная (вследствие внесения пестицидов в почву сельскохозяйственных угодий) и комбинированная загрязненность окружающей среды всех территорий Брянской области.

Для установления величин плотности радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs нами использовались данные справочника [15].

Показатели величин валовых газообразных промышленных выбросов указанными газообразными токсикантами (тонн в год) нами изучены по материалам паспортизации всех предприятий Брянской области за 2008 год [16].

Пестицидная загрязненность почв посевных площадей сельскохозяйственных угодий области (кг/га) оценивалась нами по материалам ФГУ Брянскагрохимрадиология также за 2008 год [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе проведенной комплексной картографической оценки степени экологического неблагополучия нами выделены 6 групп территорий Брянской области (табл. 1):

1. Районы с малой плотностью радиоактивного и токсического загрязнения (экологически благополучные).
2. Районы с малой плотностью радиоактивного и среднего уровня токсического загрязнения.
3. Районы с малой плотностью радиоактивного и высокого уровня токсического загрязнения (токсические).
4. Районы со средней плотностью радиоактивного и токсического загрязнения.
5. Районы с высокой плотностью радиоактивного и малого токсического загрязнения (радиационно-изолированные).
6. Районы с высокой плотностью радиоактивного и среднего уровня токсического загрязнения (комбинированные радиационно-токсические).

В первой группе районов средние уровни плотности радиоактивного загрязнения не превышают 0,65 ки/км² (по ^{137}Cs), среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам не превышают 1,69 кг/чел/год, что позволяет отнести эти районы к экологическому благополучию окружающей среды.

Вторая группа районов самая большая и включает г. Брянск, г. Сельцо и 11 районов области. Уровни плотности радиоактивного загрязнения не превышают 0,76 ки/км², составляя в среднем 0,40 ки/км². Среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам превышают 2 кг/чел/год (от 2,23 кг/чел/год в Мглинском районе до 16,44 в Почепском). Следует отметить, что наибольшие среднегодовые токсические нагрузки испытывают жители Почепского района (16,44 кг/чел/год), г. Брянска (13,61 кг/чел/год) и Трубчевского района (12,84 кг/чел/год).

К третьей группе районов относится только Дятьковский район области. Средний уровень плотности радиоактивного загрязнения составляет 0,8 ки/км². Среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам составляют 113,03 кг/чел/год, что позволяет отнести этот район к крайне высокому уровню токсического загрязнения и выделить его отдельно. Следует особо отметить, что среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам превышают общегородские (г. Брянска) в 8,3 раза.

В четвертой группе районов регистрируются средние уровни плотности радиоактивного и токсического загрязнения. Плотность радиоактивного загрязнения здесь выше 1 ки/км², составляя 1,21 в Брасовском, 1,40 в Комаричском и 1,85 в Стародубском районе. Среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам в Брасовском районе больше экологически благо-

получных районов в 2,27, Стародубском – 4,89 и Комаричском – в 5,80 раза.

В пятой группе районов средние уровни плотности радиоактивного загрязнения составляют 10,36 в Гордеевском, 15,27 в Новозыбковском, 15,43 в Злынковском и 15,48 ки/км² в Красногорском районе достигая максимальных величин в с. Зaborье Красногорского района (80,97 ки/км²). Несмотря на высокий уровень радиоактивного загрязнения, среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам минимальны по области, не превышая 1,21 кг/чел/год, что позволяет отнести эти районы к радиационно-изолированному воздействию окружающей среды.

Таблица 1

Районирование территории Брянской области по степени экологического неблагополучия окружающей среды

Территории Брянской области	Максимальные, средние и минимальные величины плотности радиоактивного загрязнения по ¹³⁷ Cs, ки/км ² , 2001	Среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам, кг/чел/год, 2008	Количество пестицидов на посевную площадь сельскохозяйственных угодий, кг/га, 2008*
Районы с малой плотностью радиоактивного и токсического загрязнения			
Клетнянский	0,74/0,29/0,08	1,20	0,02
Дубровский	0,74/0,29/0,08	1,22	0,07
Жирятинский	0,74/0,29/0,08	0,79	0,29
Севский	1,79/0,21/0,11	0,51	0,40
Рогнединский	1,46/0,21/0,11	1,55	0,006
Суземский	1,36/0,65/0,12	1,69	1,82 ¹
Районы с малой плотностью радиоактивного и среднего уровня токсического загрязнения			
Почепский	0,74/0,29/0,08	16,44	0,25
г. Брянск	0,74/0,29/0,08	13,61	Не вносятся
Трубчевский	1,78/0,65/0,12	12,84	1,67 ¹
Унечский	1,24/0,65/0,12	7,65	1,65 ¹
Брянский	0,74/0,29/0,08	7,55	0,41
г. Сельцо	0,74/0,29/0,08	6,99	Не вносятся
Жуковский	0,74/0,29/0,08	6,57	0,01
Карабинский	1,33/0,76/0,18	4,24	0,46
Суражский	1,78/0,65/0,12	3,89	0,01
Выгоничский	1,46/0,29/0,08	3,38	0,06
Погарский	2,55/0,21/0,11	2,68	0,18
Навлинский	2,34/0,27/0,11	2,37	0,10
Мглинский	1,08/0,27/0,11	2,23	0,06
Районы с малой плотностью радиоактивного и высокого уровня токсического загрязнения			
Дятьковский	3,48/0,80/0,15	113,03	0,18
Районы со средней плотностью радиоактивного и токсического загрязнения			
Стародубский	5,43/1,85/0,47	5,68	0,78
Комаричский	2,91/1,40/0,40	6,73	0,89
Брасовский	2,14/1,21/0,33	2,64	0,05
Районы с высокой плотностью радиоактивного и малого токсического загрязнения			
Новозыбковский	40,82/15,27/4,66	0,61	0,28
Злынковский	33,15/15,43/1,41	1,21	Не вносятся
Красногорский	80,97/15,48/1,27	1,20	0,009
Гордеевский	30,34/10,36/1,20	0,87	0,03
Районы с высокой плотностью радиоактивного и среднего уровня токсического загрязнения			
г. Клинцы	6,19 (средняя величина)	6,38	Не вносятся
г. Новозыбков	13,63 (средняя величина)	4,15	Не вносятся
Клинцовский	21,60/7,04/1,04	4,63	0,20
Климовский	12,98/4,75/0,87	4,27	0,26

*Количество вносимых пестицидов не превышает санитарно-гигиенических нормативов

¹ В Суземском, Трубчевском и Унечском районах количество вносимых пестицидов выше 1,5 кг/га

К шестой группе районов относятся районы комбинированного радиационно-токсического воздействия. Средние уровни плотности радиоактивного загрязнения составляют 13,63 в г. Новозыбкове, 7,04 в Клинцовском районе, 6,19 в г. Клинцы и 4,75 ки/км² в Климовском районе достигая максимальных величин в пос. Красный луч Клинцовского района (21,60 ки/км²). Среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам превышают 4 кг/чел/год, составляя 4,15 в г. Новозыбкове, 4,27 в Климовском и 4,63 в Клинцовском районе, 6,38 – в г. Клинцы.

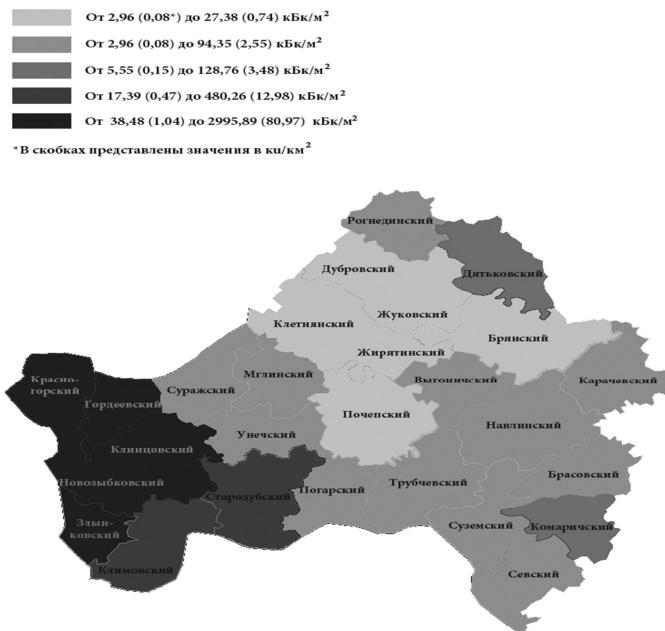


Рис. 1 Плотность загрязнения территорий Брянской области цезием-137 вследствие аварии на ЧАЭС по минимальным и максимальным величинам радиационных воздействий (2001 г., $\text{кБк}/\text{м}^2$)

Следует отметить, что количество пестицидов на посевную площадь сельскохозяйственных угодий в Брянской области не превышает санитарно-гигиенических нормативов во всех районах, составляя в среднем 0,42 кг/га [17]. Максимальные величины пестицидной загрязненности в Российской Федерации достигают 5,44 кг/га [18], в Брянской области в 3 раза меньше, достигая максимальных значений в Суземском (1,82), Трубчевском (1,67) и Унечском (1,65) районах [17].

На рис. 1 представлена карта по плотности загрязнения всех территорий Брянской области цезием-137 вследствие аварии на ЧАЭС по минимальным и максимальным величинам радиационных воздействий (2001 г., $\text{кБк}/\text{м}^2$).

На рис. 2 представлена карта среднегодовых токсических нагрузок на жителя всех территорий Брянской области по газообразным токсикантам в 2008 году (кг/чел/год).

На рис. 3 представлена карта количества пестицидов на посевную площадь сельскохозяйственных угодий Брянской области (кг/га) в 2008 году.

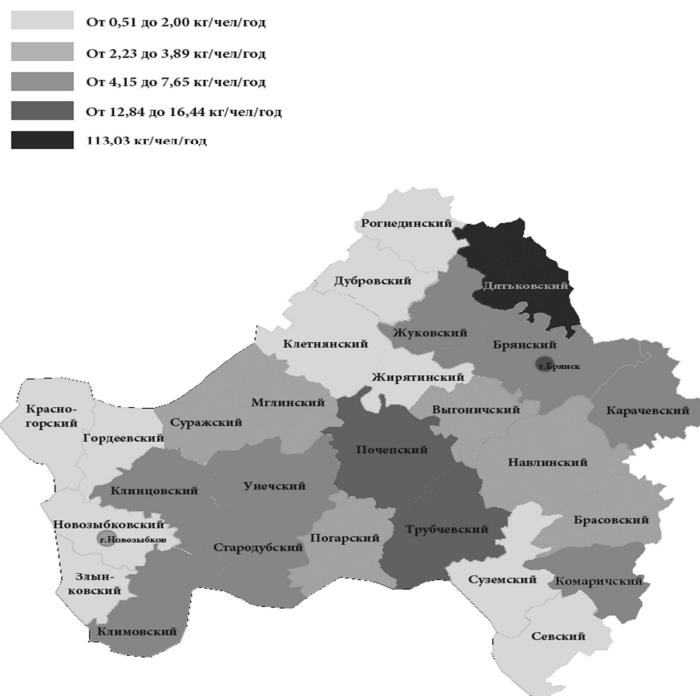


Рис. 2. Среднегодовые токсические нагрузки на жителя всех территорий Брянской области по газообразным токсикантам в 2008 году (кг/чел/год)

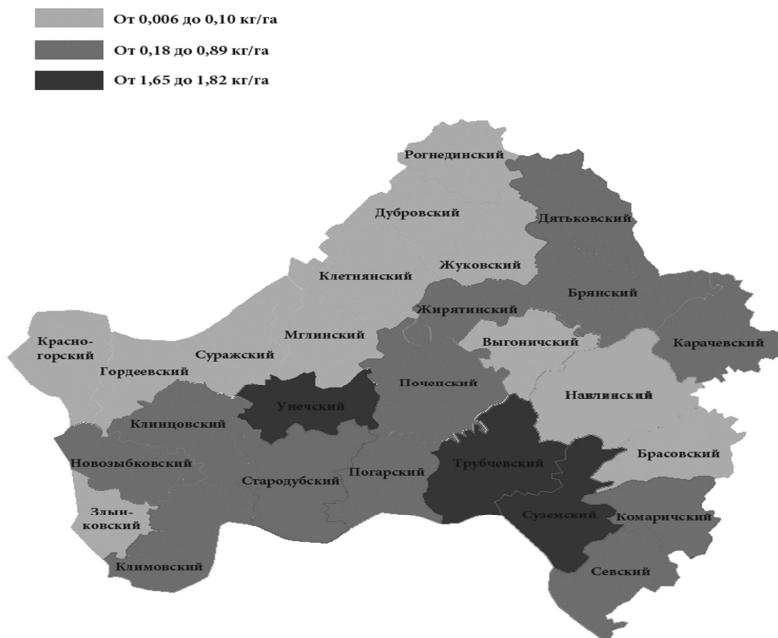


Рис. 3 Количество пестицидов на посевную площадь сельскохозяйственных угодий Брянской области (кг/га) в 2008 году

ВЫВОДЫ

1. Комплексная картографическая оценка степени экологического неблагополучия территории Брянской области выявила многофакторность антропогенных воздействий по уровню радиоактивного, токсического и пестицидного загрязнения окружающей среды, изменяющуюся в чрезвычайно больших пределах.

2. Пределы антропогенных воздействий изменяются от 2,96 до 2995,89 кБк/м² по плотности радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs, от 0,51 до 113,03 кг/чел/год по среднегодовым токсическим нагрузкам на жителя газообразными токсикантами и от 0,006 до 1,82 кг/га по количеству пестицидов на площадь сельскохозяйственных угодий.

3. На основе комплексной картографической оценки нами выделены 6 групп территорий Брянской области по степени воздействия факторов экологического неблагополучия окружающей среды.

4. В Брянской области образовалась не встречающаяся на других территориях экологическая среда, уникальная в плане появления территорий новейших, неизвестных ранее (до аварии) комбинированных радиационно-токсических и радиационно-изолированных (экологически благополучных по токсическим компонентам) антропогенных воздействий при равных дозах радиационных нагрузок на население.

5. В Дятьковском районе области среднегодовые токсические нагрузки на жителя по газообразным токсикантам составляют 113,03 кг/чел/год, превышая аналогичные общегородские (г. Брянск) показатели в 8,3 раза, что позволяет отнести этот район к крайне высокому уровню токсического загрязнения и выделить его отдельно.

6. Количество пестицидов на посевную площадь сельскохозяйственных угодий Брянской области не превышает санитарно-гигиенических нормативов во всех районах, составляя в среднем 0,42 кг/га и, следовательно, область является экологически благополучной по этому показателю.

It is presented the complex cartographical estimation of degree of ecological trouble of all territories of the Bryansk region with various density of the radioactive (owing to failure on the Chernobyl atomic power station), toxic (owing to industrial emissions the complex cartographical estimation of degree of ecological trouble of all territories of the Bryansk region is presented to atmosphere), pesticidal (owing to entering of pesticides into soil of agricultural grounds) and the combined environmental contamination. Sharp distinctions of changes of structure of environment on radiating, toxic and pesticidal pollution in area territories are established.

The key words: *ecological trouble, toxic substances, density of radioactive pollution, Chernobyl catastrophe, pesticides, multifactorial impurity of environment.*

Список литературы

- Яблоков, А.В. Об "экологической чистоте" атомной энергетики / А.В. Яблоков // Глобальные проблемы биосферы. Серия "Чтения памяти академика А.Л.Яншина"; Вып.1. М.: Наука, 2001. 198 с.
- Алексахин, Р.М. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Л.А. Булдаков, В.А. Губанов и др. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.

3. Акимова, Т.А. Экология. Природа-человек-техника / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. М.: ЮНИТИ, 2001. 343 с.
4. Израэль, Ю.А.. Экология и контроль состояния природной среды. Издание 2-е дополненное / Ю.А. Израэль. М.: Гидрометиздат, 1984. 559 с.
5. Михалёв В.П. Роль фоновых техногенных компонентов среды в формировании реакций населения на воздействие аварийного радиационного фактора: автор. дис. док. мед. наук / В.П. Михалёв. М., 2001. 41 с.
6. Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология: Учеб. пос. для студ. высш. учеб. завед. / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалёв. М.: «Академия», 2004. 240 с.
7. Наследие Чернобыля – медицинские, экологические и социально-экономические последствия: доклад. Вена: МАГАТЭ, 2005. 780 с.
8. The Human consequences of Chernobyl Nuclear Accident. A Report Commissioned by UNDP and UNICEF with the support of UN OCHA and WHO, 2002.
9. Иванов В.К. Ликвидаторы Чернобыльской катастрофы: радиационно-эпидемиологический анализ медицинских последствий / В.К. Иванов, А.Ф. Цыб, С.И. Иванов. М.: Галанис, 1999. 312 с.
10. Булацева, М.Б. Влияние сочетанного действия после аварийного радиоактивного и техногенного химического загрязнения на физическое развитие и здоровье детей и подростков Брянской области: автор. дис. канд. мед. наук / М.Б. Булацева. М.: 2005. 28 с.
11. Корсаков, А.В. Особенности физического развития и функционального состояния детского и подросткового населения Брянской области на территориях с резкими экосистемными изменениями состава среды: автор. дис. канд. биол. наук / А.В. Корсаков. Брянск, 2006. 24 с.
12. Цыгановский А.М. Особенности моррофункциональных реакций юношеского населения Брянской области на радиоактивную и техногенно-токсическую загрязненность окружающей среды: автор. дис. канд. биол. наук. / А.М. Цыгановский. Брянск, 2009. 26 с.
13. Золотникова Г.П. Научные основы охраны здоровья человека в условиях комбинированного и сочетанного воздействия пестицидов и экстремальных физических факторов производственной и окружающей среды: дис. докт. мед. наук / Золотникова Галина Петровна. М., 1998. 247 с.
14. Шумейко А.Я. Загрязнение пестицидами объектов окружающей среды как потенциальная опасность для здоровья населения: Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны здоровья учащейся молодежи» (24-25 марта 2004) / Под. ред. Г.П. Золотниковой, В.Д. Симоненко. Брянск, БГУ, 2004. С. 75-78.
15. Средние накопленные за 1986-2001 гг. эффективные дозы облучения (включая дозы облучения щитовидной железы) жителей населенных пунктов Брянской, Калужской, Липецкой, Орловской, Рязанской и Тульской областей Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 года "Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС" (справочник) / под. ред. Г.Я. Брукка. М.: Министерство здравоохранения РФ, 2002. 206 с. (издание официальное).
16. Города и районы Брянской области. 2009: Стат. сб./Брянскстат. Брянск, 2009. 232 с.
17. Применение пестицидов на сельскохозяйственных угодьях (кг), посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (га) и количество пестицидов на посевную площадь сельскохозяйственных угодий Брянской области (кг/га) в 2008 году: материалы ФГУ Брянскагрохимрадиология (рукопись). Брянск, 2009. 3 с.
18. Астарханова, Т.С. Экотоксикологическое обоснование оптимизации применения химических средств защиты растений в системе защиты многолетних насаждений от вредителей и болезней в Северо-Кавказском регионе: автор. дис. докт сельскохозяйственных наук / Т.С. Астарханова. Санкт-Петербург, Пушкин, 2008. 40 с.

Об авторах

Михалёв В.П. – доктор медицинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского korsakov_anton@mail.ru

Трошин В.П. – доктор медицинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, patanat32@gmail.com

Корсаков А.В. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного технического университета, korsakov_anton@mail.ru

УДК – 631.1

ФИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЕВ

В.П. Косьянчук

Показано, что наиболее высокие показатели фотосинтетической деятельности формировали посевы при возделывании по технологии с умеренным использованием средств химизации. Программируемые уровни урожайности реально достижимы.

Ключевые слова: фотосинтез, технологии, удобрения, урожайность, структура, модели посевов.

ВВЕДЕНИЕ

Урожай сельскохозяйственных культур формируется в процессе фотосинтеза. Для повышения коэффициента использования ФАР необходимо создание оптимальной структуры посевов, наиболее полно поглощающих и использующих солнечную радиацию.

Большое значение для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур имеются размеры ассимиляционной площади листовой поверхности. Оптимальной структурой обладают те посевы, в которых площадь листьев быстро возрастает до 40 тыс. м²/га и по возможности долго сохраняется в конце вегетации значительно уменьшается или полностью отмирает, отдавая накопленные пластические вещества репродуктивной части урожая [1, с.105].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполнены на опытном поле Брянской ГСХА в многолетнем опыте, который функционирует с 1983 года, имеет номер государственной регистрации 046369 и включен в Государственную сеть опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами. В рамках плодосменного севооборота разрабатываются технологии возделывания полевых культур на основе системного подхода. Ведущими звенями технологии были разные уровни применения средств химизации, способы основной обработки почвы, густота стояния растений и сорта неодинаковой степени интенсивности.

Общая площадь делянок в опыте составляет 237,6 м², учетная – 200 м² (при расщеплении 100 м²). Удобрения применялись в расчетных нормах: по зерновым культурам на уровень урожайности зерна 45-50 ц/га, клубней картофеля 300-320 ц/га.

Все наблюдения, учеты и анализы проводили по общепринятым методикам и ГОСТам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Любая технология, агротехнический прием дает эффект, если обеспечивает быстрый прирост и достижение оптимальных размеров площади листьев в посевах, способствует сохранению их в активном состоянии более длительный период времени [2, с.54].

Необходимо отметить, что площадь листовой поверхности зависит от густоты стеблестоя, агрометеорологических и агротехнических условий. На стационарном опыте БГСХА показатели фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы были наиболее высокими на фоне с нормой высея 5,0 млн. всхожих семян на 1 га при использовании средств химизации. Площадь листьев в начале колошения озимой пшеницы составила 47,9-50,3 тыс. м²/га, без использования средств химизации – 35,8 тыс. м²/га.

Результаты исследования по другим культурам дают основание считать, что урожайность сельскохозяйственных культур в решающей степени зависит от величины листовой поверхности. Отмечена прямая пропорциональная зависимость между этими двумя показателями у всех сельскохозяйственных культур. Однако эта зависимость возможна лишь при увеличении площади листьев до оптимальных значений.

Однако площадь листьев недостаточно полно отражает фотосинтетическую деятельность посевов. Для характеристики фотосинтетической работы посева за период вегетации предложен показатель – фотосинтетический потенциал посева.

По нашим расчетам в условиях Брянской области оптимальный ФП находится в интервале 2,2 – 2,5 млн. м² * дн/га, выход на каждую 1000 единиц ФП зерна составляет 2,7 – 3,0 кг. Для получения урожая озимой пшеницы 50 – 60 ц/га зерна необходимо иметь площадь листьев 40 – 50 тыс. м²/га, ФП – 2,5 млн. м² * дн/га, густоту посева 5,0 млн. всхожих семян на 1 га с сохранением к уборке 400 шт/м². [3, с.39].

Важным показателем, характеризующим интенсивность работы фотосинтетического потенциала, является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Она измеряется количеством сухой органической массы в граммах, которое синтезирует 1 м² листовой поверхности за сутки:

Чистая продуктивность работающих посевов достигает 5 – 6 г/м² в сутки. При ФП = 2 – 2,5 млн. м² в сутки, общий урожай биомассы составляет за 100 дней вегетации 10 – 15 т/га, что может

соответствовать 40 – 60 ц/га зерна, 500-700 ц/га картофеля.

При проведении исследований установлено, что основные показатели фотосинтетической деятельности по целому ряду культур приближаются к оптимальным величинам при возделывании их на серых лесных почвах без использования средств химизации и при ограниченном применении минеральных удобрений и пестицидов (табл.1).

Для планирования заданной урожайности необходимо определить оптимальные показатели основных элементов структуры урожая, формирование которых должно быть обеспечено комплексом агротехнических мероприятий. Биологической моделью будущего урожая зерновых культур является структурная формула, предложенная М.С.Савицким.

Таблица 1

Фотосинтетическая деятельность посевов сельскохозяйственных культур в условиях биологизации земледелия (многолетний опыт БГСХА)

Показатели	Озимая пшеница Московская 70		Картофель Невский		Ячмень Прима Белоруссии	
	с умеренным применением средств химизации	без использования средств химизации	с умеренным применением средств химизации	без использования средств химизации	с умеренным применением средств химизации	без использования средств химизации
1	2	3	4	5	6	7
Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	50,3	35,8	40,3	39,9	48,1	38,8
Фотосинтетический потенциал посевов, тыс. м ² * дн/га	1638	1206	3762	3726	1894	1460
Чистая продуктивность посевов, г/ м ² * дн	5,6	9,2	5,5	5,6	4,7	4,4
Выход продукции на 1000 единиц ФП, кг	2,5	2,6	8,0	7,6	5,6	4,8

Чтобы получить программируемую урожайность озимой пшеницы 54,1 ц/га следует обеспечить формирование такой структуры урожая:

$$Y = 225 * 2,0 * 32 * 37,6 / 10000 = 54,1 \text{ ц/га.}$$

Исследования показали, что высокая урожайность зерновых культур (40 – 50 ц/га) формируется за счет количества продуктивных стеблей на единице площади, увеличения продуктивной кустистости, повышения количества зерен в колосе или метелке и массы зерна с одного колоса. Главенствующее значение принадлежит двум последним показателям (табл.2).

Таблица 2

Элементы структуры урожая зерновых культур в условиях биологизации земледелия (многолетний полевой опыт Брянской ГСХА)

Элементы структуры	Озимая пшеница Московская 70		Ячмень Прима Белоруссии		Просо Быстрое	
	с умеренным применением средств химизации	без использования средств химизации	с умеренным применением средств химизации	без использования средств химизации	с умеренным применением средств химизации	без использования средств химизации
1	2	3	4	5	6	7
Число растений на м ² перед уборкой	224	223	231	202	172	210
Продуктивная кустистость	1,53	1,34	1,64	1,52	1,18	1,20
Число зерен в колосе или метелке, шт	31	28	21	20	277	187
Масса зерна колоса или метелки, г	1,32	1,21	1,05	1,01	1,67	1,08
Масса 1000 зерен, г	37,91	39,52	50,37	52,87	6,12	5,61

Наиболее четко это прослеживается на просе, если вести сравнение с вариантами, где достаточно интенсивно применялись средства химизации. Масса 1000 зерен в вариантах с биологическими технологиями несколько снижалась.

Модель посевов заданной продуктивности составляется с учетом величины программируемого урожая, при этом учитывают фитометрические показатели, норму высева и густоту посева. Важно получить посевы с оптимальной структурой, высокими показателями их фотосинтетической деятельности, контролировать этот процесс и управлять им (табл.3,4).

Таблица 3

Примерные модели посевов озимой пшеницы различной продуктивности

Показатели	Планируемый урожай		
	30	40	50
Масса зерна в одном колосе, г	0,98	1,09	1,23
Число зерен в колосе, шт	28	30	32
Масса 1000 зерен, г	35	36,5	38,6
Число продуктивных колосьев к уборке, шт/м ²	306	367	406
Продуктивная кустистость	1,5	1,5	1,5
Число растений к уборке, шт/м ²	204	245	271
Общая выживаемость растений к уборке, %	70	70	70
Норма высева семян, млн. шт/га	2,9	3,5	3,9

Указанным в таблице урожаям зерна должны соответствовать сборы абсолютно сухой биомассы 75 – 125 ц/га. При программировании 50 ц зерна озимой пшеницы сорта Московская 70, имеющую массу 1000 зерен 38,6г., выход зерна с одного колоса 1,23г (38,6*32/1000). К уборке надо иметь на 1м² 406 продуктивных стеблей. Это при средней продуктивной кустистости 1,5 соответствует 271 растений на м² (406/1,5). При общей выживаемости 70%, заданный урожай может быть получен при посеве с нормой высева 3,9млн. семян на 1га (271/ 70%)

Таблица 4

Фитометрические показатели посевов озимой пшеницы

Показатели	Урожай абсолютно сухой биомассы ц с га		
	75	100	125
Выход зерна на 1тыс. единиц ФП, кг	2,7	2,85	3,0
ФП посева, тыс. м ² ·дн /га	1110	1403	1667
Площадь листьев, тыс. м ² /га средняя	11,1	14,03	16,67
максимальная	19,98	25,25	30,0

При программировании 50ц зерна озимой пшеницы с 1га за период ее весенне-летней вегетации ($T=100$ дней) и выходе зерна на 1тыс. единиц ФП 3,0 кг

Фотосинтетический потенциал составит $\Phi\text{П}=10^5$ (50/3,0)=1667 тыс. м²·дн/га=1,7 млн. м²·дн/га.

Средняя площадь листьев составит $L_{cp}=1,7/100=16,67$ тыс.м²/га

Обычно максимальная площадь листьев бывает выше средней величины примерно в 1,8-2,0 раза. Это означает, что в фазу полного выхода в трубку – начало колошения максимальная площадь листьев должна достигать 30,0 тыс. м² на га.

ВЫВОДЫ

В условиях юго-запада Центрального региона России результаты многолетних исследований дают основание считать, что программируемые уровни урожайности реально достижимы. На технологиях с использованием средств химизации современные сорта способны формировать урожайность зерна озимой пшеницы Московская 70 45- 48 ц/га, ячменя Прима Белоруссии 34 – 38 ц/га. В вариантах с биологической технологией сбор зерна падает примерно в 1,5 – 1,7 раза.

Урожайность клубней картофеля сорта Невский составляла 300 – 329 ц/га. Решающее влияние на повышение урожайности имели биологические факторы.

Наиболее высокие показатели фотосинтетической деятельности формировали посевы при возделывании на технологиях с умеренным использованием средств химизации.

It is shown that the highest rates of photosynthetic activity formed the crops at the cultivation by technology of moderate use of means of Chemicalization. Programming levels of productivity are achievable.

The key words: photosynthesis, technology, fertilizers, crop, structure, models of crop.

Список литературы

- Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России (под ред. В.Ф. Мальцева и М.К. Каюмова) часть I и II. М.: ФГПУ «Росинформагротех», 2002. 576 с.
- Агроэкологические основы ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Брянской области (под ред. В.Ф. Мальцева) Брянск, изд-во БГСХА, 1999. 165 с.
- Косьянчук В.П., Мальцев В.Ф., Белоус Н.М., Ториков В.Е. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Учебное пособие. Брянск, изд-во БГСХА, 2004. 170 с.

Об авторе

Косьянчук В.П.- доктор сельскохозяйственных наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 338:91 + 312 (471.3)

ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ: ОСОБЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ, РОЛЬ В РЕГИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ

М.Н. Куница

Анализируются процессы современной трансформации геодемографической структуры сельского населения Брянской области. Раскрыты ее общие и региональные особенности на двух уровнях – региональном и локальном. Выявлены главные проблемы и тенденции развития геодемографической структуры, ведущие направления демографической политики в сельской местности области.

Ключевые слова: геодемографическая структура, естественное и миграционное движение населения, сельское население, демографические проблемы, региональная демографическая политика.

В современный период происходят кардинальные изменения сельской местности России. Особенno характерны они для староосвоенных регионов Центра страны, где доминирует сельское расселение. Важным фактором и одновременно индикатором данных процессов является геодемографическая структура, значение которой в настоящее время резко усиливается. Наиболее интенсивна эта тенденция в проблемных районах, в частности, в Брянской области – приграничном чернобыльском регионе России.

Состояние геодемографической структуры области, анализируемой с 1986 года, определяется взаимодействием системы разнотипных социально-экономических, geopolитических, этно-демографических, биологических, природно-экологических факторов. Ведущую роль играет группа социально-экономических факторов. Динамика историко- и geopolитических условий отразилась в пульсационном характере процессов, демографических волнах. Воздействие природно-экологической ситуации активизировалось вследствие радиоактивного загрязнения территории области, особенно ее юго-запада.

В анализируемый период наблюдается трансформация, значительный динамизм, кризисность процессов естественного, миграционного и социального движения населения. Особо длителен и выражен **демографический кризис** в сельской местности Брянской области. Он характеризуется: депопуляцией, естественной убылью, снижением качества воспроизводства населения, деформацией половозрастной структуры, нестабильностью семейных отношений, активизацией и усложнением миграций, социальной поляризацией общества.

Один из индикаторов демографического кризиса – **уменьшение численности сельского населения**. В начале 2009 года постоянное сельское население области составило 408,41 тыс. чел., 2010 года – 405,48 тыс. чел. [2]. Сложна динамика процесса. Количество жителей уменьшалось до 1992 года. Данная тенденция являлась общероссийской. Однако ее интенсивность в области была несколько повышена. Темпы падения были значительными – на 6,0-6,8 тыс. чел. ежегодно. Важный фактор - качественные изменения расселения, связанные с ликвидацией последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Затем последовал кратковременный (трехгодичный) рост за счет активизации приезда возвратных чернобыльских мигрантов, беженцев и вынужденных переселенцев и небольшого числа горожан. С 1996 года возобновился длительный тренд снижения вследствие естественной убыли и миграционного оттока из значительного количества районов. Темпы сокращения изменились. Максимума они достигли в 2000-2001 годах (7,9-8,2 тыс. чел.). В первые годы XXI века положение улучшилось - до стабилизации населения, главным образом вследствие административных преобразований (перевода пгт в категорию сельских поселений). Ухудшение демографической ситуации определило второй пик темпов уменьшения численности (6,1-7,4 тыс. чел. в 2005-2006 годах). В настоящее время интенсивность данного процесса снижается (до 2,9 тыс. чел. ежегодно). Ее уровень, как и ранее, выше среднего по ЦФО. За анализируемый период сельская местность области «потеряла» 22 % населения, тогда как городская – только 6 %.

Значительны региональные особенности динамики численности населения. Выделены 7 ее типов. Наиболее полярны два. Для первого характерно постоянное уменьшение вследствие доминирования процессов естественной и миграционной убыли (юго-западные Климовский, Красногорский, Новозыбковский; Суражский и Рогнединский районы). В седьмом типе наблюдалась сложная динамика с доминированием увеличения, его современными значительными темпами вследствие компенсации наибольшим притоком минимальной в области естественной убыли или усиления его приростом (Брянский, Дятьковский районы).

За анализируемый период население 25 районов сократилось. Главная проблема – снижение демографического потенциала сельской местности. Наиболее интенсивна депопуляция в регионах первого и второго типов, концентрирующих юго-западные наиболее радиоактивно загрязненные, а также периферийные территории. Особенно выражена она в сильно пораженных Красногорском, Клинцовском, Злынковском, в мелкоселенном Рогнединском районах, где падение составило 40 - 60 %. В полупериферийном поясе потери меньше, хотя и значительны (20 – 30 %). В большинстве полупригородных регионов с более

высоким социально-экономическим потенциалом уровень снижения не превышает 15 %. Типичен процесс концентрации населения в пригородах. Это особенно характерно для Брянского района.

Депопуляция останется важным демографическим фактором социально-экономического развития сельской местности области не только на ближайшую, но и на среднесрочную (15-летнюю) перспективу. Даже при реализации оптимистического миграционного сценария переход к слабому притоку не сможет компенсировать интенсивную естественную убыль. Согласно варианту прогноза, разработанному территориальным органом Федеральной службы госстатистики по Брянской области, численность сельского населения на начало 2015 года составит 396,0 тыс. чел., 2026 года – 381,4 тыс. чел. [2]. Это определяется спецификой современного этапа урбанизации, **особенностями процессов воспроизведения населения**.

Кризис рождаемости – угроза социально-экономическому развитию сельских населенных пунктов. В анализируемом периоде выделяется **3 этапа** с различной динамикой показателя.

Первый (1986-1988 гг.) отличался достижением пика роста коэффициента – 14,4 %. Хотя данная общероссийская тенденция оказалась более длительной, чем в целом в области, показатели по-прежнему оставались ниже городских. Для второго этапа (1989-2001 гг.) типичен негативный тренд сокращения рождаемости – до 7,7 %. Основными причинами являлись ухудшение уровня жизни населения в условиях социально-экономического кризиса, относительная малочисленность поколения в ведущем репродуктивном возрасте, активизация старения населения, нестабильность семейных отношений. Однако ситуация в сельской местности стала лучше, чем в городской с более интенсивной тенденцией малодетности.

Третий этап начался с 2002 года и характеризуется довольно выраженным трендом увеличения рождаемости. В 2008 году коэффициент составил 11,5 %, в 2009 году – 11,4 % [2]. Положительные факторы - повышение уровня благосостояния населения, подъем демографической «волны», определившей благоприятность половой структуры в основном репродуктивном периоде. Реализация мер демографической политики несколько сгладила последствия дезадаптации людей в условиях современного кризиса, проявившегося с 2008 года. Наблюдался возврат к доминированию городского показателя. Однако «разрыв» нивелировался. В городской среде быстрее реализовался потенциал рождений, процесс «постарения» рождаемости был значительно активнее. В 2008 году сельская местность снова обрела лидерство. Важной проблемой является рост внебрачной рождаемости до 34-30 %. Наиболее сложное положение в ряде центральных районов и на северо-западе. Однако область продолжает занимать по уровню рождаемости одно из лидирующих положений в ЦФО.

Изменяется региональная структура рождаемости. В течение длительного периода доминировал юго-запад, особенно Гордеевский район. Это обусловлено рядом причин: некоторым омоложением населения вследствие высокой миграционной подвижности, социально-психологической адаптацией людей к сложившимся условиям жизни, эффектом компенсационной рождаемости у местного населения и прижившихся мигрантов. Однако этап сокращения рождаемости в данном депрессивном регионе с современным миграционным оттоком и усилением степени регрессивности половозрастной структуры затянулся. Переход к росту начался только в 2007 году, однако он довольно интенсивен. С начала XXI века лидерство перешло к Брянскому и Дятьковскому районам с преобладанием активно развивающихся пригородных и полупригородных местностей, где приток мигрантов несколько омолодил возрастную структуру населения. В 2008-2009 годах наиболее высоки показатели (12,0-16,0 %) в Брянском, Брасовском, Карабевском, Погарском, Трубчевском, юго-западных Гордеевском и Клинцовском, максимальны (24,0-34,0 %) в Дятьковском районах [2].

Кризис брачно-семейных отношений – важный фактор репродуктивного поведения населения. Большая часть жителей проживает в семьях. В сельской местности количество браков и разводов меньше, чем в городской. В последние годы это связано и с изменением порядка их регистрации. В основном она проводится в городских центрах. Семейные отношения более устойчивы в селах. Это в определенной степени сдерживало падение, а затем способствовало увеличению рождаемости в последние годы. Все же за анализируемый период нестабильность брачных отношений усилилась. Процесс распространения нерегистрируемых браков более активен именно в селах.

Проблема «поддержания» современного положительного тренда рождаемости - комплексна и особенно важна для регионального развития сельской местности. Согласно оценкам, суммарный коэффициент рождаемости сельского населения будет стабильно выше городского и увеличится до 1,67 в 2015 году, 1,73 в 2025 году [2].

Важный приоритет – *реализация демографической политики*, нацеленной не только на рост числа рождений, но и улучшение качественной структуры рождаемости: повышение показателей материнского здоровья и здоровья новорожденных, стабилизацию внебрачных рождений, снижение удельного веса сверхранних рождений, сокращение уровня социального сиротства и другие. Необходимы инвестиции в человеческий капитал: здоровье и образование детей, их профессиональную подготовку, воспитание позитивных демографических стандартов у подрастающих поколений. Активизация в Брянской области системы стимулирующих мер демографической политики (экономических, административно-правовых, информационно-пропагандистских) особенно важна в начале второго десятилетия

XXI века. Примерно с 2014-2015 годов ожидается изменение тренда – снижение рождаемости вследствие «сужения» поколения в основном репродуктивном возрасте, возможного досрочного исчерпания потенциала рождений вследствие проведения демографической политики. Повышение суммарного коэффициента рождаемости должно несколько «сгладить» ситуацию в сельской местности. Однако только эффективная реализация региональной демографической политики может замедлить темпы сокращения рождаемости.

Длительный кризис смертности вследствие ее резкого роста. Динамика показателя была сложна: периоды увеличения и спада чередовались. Общеобластной и «сельский» тренды в целом сходны. Большинство исследователей считает, что первичная причина роста смертности россиян лежит в сфере политики, социального стресса и образа жизни при доминировании последнего. Важные факторы – ухудшение качества жизни и здоровья людей в условиях социально-экономического кризиса, невысокая эффективность функционирования системы здравоохранения, старение населения, радиационно-экологическое загрязнение юго-запада области. Наибольшие темпы подъема смертности наблюдались в периоды выраженных социально-экономических потрясений: 1992-1994 годы, после дефолта 1998 года – 1999-2000 годы. Следующие «волны» пришли на 2002 и 2005 годы. В целом коэффициент смертности вырос с 15,6 % в 1986 году до 25,8 % в 2005 году. В последнее время показатели снизились, оставаясь высокими: до 21,8 % в 2008 году, 21,1 % в 2009 году [2]. Устойчивость данной положительной тенденции прогнозировать сложно, особенно в условиях современного социально-экономического кризиса. Смертность сельского населения области несколько превышает средние показатели по ЦФО.

Положение в сельской местности значительно хуже, чем в городской. Хотя абсолютное количество умерших в ней меньше, но относительные показатели постоянно намного (на 6-9 %) выше. Трансформация половозрастной структуры смертности – переход к превышению мужской над женской – произошла позже (в 2001 году). Однако проблема сверхсмертности мужчин в селах сейчас выражена интенсивнее. Наиболее велика диспропорция в трудоспособной категории населения. Структура смертности сельских жителей отличается рядом особенностей, в частности, значительным уровнем доминирования болезней системы кровообращения, «удержанием» внешних причин на втором месте, несколько меньшей ролью новообразований. На юго-западе наблюдается смещение в сторону эндокринной патологии [6]. В отличие от абсолютных коэффициентов удельная смертность от основных причин больше в сельской местности, что обусловлено проблемностью функционирования здравоохранения. Высока детская смертность, практически постоянно превышающая городскую.

Региональные различия смертности значительны. В течение длительного периода максимальны показатели на радиоактивно загрязненном юго-западе, депрессивных периферийных западных районах. В последние годы они колеблются в интервале 25-29 % в Климовском, Стародубском, Погарском, Суражском, Рогнединском и Унечском районах. Проблема ухудшения генетического здоровья населения, особенно материнского и детского, наиболее выражена именно на юго-западе. Более благополучное положение в пригородном Брянском и центральном Выгоничском районах (15-17 %).

Долговременный негативный тренд смертности, снижение уровня здоровья населения определили сокращение средней ожидаемой продолжительности жизни. Только в последние годы наметилось ее повышение – до 63,4 лет в 2008 году, 64,3 лет в 2009 году [2]. Однако в селах данный показатель постоянно меньше городского, а сейчас разрыв увеличился до 3,5-4,5 лет. Очень велико различие в длительности жизни мужчин и женщин – 16-17 лет. Этот огромный уровень разницы – индикатор социально-демографического кризиса.

В современных условиях усиливается значимость реализации *демографической политики по сокращению смертности населения*. Главные направления ее решения: последовательное уменьшение смертности от экзогенных болезней; снижение масштабов сверхсмертности от предотвратимых причин, преимущественно в трудоспособном возрасте; сокращение детской смертности, различий смертности разных социально-экономических групп. Для сельской местности особенно актуален системный подход. Наиболее значимы: улучшение условий жизни населения, преодоление бедности, оздоровление образа жизни людей, повышение эффективности функционирования системы здравоохранения, переориентация медицины на вопросы укрепления здоровья и профилактику заболеваний.

Воспроизводство населения характеризуется системой показателей. Наиболее распространенный – коэффициент естественного прироста (убыли). Главная особенность естественного движения населения – его длительная убыль. В отличие от городского населения она наблюдается около 40 лет. Ведущий тренд – ее рост с -1,2 % в 1986 году до -17,5 % в 2005 году. Идет активный процесс исчерпания демографического потенциала. Положительна тенденция современного сокращения убыли вследствие повышения рождаемости и некоторого уменьшения смертности. Однако ее уровень остается очень высоким – -10,3 % в 2008 году, -9,7 % в 2009 году [2]. Это – один из индикаторов глубины кризисных процессов. Ситуация в Брянской области вследствие повышенной смертности негативнее, чем в ЦФО.

Условный коэффициент депопуляции (отношение количества умерших к количеству родившихся за определенный период времени, обычно за год) постоянно превышал единицу. Максимума он достиг в 2005 году, составив 3,10. Несмотря на снижение (до 1,90 в 2008 году, 1,85 в 2009 году) он и

сейчас велик. Депопуляция является выраженной демографической угрозой региональному развитию.

Выделяются региональные типы динамики естественного движения населения [3]. Их особенности отражены в таблице 1. Для первого типа характерна постоянная убыль в течение анализируемого периода. Он наблюдается в 14 районах и преобладает в области. Второй отличает доминирование убыли, прерываемой одногодичным пиком прироста в конце 80-х годов XX века (Карабинский, Клетнянский, Клинцовский, Мглинский, Рогнединский, Севский районы). Для третьего типична неоднократная смена убыли приростом во второй половине 80-х годов и усиливающаяся убыль с 90-х годов (Выгоничский, Гордеевский, Дубровский, Жирятинский, Жуковский районы). Четвертый характеризуется переходом естественного прироста в убыль (Брянский район). В пятом наблюдается неоднократное изменение: убыль – прирост – убыль – прирост в последние годы (Дятьковский район).

Наибольшие современные показатели убыли (- 15 - -19 %), как и на протяжении всего анализируемого периода, на юго-западе – в Климовском, Красногорском, Стародубском, а также Рогнединском, Суземском и Суражском районах. Здесь коэффициент жизненности крайне мал (0,28-0,35), а депопуляция наиболее активна. Ниже среднеобластного уровня (-7 - -8 %) коэффициенты в Выгоничском районе. Более благоприятна ситуация в Брянском районе, где показатели колеблются от -5 до -4 %. Положение улучшает высокая рождаемость и низкая смертность. Пороговые значения естественной убыли (по критерию демографической безопасности): -4,0 % для предкризисной, -7,0 % для кризисной демографической ситуации) [11]. Согласно ним убыль кризисного уровня в 2007 году наблюдалась в 25, в 2008 году – в 23, в 2009 году – в 24 районах. Предкризисная ситуация характерна для Брянского и Гордеевского районов. В последние годы в Дятьковском районе сложился даже прирост (до 5,7 % в 2008, 17,0 % в 2009 году) – уникальное явление в области.

Происходят качественные изменения полово-возрастной структуры населения, активно влияющей на процессы воспроизводства. По ряду параметров она более благоприятна, чем в городских поселениях.

В селах в течение длительного времени преобладают женщины. После короткого периода некоторого сглаживания диспропорции полов доминирование женского населения усилилось. Ведущие причины – увеличение сверхсмертности мужчин, сдвиги в возрастном составе населения в соответствии с демографическими «волнами». Однако ситуация в городской и сельской местностях поменялась. «Перевес» женщин в селах стал менее значительным, чем в городах и пгт: 53,9 % и 55,1 %. Удельное количество женщин (на 1000 мужчин) – соответственно 1167 и 1230 человек. В сельской местности в когортах до 16 лет и трудоспособной оно составило 961 и 868 человек, что свидетельствует о довольно благоприятном соотношении полов. В пенсионной категории структура крайне негативна – превышение женщин достигает 2,7 раз. В большинстве районов устойчивое преобладание женского населения начинается довольно поздно – с 50-54-летней категории. В Брянском, Выгоничском, Дубровском, Дятьковском, Злынковском районах оно наступает раньше. В 9 районах доминирование женщин наблюдается и в ряде групп младшего и трудоспособного возраста. Это «программирует» будущие негативные процессы в воспроизводстве населения.

Устойчиво сокращается количество и удельный вес детей и подростков. Наиболее интенсивно данный процесс проявился с середины 90-х годов. Однако доля данной категории в селах стала выше, чем в городах, что определялось довольно длительным периодом более высокой рождаемости. В 2008 году показатели составили 15,9 % и 15,0 %, в 2009 году – 15,8 % и 14,9 % соответственно [2]. Преобладание мужчин – демографическая закономерность.

Численность населения трудоспособного возраста сначала снижалась, а затем стала увеличиваться, что соответствовало общероссийской тенденции. Сейчас темпы прироста замедляются. В селах удельный вес этой категории ниже, хотя разрыв «город-село» сократился (до 57,8 % - 63,1%). Сохранение доминирования мужчин в сельской местности – важный фактор ее демографического развития.

Для динамики группы старше трудоспособного возраста типична смена повышения ее снижением. Главные факторы – ход демографической «волны» и значительная смертность. Доля пенсионеров остается очень высокой – 26,4% против 22,0 % в городских поселениях. Тенденция старения пока отличается от классического развития данного процесса и проявляется в падении удельного веса «молодых» и увеличении «старших» категорий пенсионеров. Однако ведущий положительный тренд практически исчерпан. Характерно абсолютно преобладание женщин. Уровень демографической старости высок. В течение всего анализируемого периода соотношение групп старше и моложе трудоспособного возраста намного превышало единицу – до 1,7 в 2008 - 2009 годах.

Таблица 1

Динамика региональной структуры естественного прироста (убыли) сельского населения Брянской области за период 1995-2009 гг. [2]

Годы	Группировка административных районов области по коэффициенту естественного прироста, убыли (%)								
	Более 7,0	6,9-4,0	3,9-0	-0,1 - -3,9	-4,0 - -6,9	-7,0 - -9,9	-10,0 - -12,9	-13,0 - -15,9	-16,0 - -18,9
1995				Гордеевский	Дубровский Красногорский Мглинский	Брянский Выгоничский Дятьковский Клинцовский	Брасовский Жирятинский Жуковский Караблевский Новозыбковский Погарский Почепский Севский Суражский	Злынковский Клетнянский Климовский Комаричский Стародубский Суземский Трубчевский Унечский	Навлинский Рогнединский
2008		Дятьковский			Брянский Гордеевский Жуковский	Выгоничский Злынковский Караблевский Клинцовский	Брасовский Дубровский Жирятинский Навлинский Новозыбковский Погарский Почепский Севский Трубчевский	Клетнянский Климовский Комаричский Мглинский Унечский	Красногорский Рогнединский Стародубский Суземский Суражский
2009	Дятьковский			Брянский Гордеевский		Выгоничский Дубровский Жирятинский Жуковский Караблевский Новозыбковский Погарский Трубчевский	Брасовский Клинцовский Мглинский Почепский Севский	Злынковский Клетнянский Комаричский Красногорский Навлинский Стародубский Суземский Суражский	Климовский Рогнединский Унечский

Наиболее разбалансирована, регрессивна половозрастная структура на юго-западе, востоке области, в Почепском, Погарском и Рогнединском районах. Менее проблемен состав в пригородном Брянском районе. Ведущие тенденции на ближайшие годы: усиление диспропорции половой структуры, рост степени доминирования женщин, активизация процесса старения, увеличение демографической нагрузки.

Важным фактором регионального развития являются **активные миграции** населения, характеризующиеся сложной динамикой. Анализируемый период отличается изменением их интенсивности. В общем тренде ее сокращения выделялось несколько пиков роста – в 1987 и 1990 годах – следствие стихийного оттока и планового отселения людей из радиоактивно загрязненных юго-западных регионов, и современный. Миграционный оборот снижался: с 60,44 тыс. чел в 1987 году, 57,72 тыс. чел. в 1990 году, 34,46 тыс. чел. в 1995 году, 22,49 тыс. чел. в 2000 году до 19,89 тыс. чел. в 2006 году [1, 5, 7, 8]. После кратковременного периода роста (до 22,27 тыс. чел. в 2008 году) в кризисном 2009 году возобновилась тенденция сокращения (21,57 тыс. чел.) [10]. «Вклад» миграционных процессов сельской местности в общий областной поток варьирует в интервале 39-43 %. Произошла и трансформация процессов.

Тренд миграций в сельской местности сложен. Выделяются несколько этапов.

Первый (вторая половина 80-х годов) отличается негативными тенденциями. Для сел долгое время был характерен массовый отток, который прослеживался и в других регионах Центра страны. Он был усилен интенсивным выездом людей из радиоактивно загрязненных районов. Пики отрицательного сальдо наблюдались в 1986 и 1990 годах. В области они составили соответственно -16 % и -14 %. Коэффициент миграционной подвижности – очень высок (до 30 %) и крайне низка эффективность миграций. Наиболее интенсивный выезд шел с юго-запада, особенно из сел Красногорского (- 74 % и -203 %), Гордеевского (- 28 % и -104 %) и Новозыбковского районов (- 22 % и - 89 %) [1]. Высокий приток имели Брянский, Выгоничский, Жуковский районы, принимающие людей из чернобыльской зоны.

Для второго этапа (1991 – 1995 годы) типичны положительные тенденции. Произошел переход к притоку сначала за счет городских жителей, а затем – возвратных чернобыльских мигрантов и особенно вынужденных переселенцев и беженцев. Наибольшее активное сальдо было в 1992 году (17,7 %), снизившись в 1995 году до 8,1 % [1, 4]. Миграционная подвижность несколько сократилась, а эффективность миграций достигла максимума за весь анализируемый период. Прирост наблюдался во всех, даже юго-западных районах. Особо выделялись Почепский, Дубровский и Клетнянский районы. Брянская область в 1992-1994 годах по объему притока занимала лидирующие позиции в ЦФО.

Для третьего этапа (1996 – 1999 годы) характерно снижение областного положительного сальдо до 1,1 %, коэффициента миграционной подвижности и эффективности миграций. Резко сократился приток вынужденных переселенцев, пополнивший ранее демографический потенциал территорий. Из юго-западных и некоторых других депрессивных районов возобновился выезд не адаптировавшихся мигрантов и местных жителей. Наибольшее активное сальдо наблюдалось в Брянском и Выгоничском районах. Миграционное «положение» области в ЦФО резко ухудшилось.

Современный этап (с 2000 года) отличается рядом особенностей. Продолжалась длительная тенденция снижения миграционного оборота. Восстановился негативный областной тренд оттока. Основные факторы данного процесса – исчерпание потенциала вынужденной миграции, изменение иммиграционного законодательства России, невысокая социально-экономическая привлекательность Брянской области, сложное радиационно-экологическое положение региона. В последние годы ситуация несколько улучшилась: несмотря на неоднозначную динамику слабо увеличился миграционный оборот, ослабела убыль (до -0,3 % в 2008 году), сменившись притоком (2,5 % в 2009 году) [10]. Уменьшился коэффициент миграционной подвижности, низка эффективность миграций. Миграционная притягательность области остается невысокой. Однако ситуация в половине субъектов ЦФО более негативна.

Продолжается сокращение значимости внешней миграции, начавшейся с 1994 года - до 4,2 %. Абсолютно преобладает оборот со странами СНГ и Балтии, особенно geopolитическими соседями - Украиной и Белоруссией. Значение вынужденной миграции резко сокращалось, а с 2006 года регистрация не проводится. Ярко выражена полярность в размещении адаптировавшихся переселенцев. Значительная их часть (47 %) расселилась в сельской местности. Центры притяжения – Брянский пригородный район, регионы с наличием жилья для чернобыльских мигрантов, радиоактивно загрязненный юго-запад с предоставлением комплекса льгот и более дешевым жильем. Оборот со странами дальнего зарубежья крайне мал.

Доминирующие внутрироссийские миграции характеризуются длительной убылью. Сельская

местность отдает население другим районам страны, в которых возможности трудоустройства и условия жизни более благоприятны. Значительное отрицательное сальдо сложилось с регионами Центрального федерального округа, небольшое в отдельные годы – Северо-Западного и Южного. В кризисном 2009 году впервые за долгий период наблюдался прирост (сальдо с б округами положительно, а с районами Центра – нулевое). Наиболее привлекательны для сельских жителей Московская область и Москва, Санкт-Петербург и Ленинградская область. Слабый приток дают в последние годы 50 - 60 субъектов России, особенно Республика Коми, Тюменская область и Красноярский край. Усиливается роль абсолютно преобладающих внутриобластных миграций – до 72,6 % в 2008 году, 75,8 % в 2009 году. Основное направление – село-город, регионы периферии - пригороды и в меньшей степени полупригорода. Максимальен приток в Брянский и Дятьковский районы.

Значимый фактор внутрирегионального движения населения – *радиационно-обусловленные вынужденные чернобыльские переселения*. В течение анализируемого периода изменялись их интенсивность, направления перемещения, роль в региональном развитии. Пики мощного стихийного оттока и меньшего планового переселения пришлись на 1986, 1988 и 1990 годы. Доминировало межобластное движение. Для первой половины 90-х годов типично проявление двух процессов. Продолжалось плановое отселение жителей из зон с загрязнением более 15 Ки/км². Активизировались и возвратные чернобыльские миграции, стимулированные социально-экономическими льготами и выплатами, дифференцированными по зонам загрязнения. Приток шел даже в села территории отселения. Преобладающим стало внутриобластное перераспределение населения.

Со второй половины 90-х годов характерным трендом становится сокращение интенсивности чернобыльских миграций при повышении их динамики. Постоянно доминирует отток из сельской местности. Снижалась не только количество, но и удельный вес выбывших в порядке отселения во всем потоке. В 1996 году эти показатели составили 1392 чел. (10,0 %), в 2006 году – 173 чел. (3,8 %). Сейчас наблюдается неоднозначная тенденция – небольшие рост-уменьшение – до 380 чел. (7,2 %) в 2008 году [3, 9]. В целом за анализируемый период с юго-запада самостоятельно выехало или было переселено 57,6 тыс. чел. [3]. Роль «чернобыльского» фактора и в настоящее время довольно значима. Вследствие неоднократного изменения радиоактивного зонирования и административно-правового статуса ряда территорий, значительного уменьшения количества «чернобыльских» поселений, сложного

социально-экономического положения юго-западных территорий выезд из них возобновился. В последние годы ситуация несколько улучшилась. Если в 2006 году миграционная убыль была характерна для сел всех 7 районов, в 2008 - 2009 годах – 3-4 районов [8, 9, 10].

Выделяется несколько типов динамики миграционного движения населения за анализируемый период (таблица 2). Особо полярны два. Первый отличает практически постоянный приток (пригородный Брянский, «полупригородный» Выгоничский районы). Для седьмого характерен очень сложный пульсационный тренд «отток-приток» с выраженным пиками миграционной убыли (6 юго-западных районов – Гордеевский, Красногорский, Клинцовский, Злынковский, Климовский, Ново-зыбковский). В настоящее время наибольшее положительное сальдо отмечено в Дятьковском (21,6-53,0 % в 2008-2009 годах), Трубчевском (14,4-13,7 %) и Брянском районах (7,4-13,9 %). Максимальная в области механическая убыль (-17,0 – -9,0 %) наблюдается в депрессивных юго-западных Гордеевском и Красногорском, западных Дубровском, Клетнянском, Мглинском, Унечском, восточных Брасовском и Комаричском районах [9, 10]. Выезд жителей усиливает проблему депопуляции.

Таблица 2

Динамика региональной структуры миграционного прироста (убыли) сельского населения Брянской области за период 1995-2009 гг. [4, 9, 10]

Го- ды	Группировка административных районов области по показателю сальдо миграции (%)								
	более 20,0	19,9-15,0	14,9-10,0	9,9-5,0	4,9-0	-0,1 - -4,9	-5,0 - -9,9	-10,0 - -14,9	-15,0- -19,9
1995	Брянский Выгоничский	Клетнянс- кий Почепский	Дятьковс- кий Караблевс- кий	Брасовский Гордеевский Дубровский Жирятинский Климовский Клинцовский Комаричский Навлинский Новозыбковский Погарский	Жуковский Рогнединский Севский Стародубский Суражский Трубчевский Унечский	Злынковский Красногорс- кий Мглинский			
2008	Дятьковс- кий		Трубчевс- кий	Брянский Злынковский Караблевский Климовский	Жуковский Новозыбков- ский Почепский Севский Стародубский	Выгоничс- кий Клинцовский Навлинский Погарский Суземский Суражский	Жирятинс-кий Мглинский Рогнединс-кий	Гордеевский Дубровский Клетнянский Комаричский Красногорский Унечский	Брасовский
2009	Дятьковс- кий		Брянский Жирятинс- кий Трубчевс- кий	Жуковский Кли- мовский Навлинский Суражский	Караблевский Красногорский Почепский Севский Стародубский	Выгоничс- кий Клинцовский Рогнединс- кий Суземский	Брасовский, Гордеевс-кий Клетнянс-кий Новозыбковский Погарский	Дубровский Злынковский Мглинский Унечский	Комаричский

Региональные особенности демографической ситуации в сельской местности Брянской области значительны. Относительно благоприятна геодемографическая структура, отличающаяся естественным и механическим приростом, в Дятьковском районе. Относительно неблагоприятна с минимальной естественной убылью и замещающей миграцией – в Брянском районе. На другом полюсе регионы с длительной кризисной структурой – максимальной естественной и миграционной убылью, регрессивным половозрастным составом. Это - депрессивные юго-западные, западные и юго-восточные, особенно Красногорский, Клетнянский, Унечский, Рогнединский, Комаричский районы.

Значение геодемографической структуры как фактора и индикатора регионального развития активизируется. Важным звеном перехода к сбалансированному функционированию сельской местности является разработка и реализация комплексных государственных и региональных социально-экономических и демографических программ.

The processes of modern transformation of geodemographic structure of the rural population of Bryansk oblast are analysed in this article. Its general and regional features are revealed at two levels – regional and local. The main problems and tendencies of the development of the geodemographic structure, the leading trends of the demographic policy in the rural district of the oblast are defined.

The key words: geodemographic structure, natural movement and spatial mobility of population, rural population, demographic problems, regional demographic policy.

Список литературы

1. Внутриобластные и межселенные миграции в Брянской области. Брянск, 1995. 40 с.
2. Демографический ежегодник Брянской области. 2010: Стат. сб. Брянск, 2010. 180 с.
3. Куница М.Н. Геодемографическая структура населения староосвоенного региона: особенности, дифференциация, проблемы в Центральном федеральном округе. Брянск: Изд- во РИО БГУ, 2009. 312 с.
4. Миграция населения Брянской области в 1995 году (Стат. бюллетень). Брянск, 1996. 55 с.
5. Население СССР. 1988: Стат. сборник. М.: Финансы и статистика, 1989. 704 с.
6. Современные тенденции медико-географических процессов в Брянской области / под. ред. В.Н. Дорощенко, С.Н. Фетисова. Брянск, 2007. 80 с.
7. Численность и миграция населения Брянской области в 2000 году (Стат. бюллетень). Брянск, 2001. 54 с.
8. Численность и миграция населения Брянской области в 2006 году (Стат. бюллетень). Брянск, 2007. 152 с.
9. Численность и миграция населения Брянской области в 2008 году (Стат. бюллетень). Брянск, 2009. 116 с.
10. Численность и миграция населения Брянской области в 2009 году (Стат. бюллетень). Брянск, 2010. 116 с.
11. Экономическая безопасность России /под ред. В.К. Сенчагова. М.: Дело, 2005. 896 с.

Об авторе

Куница М.Н. – кандидат географических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, geodem@mail.ru

УДК – 612.261

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА И АЛЛИЛИМИДАЗОЛА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ МЫШЕЙ ПРИ ОСТРОЙ ГИСТОТОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

С.А. Лебедева, З.Х. Бабаниязова, Л.Н. Паршина

Металлокомплексное соединение на основе аллилимидазола под шифром CoAL обладает выраженным защитным действием в широком диапазоне доз (25-150 мг/кг) при острой гистотоксической гипоксии и может быть рекомендовано для дальнейшего более глубокого изучения в качестве антигипоксанта.

Ключевые слова: гистотоксическая гипоксия, металлокомплексные соединения, антигипоксанты этомерзол, мексидол, нооглютил.

Введение

При чрезвычайных ситуациях и нарушениях техники безопасности на промышленных предприятиях возможны поражения людей синильной кислотой и ее производными, что приводит к блокированию

активности дыхательного фермента в клетке и развитию тяжелой формы острой гистотоксической гипоксии [1]. Для оказания первой медицинской помощи при отравлении цианидами пострадавшим вводят метгемоглобинообразователи (нитриты, аминофенолы, метиленовую синь), тиосульфаты, органические соединения кобальта [2]. Метгемоглобин реагирует с анионом синильной кислоты подобно окисной форме тканевого дыхательного фермента. Тиосульфаты способствуют переходу цианидов в менее токсичные роданиды. Органические соединения кобальта превращаются в нетоксичные кобальт-цианокомплексы. Под влиянием этих антидотов происходит связывание и нейтрализация яда, что препятствует его поступлению в ткани. Однако, защитный эффект указанных антидотов не полностью отвечает требованиям практической медицины из-за небольшой степени выраженности лечебного эффекта и узкого диапазона действующих доз. Поэтому поиск новых химических соединений и разработка на их основе лекарственных средств, повышающих продолжительность жизни в условиях гистотоксической гипоксии, является актуальной задачей современной экспериментальной и клинической фармакологии.

Материалы и методы исследований

Нами в сравнительном аспекте изучены антигипоксантные свойства 3-х комплексных соединений титана с природными антиоксидантами общей формулы $[L^1L^2L^3Ti(IV)]$ под шифрами $\pi Q914$, $\pi Q915$, $\pi Q916$ и 2-х новых металлокомплексных производных аллилимидазола под шифрами ALL (содержит цинкдиацетат) и CoAL (содержит кобальтдихлорид) в условиях острой гистотоксической гипоксии. Металлокомплексные соединения титана синтезированы в Российском онкологическом научном центре РАМН, а комплексные соединения производные аллилимидазола - в Иркутском институте химии СО РАН, где в результате многолетних исследований в области направленного синтеза была выявлена фармакологическая активность металлокомплексов цинка и кобальта с винилимидазолом, на основе которых разработаны лекарственные препараты Ацизол [бис(1-венилимидазол) цинкдиацетат] и Кобазол (тетравинилимидазол кобальтдихлорид). Ацизол является мощным антидотом при отравлениях монооксидом углерода, а Кобазол – стимулятором кроветворения широкого спектра действия. Препаратами сравнения в наших исследованиях были известные антигипоксанты этомерзол, мексидол и нооглютил.

Исследования проводились в соответствии со статьей 11-й Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964), Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (1985) и Правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003).

Опыты проведены на 540 белых беспородных мышах-самцах массой 20-23 г. Острую гистотоксическую гипоксию у мышей моделировали введением под кожу спины 0,2% водного раствора натрия нитропруссида в дозе 20 мг/кг, содержащего циан-анион [3]. Исследуемые вещества вводили внутривенно за 1 час до инъекции натрия нитропруссида в дозах от не вызывающих антигипоксического эффекта до оказывающих токсическое действие. Мышам контрольных групп тем же путем и в тот же срок вводили равный объем дистиллированной воды.

Статистическую обработку цифровых данных опытов осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента [4].

Результаты исследований

Продолжительность жизни мышей контрольных групп в условиях острой гистотоксической гипоксии колебалась от $15,0 \pm 0,8$ до $20,0 \pm 1,0$ мин. Исследованные металлокомплексные соединения оказывали различное влияние на продолжительность жизни мышей в условиях острой гистотоксической гипоксии (табл.).

Металлокомплексные соединения титана с природными антиоксидантами различались по своему антигипоксическому действию. Более выраженный защитный эффект проявлялся при введении соединения под шифром $\pi Q-916$ в дозах 25, 50 и 100 мг/кг. Продолжительность жизни мышей при этом увеличивалась на 27, 33 и 47% соответственно по сравнению с контролем. Соединения под шифрами $\pi Q-914$ и $\pi Q-915$ оказывали антигипоксическое действие в дозе 50 мг/кг, увеличивая время жизни мышей на 27 и 30% соответственно.

Таблица

Сравнительное влияние комплексных соединений титана, производных аллилимидазола и антигипоксантов на продолжительность жизни мышей при гистотоксической гипоксии по отношению к контролю, принятому за 100%. n=10.

Шифр химического соединения	Доза, мг/кг					
	5	10	25	50	100	150
Металлокомплексные соединения титана						
$\pi Q-914$	-	100 \pm 4	113 \pm 5	127 \pm 2*	107 \pm 4	-
$\pi Q-915$	-	110 \pm 5	115 \pm 3	130 \pm 3*	110 \pm 4	-
$\pi Q-916$	-	107 \pm 4	127 \pm 4*	133 \pm 4*	147 \pm 3*	107 \pm 8
Металлокомплексные соединения производные аллилимидазола						
ALL	-	108 \pm 8	92 \pm 10	87 \pm 5	80 \pm 5	-
CoAL	108 \pm 2	115 \pm 2	145 \pm 6*	154 \pm 4*	167 \pm 7*	183 \pm 7*

Лекарственные средства сравнения (антигипоксанты)						
Этомерзол	-	107±5	116±4*	110±5	95±7	-
Мексидол	-	-	106±4	107±3	109±3	-
Нооглютил	-	-	105±5	106±3	121±3*	-

Примечание: Звездочкой (*) отмечены достоверные различия ($P<0,05$) по сравнению с контролем.

Среди производных аллилимидазола в условиях острой гистотоксической гипоксии эффективность проявлял CoAL в дозах 25, 50, 100 и 150 мг/кг, при введении которых продолжительность жизни мышей увеличивалась на 45, 54, 67 и 83%. ALL в дозах 10, 25, 50 и 100 мг/кг был неэффективен.

Лекарственные средства сравнения в тех же условиях опыта проявляли слабово выраженное противогипоксическое действие. Так, антигипоксант нооглютил в дозе 100 мг/кг увеличивал время жизни мышей на 21%, а этомерзол в дозе 25 мг/кг – на 16%. Мексидол в дозах 25, 50 и 100 мг/кг был неэффективен.

Выводы

Таким образом, результаты проведенных опытов на мышах позволяют сказать, что производное аллилимидазола под шифром CoAL по широте эффективных доз (25-150 мг/кг) и антигипоксической активности (увеличение продолжительности жизни мышей на 45-83%) в условиях острой гистотоксической гипоксии значительно превосходит испытанные комплексные соединения титана, производное аллилимидазола ALL, а также известные антигипоксанты этомерзол, мексидол и нооглютил. Соединение CoAL может быть рекомендовано для дальнейшего более глубокого изучения в качестве лекарственного средства, повышающего резистентность организма при острой гистотоксической гипоксии.

Metal complex compound derivative of allilimidasol with CoAL code has the evident protective effect in the wide range of doses (25-150 mg/kg) at keen histotoxic hypoxia and it may be recommended for further deeper study as antihypoxant.

The key words: *hyistotoxic hypoxia, metal complex compounds, antihypoxants etomerzol, mexydol, nooglyethyl.*

Список литературы

- Куценко С.А. (ред.). Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита. СПб, 2004. 528 с.
- Лазарев Н.В. (ред.). Вредные вещества в промышленности. Л., 1977. Т. III. С. 260-265.
- Лукьянова Л.Д. (ред.). Методические рекомендации по экспериментальному изучению препаратов, предлагаемых для клинического изучения в качестве антигипоксических средств. М., 1990. 19 с.
- Самойлов Н.Н. Таблицы значений средней ошибки и доверительного интервала средней арифметической величины вариационного ряда. Томск. 1970. 63 с.

Об авторах

Лебедева С.А. – кандидат биологических наук, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского lebedeva502@yandex.ru

Бабаниязова З.Х. – врач-ординатор ЦРБ г. Одинцово Московской области

Паршина Л.Н. – кандидат химических наук, зав. лабораторией ИрИХ СО РАН, г. Иркутск

УДК – 615.038

ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОИЗВОДНЫХ ВИНИЛИМИДАЗОЛА НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

С.А. Лебедева, З.Х. Бабаниязова, Х.Х. Бабаниязов, С.Н. Португалов, У.А. Асметкина

Комбинированное применение кобазола с аизолом увеличивает физическую работоспособность животных в обычных и осложненных условиях и выносливость спортсменов при циклических нагрузках.

Ключевые слова: *актопротекторы, физическая работоспособность, аизол, кобазол.*

Введение

Увеличение за последние годы количества чрезвычайных ситуаций техногенного и природного происхождения, рост терроризма и локальных вооруженных конфликтов приводит к нарушению привычных систем жизнедеятельности человека и поражению большого количества людей. В этих условиях проблема повышения физической выносливости спасателей, работающих в осложненных условиях (чрезмерные нагрузки, гипоксия и их комбинации), особенно актуальна. Также является важнейшей задачей поддержание высокой физической работоспособности спортсменов при циклических нагруз-

ках. Существующие препараты (стимуляторы), обладающие актопротекторными свойствами, реализуют свои фармакологические эффекты в основном за счет максимального израсходования резервных энергетических ресурсов клетки, что приводит к их истощению и гибели. Поэтому роль антидопингового комитета направлена на своевременное выявление таких средств и их запрет с целью сохранения здоровья и жизни спортсменов. Кроме того, арсенал актопротекторных средств ограничен, а их стимулирующее действие проявляется в узком диапазоне доз при низкой выраженности эффекта.

Исходя из вышеизложенного, поиск новых химических веществ, повышающих физическую работоспособность, актуален для медицинской службы армии, авиации, флота, космоса, МЧС России, спортивной медицины. На наш взгляд, вновь разрабатываемые средства должны быть безопасными и обладать способностью не только поддерживать устойчивость организма в экстремальных условиях, но и восстанавливать жизнедеятельность клеток и тканей, получивших повреждения из-за высоких нагрузок.

С целью поиска решения указанных проблем, нами изучено два соединения, содержащих кобальт и цинк в комплексе с производными имидазола, а также их комбинации на физическую работоспособность животных и спортсменов. Исследованные соединения синтезированы в Иркутском институте химии СО РАН и внедрены в клинику как лекарственные препараты Ацизол [бис(1-винилимидацол) цинкдиацетат] и Кобазол (тетравинилимидацол кобальтдихлорид). Ацизол является мощным антидотом при отравлениях монооксидом углерода, а Кобазол - средством, обладающим лейкопоэзстимулирующим, иммуномодулирующим и антибактериальным действием.

Эксперименты проведены в соответствии со статьей 11-й Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964), «Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» (1985) и Правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ №267 от 19.06.2003 г.). Статистическую обработку цифровых данных опытов осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента [1].

Животные для опытов (мыши) были доставлены в научно-исследовательскую лабораторию из питомника Научного центра биомедицинских технологий РАМН (п. Андреевка Московской области). Эксперименты проводили через 12-15 дней после адаптации мышей в виварии. В контрольную и опытную группы отбирали животных одинаковой массы.

В качестве препарата сравнения исследовали бемитил (2-этилтиобензилимидацола гидробромид), который, по данным многих авторов повышает устойчивость организма к воздействию экстремальных факторов – физической нагрузке, стрессу, гипоксии, гипертермии [2; 3; 4].

Методы исследования

Опыты проведены на белых беспородных мышах-самцах массой 18-22 г.

Физическую работоспособность мышей оценивали по тесту бега в шестидорожечном третбане и по тесту плавания в бассейне [5]. Физическую работоспособность мышей в условиях гипobarической гипоксии оценивали по тесту бега в двухдорожечном третбане, помещенном в электровакуумную печь «Вита». Высота подъема соответствовала 7,5 тысяч метров, скорость движения транспортной ленты – 15-16 м/мин. Физическую работоспособность мышей в условиях гипоксии с гиперкапнией оценивали по тесту плавания в гермообъеме [6].

Исследования на спортсменах проводили в рамках учебно-тренировочного сбора в Сочи, Кисловодске и Австрии. В исследовании участвовали 14 человек (6 мужчин и 8 женщин). Исследуемая и контрольная группы были одинаковыми по полу и виду деятельности. Применялись циклические виды нагрузок с преимущественным проявлением выносливости – спортивная ходьба, марафон и лыжные гонки. Спортсмены находились в одинаковых условиях. Исследуемая группа принимала дополнительно Кобазол два раза в день по 1 мл внутримышечно и по 1 капсуле ацизола один раз в день перед тренировкой. Продолжительность курса составляла 14 дней. Эффективность применения указанной комбинации оценивали по объему выполненных нагрузок, а также по показателям гемоглобина (Hb), гематокрита (Ht) и эндогенного эритропоэтина (ЭРО) до и после тренировочного процесса.

Результаты исследования

Как видно из табл. 1, все исследованные соединения повышали физическую работоспособность мышей по тестам бега и плавания в обычных условиях, однако наибольшая эффективность (до 86%) выявлена при сочетанном применении Кобазола с Ацизолом.

Изучение физической работоспособности на модели ОГБГ показало выраженную эффективность всех исследованных соединений. Наибольшая активность (от 46 до 119%) отмечена при сочетанном применении Кобазола с Ацизолом.

В условиях ОГсГК актопротекторная активность проявлялась в дозах 1,0 и 2,5 мг/кг. Кобазол увеличивал время плавания в этих условиях на 10 и 11% соответственно, а его сочетание с Ацизолом увеличивало время плавания мышей на 16 и 21% по сравнению с контролем.

Применение комбинации кобазола с ацизолом спортсменами показало, что в отличие от контрольной группы, у спортсменов опытной группы после курсового применения комбинации препаратов «Ацизол+Кобазол» не зарегистрировано достоверного снижения гемоглобина, гематокрита и эн-

догенного эритропоэтина. На фоне курсового применения указанных препаратов достоверно повышался объем выполненных нагрузок в аэробной зоне и пороге анаэробного обмена (табл. 2).

Полученные данные показывают, что в отличие от контрольной группы, у спортсменов опытной группы после курсового применения комбинации препаратов «Ацизол + тетравинилимидазол кобальт дихлорид» не зарегистрировано достоверного снижения гемоглобина, гематокрита и эндогенного эритропоэтина. На фоне курсового применения указанных препаратов достоверно повышался объем выполненных нагрузок в аэробной зоне и пороге анаэробного обмена.

Таблица 1

Влияние Кобазола и его сочетания с Ацизолом на физическую работоспособность мышей в обычных и осложненных условиях по сравнению с контролем, принятым за 100% (n=10)

№ п/п	Название препарата	Доза, мг/кг					
		1	2,5	5	10	50	100
Бег в обычных условиях							
1	Кобазол	119±9*	161±11*	146±8*	112±10*	-	-
2	Кобазол+Ацизол	133±7*	183±7*	153±7*	103±7	-	-
3	Бемитил	-	-	-	-	129±5*	133±4*
Плавание в обычных условиях							
1	Кобазол	123±6*	174±9*	154±6*	112±9*	-	-
2	Кобазол+Ацизол	136±6*	186±6*	159±6*	106±6	-	-
3	Бемитил	-	-	-	-	124±4*	126±5*
Бег в условиях гипобарической гипоксии							
1	Кобазол	131±2*	143±4*	198±6*	95±6	-	-
2	Кобазол+Ацизол	146±4*	181±6*	219±8*	87±8	-	-
3	Бемитил	-	-	-	-	129±5*	138±4*
Плавание в условиях острой гипоксии с гиперкапнией							
1	Кобазол	110±2*	111±1*	105±6	82±6	-	-
2	Кобазол+Ацизол	116±4*	121±6*	109±8	87±6	-	-
3	Бемитил	-	-	-	-	99±5	98±4

Примечание. Звездочкой (*) отмечены достоверные различия (Р<0,05) по сравнению с контролем. Знаком (-) отмечены не использованные в опытах дозы.

Таблица 2

Влияние применения тетравинилимидазол кобальтдихлорида в сочетании с ацизолом на выносливость спортсменов при циклических нагрузках

Испытуемые	Нв исх/кон, г/л	Нт исх/кон	Объем (план/факт) %	ЕРО исх/кон (Sysmex), мЕД/мл
Опытная группа				
Мужчины (n=3)	154±3,1 152±4,0	47±1,5 46±1,5	88±7,1	6,7±0,8 7,8±0,2
Женщины (n=4)	145±2,8 142±3,0	44±2,2 41±2,0	89±10,0	4,9±0,2 5,4±0,4
Контрольная группа				
Мужчины (n=3)	155±4,2 147±3,0*	46±1,5 45±1,5	82±7,1	8,2±0,4 6,2±0,4*
Женщины (n=4)	142±1,6 134±2,8*	44±2,2 41±2,0	86±8,0	7,0±1,0 5,6±0,6*

Примечание. Звездочкой (*) отмечены достоверные различия (Р<0,05) по сравнению с контролем.

Следует также отметить, что по данным внесоревновательного допинг-контроля, у спортсменов опытной группы не обнаружено каких-либо допинговых веществ в рамках проведения курсового приема исследованной комбинации.

Таким образом, использованные комбинации препаратов оказывает выраженный положительный эффект как на работоспособность животных в обычных и осложненных условиях, так и на выносливость спортсменов как в процессе тренировки, так и в послесоревновательном периоде.

The combined application of kobazola with acizolom increases the physical capacity of zoons in ordinary and complicated terms and endurance of sportsmen at the cyclic loadings.

The key words: aktoprotektory, physical capacity, acizol, kobazol.

Список литературы

- Самойлов Н.Н. Таблицы значений средней ошибки и доверительного интервала средней арифметической величины вариационного ряда. Томск. 1970. 63 с.
- Андрюсов Н.С., Иванченко А.В., Коновалова Л.И. Бемитил как корректор утомления при физической нагрузке в условиях воздействия низкочастотного шума // От material medica к совре-

- менным медицинским технологиям: Мат. Всеросс. научн. конф. СПб., 1998. С. 98-99.
3. Плотников М.Б., Саратиков А.С., Плотникова Т.М. и др. Антигипоксические и антиокислительные свойства бемитила // Бюл. эксперим. биол. и мед., 1998. Т. 107. - №5. с. 583-585.
4. Смирнов А.В., Виноградов В.М. Актопротекторы за четверть века// Антигипоксанты и актопротекторы: итоги и перспективы: Тез. докл. Росс. науч. конф. СПб., 1994. С. 165.
5. Стратиенко Е.Н. Поиск и изучение новых химических соединений, повышающих физическую работоспособность: Дис. ... д-ра мед. наук. ДСП. Москва, 2003. 244 с.
6. Самойлов Н.Н., Стратиенко Н.Н., Цеева Ф.Н. и др. Методика оценки физической работоспособности мышей в условиях гипоксии с гиперкапнией // Вестник Межд. акад. наук экологии и безопасности жизнедеятельности . 2002.- №5. С. 189-191.

Об авторах

Лебедева С.А. – кандидат биологических наук, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского lebedeva502@yandex.ru

Бабаниязова З.Х. – врач-ординатор ЦРБ г. Одинцово Московской области

Бабаниязов Х.Х. – кандидат медицинских наук, заслуженный врач РФ, генеральный директор ЗАО "Ацизол Фарма", г. Москва, acyzol@mail.ru

Португалов С.Н. – доктор медицинских наук, профессор Всероссийского НИИ физической культуры и спорта, г. Москва

УДК – 58.036

ТОЛЕРАНТНОСТЬ РАСТЕНИЙ К ДЕФИЦИТУ ВЛАГИ И ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМУ

В.Б. Любимов, Н.П. Котова

Установлено, что температура гибели листьев у растений, в независимости от вида и природных условий их естественного обитания, составляет +50°C. Основными, лимитирующими интродукцию растений экологическими факторами, является не высокая, а низкая температура и дефицит воды.

Ключевые слова: *растения, интродукция, методы, жароустойчивость, экологический фактор, температура, вода.*

Интродукция растений имеет исключительно важное значение для создания насаждений, с целью оздоровления окружающей среды в городах и обеспечения благоприятных условий для жизнедеятельности и отдыха населения, защиты агрокосистем и обеспечения населения экологически чистой сельскохозяйственной продукцией, сохранения биоразнообразия, обеспечения экологической безопасности. В настоящее время накоплен значительный объем исследований и практического опыта по созданию насаждений в сложных экологических условиях. В зависимости от поставленных задач исследователями решались те или иные вопросы, связанные с интродукцией растений и их адаптацией к абиотическим факторам, дифференцированно природным условиям района исследований. Предлагаемые методы интродукции были направлены на поиск, в природных условиях устойчивых и вместе с тем, характеризующихся высокой продуктивностью, декоративностью, а часто и габитусом видов, отвечающих экологическим условиям района интродукции. В связи с этим, физиологи уделяли большое внимание поиску физиологических показателей устойчивости растений, анатомы – структурным особенностям различных органов растений в связи с их приспособленностью к окружающей среде, биохимики – биохимическим процессам и их динамике в условиях района интродукции. Основной целью исследований был поиск диагностических показателей для определения перспективности интродуцента, показатель, характеризующий степень его солевыносливость, жароустойчивость, засухоустойчивость, зимостойкость и морозоустойчивость. В качестве такого показателя исследователями предлагалось, например, использование интенсивности транспирации, стабильности оводненности листьев и побегов в течение вегетации, скорости потери воды листьями (водоудерживающей способности), жароустойчивости листьев и другие [5]. Наиболее широкое распространение получил показатель характеризующий жароустойчивость растений, которая оценивалась и оценивается чаще всего по летальной температуре листьев, выдерживаемых в водяной бане при разной температуре [4]. Зимостойкость и морозоустойчивость определялась на основе изучения оводненности побегов в зимний период и визуальных наблюдений за состоянием перезимовавших растений [8]. Исследования такого плана, без учета эволюции ландшафтов, экосистем, биоценозов и фитоценозов, формирования экологического спектра вида, его биологической продуктивности, жизненной формы и ареала, не могли принести успех для интродукции. Вместе с тем такие исследования имели

большое значение для развития фундаментальных наук, создания богатейших коллекций растений в ботанических организациях. В 1984 г. на Всесоюзном совещании «Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР» председатель Совета ботанических садов СССР Л. Н. Андреев отмечает, что усилия физиологов и биохимиков должны быть направлены на ускорение, повышение эффективности и экономичности интродукции растений. Л. Н. Андреев заостряет внимание на том, что большим преимуществом ученых, работающих в системе ботанических садов, является объединение их усилий на решении единой научной проблемы – интродукции и акклиматизации растений, но это преимущество до сих пор используется еще недостаточно [1]. Из доклада Л.Н. Андреева следует сделать заключение, что практически до конца прошлого столетия не был разработан метод интродукции, удовлетворяющий запросы декоративного садоводства, защитного лесоразведения, создания лесных культур, озеленения городов, сел, промышленных и сельскохозяйственных объектов, не было найдено и универсального физиологического показателя, позволяющего оценить степень перспективности интродуцента. Более критично на этой конференции прозвучало выступление А. М. Гродзинского. Ученый говорил о том, что использование для характеристики интродуцентов, так называемых «физиологических показателей», например, интенсивности фотосинтеза, активности отдельных ферментов и т. п., не приносит ничего нового в интродукцию растений [6].

Нами проблема толерантности растений к абиотическим факторам изучается на протяжении всего периода исследовательской работы. Начиная с 1972 г. исследования проводились лабораторными и полевыми методами в условиях северных и южных пустынь, затем, с 1990 и по настоящее время - в степном, лесостепном и лесном регионах. Методологической основой наших исследований являлась синтетическая теория эволюции и вытекающие из этой теории экологические законы, закономерности, правила и явления, а также аксиома Ч. Дарвина об адаптивности вида к абиотическим факторам среды и формировании его естественного ареала [9-11]. Полученная в результате исследований информация анализируется на фоне визуальных наблюдений за состоянием, ростом и развитием интродуцентов на фоне погодных условий, и динамики водно-солевого режима почв. Особое внимание уделяется сопоставлению физиологических показателей, изученных у интродуцированных видов, с показателями характерными для представителей природной флоры.

Основополагающими факторами, влияющими на эволюцию ландшафтов Земли, ее экосистем, биоценозов, их видовое разнообразие являются влага и тепло. Под воздействием этих факторов сформировались современные ландшафты Земного шара. Продуктивность любой экосистемы тем выше, чем благоприятнее сочетание абиотических факторов, составляющих гидротермический режим. Гидротермический коэффициент (ГТК) представляет собой отношение валового увлажнения к радиационному балансу. Под воздействием ГТК формируются и другие факторы: ветровой режим, морфологические, физические и химические свойства почв, их плодородие, степень засоленности и т.д. Таким образом, основными, лимитирующими интродукцию растений факторами, является, прежде всего, дефицит влаги и величина радиационного баланса. В связи с этим, при интродукции растений большое значение имеет изучение толерантности вида к высоким и низким температурам атмосферного воздуха, атмосферной и почвенной засухе, засоленности почв. Полученные знания позволяют выявить лимитирующие интродукцию факторы и определить возможность в районе интродукции нейтрализовать их отрицательное влияние на растения. Эти знания составляют основу для моделирования в районе интродукции условий, обеспечивающих нормальный рост и развитие интродуцента, реализацию его биологического потенциала.

Высокая температура воздуха является важнейшим компонентом засухи. Ее влияние на растения изучается в течение многих десятилетий целым рядом исследователей. В соответствии с экологическим законом о взаимодействии факторов, экстремальные температуры усиливают атмосферную и почвенную засуху, что приводит к обезвоживанию растений. Здесь проявляется и влияние экологического закона о неоднозначности действия факторов на разные функции. Например, высокий рост температур вызывает снижение скорости фотосинтеза и увеличение интенсивности дыхания, что ведет к истощению организмов и их гибели. Ряд исследователей считали возможным для определения перспективности интродуцентов использование в качестве показателя жароустойчивости видов, показателя летальной температуры листьев [2,5,12,14]. Вместе с тем, анализ литературных данных показывает на большую разницу летальных температур у одних и тех же видов, определенную разными методами. Например, И. Д. Зелепухиным и Р. А. Дуровой североамериканские виды древесных растений, интродуцированные в Казахстан, разделены на три группы по степени их жароустойчивости [7]. Жароустойчивость определялась методом, разработанным Ф. Ф. Мацковым [12]. Авторами к жароустойчивым видам отнесены интродуценты с летальной температурой листьев от +70 до +80⁰C, к средней степени жароустойчивости - от +50 до + 60⁰ C и к нежароустойчивым – от +45 до +48⁰C. Как видим, по утверждению авторов, амплитуда летальных температур для листьев у разных видов дре-

весных растений составляет 35^0 - от $+45$ до $+80^0\text{C}$. К. А. Ахматов отмечает, что листья древесных растений, интродуцированные в Киргизию, погибают в температурном промежутке от $+51$ до $+58^0\text{C}$ - с амплитудой в 7^0 . В. П. Тарабриным определена жароустойчивость древесных растений, интродуцированных на Украину. По данным автора, летальная температура листьев составляет от $+46^0\text{C}$ до $+50^0\text{C}$, с разницей между видами в 4^0 . В качестве примера приведем опубликованные результаты исследований по определению летальной температуры листьев у *Quercus robur L.*: по методике Ф. Ф. Мацкова $+69,2^0\text{C}$, по методике К. А. Ахматова $+58^0\text{C}$ и по методике В. П. Тарабрина $+50^0\text{C}$ [11, 14]. Как видим, амплитуда летальной температуры листьев *Q. robur L.* составляет $19,2^0$. Такое расхождение летальных температур у одного вида не может оставаться без внимания. Далеко не равнозначны показатели жароустойчивости, определенные методом Ф. Ф. Мацкова и у других исследователей для травянистых растений. Например, в работе К. А. Бадановой, Н. А. Томахина и Н. В. Балиной летальная температура пшеницы, ячменя и овса составляет от $+58^0\text{C}$ до $+69^0\text{C}$. А Н. Д. Пронина пишет, что для наиболее засухоустойчивых пшенично-пырейных гибридов температура гибели составляет от $+49,5^0\text{C}$ до $+53,5^0\text{C}$, т. е. совершенно несопоставимые результаты для травяных растений [3, 13].

В течение ряда лет мы провели серию опытов по определению летальной температуры листьев у древесных растений, обитающих в разных природных зонах. Цель исследований заключалась в определении объективности результатов по определению летальной температуры листьев, существующими методами и определении целесообразности использования этого показателя при интродукции растений.

Анализ результатов исследований показал, что получить идентичные результаты по методикам, разработанным Ф. Ф. Мацковым, К. А. Ахматовым и В. П. Тарабриным, невозможно. В 1974 и 1975 гг. нами методом Ф. Ф. Мацкова изучена жароустойчивость листьев у 22 видов из рода *Salix L.* и 14 видов из рода *Populus L.* В эксперимент были включены виды, естественно обитающие в разных экологических условиях. В соответствии с диагностическими признаками, описанными в методике, летальная температура листьев у разных видов из рода *Salix L.* была зарегистрирована в пределах от $+48^0\text{C}$ до $+64^0\text{C}$, а у представителей из рода *Populus L.* - от $+47^0\text{C}$ до $+62^0\text{C}$. Однако четко определить температуру летального исхода было практически невозможно. Листья видов по-разному реагировали на действие высоких температур водяной бани. У одних видов с повышением температуры появлялся буроватый оттенок, у других - серый, у третьих - голубоватый. Наблюдалось частое несоответствие между физиологическим показателем жароустойчивости и экологическими условиями естественного обитания вида. Например, неперспективная для аридного климата *Salix integra Thunb.*, естественно обитающая на сырых лугах и выдерживающая частичное заболачивание, имеет летальную температуру листьев $+52^0\text{C}$, как и перспективная, обитающая в степных и полупустынных районах *S. caspica Pall.* *S. cinerea L.*, естественно произрастающая в низинах, на болотах и малопроточных понижениях, повреждающаяся в условиях пустынь в периоды высоких температур и засух, имеет летальную температуру $+62^0\text{C}$, т. е. на 10 градусов выше, чем абориген Мангышлака - *S. caspica Pall.* Неперспективный для пустынь европейский гибрид *Populus berolinensis Dipp.* и перспективный вид *P. bolleana Lauche*, обитающий в аридных регионах Средней Азии, имеют одинаковый показатель летальной температуры листьев $+57^0\text{C}$. Идея определения летальной температуры для листьев, путем повышения температуры водяной бани, не вызывает сомнений и отвечает экологическим законам оптимума и толерантности. Законы показывают на то, что как недостаточная, так и избыточная сила воздействия экологического фактора или ресурса приведет к гибели организма. Повышение температуры водяной бани, в конечном счете, вызовет гибель листьев. Однако визуальное определение летальной температуры листьев методом Ф. Ф. Мацкова не дает объективных результатов, то есть, предложенная диагностика не позволяет точно определить температуру гибели листа. Убедившись на основе большого фактического материала, полученного в результате многолетних исследований, о невозможности получения объективных результатов по определению летальной температуре листьев методом, разработанным Ф. Ф. Мацковым, в 1975 г. были проведены исследования по определению этого показателя методом К. А. Ахматова [2]. Метод основан на выдерживании срезанных стеблей с листьями в бытовых термосах, заполненных водой, нагретой до определенной температуры. В отличие от метода Ф. Ф. Мацкова, летальная температура определяется не по изменению цвета листьев, а по их гибели (засыханию листьев и неодревесневших побегов). Показатели летальной температуры, полученные методом К. А. Ахматова, значительно отличались от показателей, определенных методом Ф. Ф. Мацкова. Листья включенных в эксперимент видов погибли при температуре $+49 - +50,0^0\text{C}$. Нами были продолжены исследования и по методу, предложенному В. П. Тарабриным, заключающемуся в выдерживании облиственных побегов (не отделенных от материнских растений) в термосах, наполненных водой с определенной температурой. Листья ряда видов из рода *Crataegus L.* и *Rosa L.* погибли при температуре $+49 - +50,0^0\text{C}$. В дальнейшем в опыт были включены виды аридных областей - *Populus diversifolia Schrenk* и *Tamarix ramosissima Ldb.* Летальная температура для листьев составила $+50^0\text{C}$. В результате исследований мы пришли к заключению, что объективную температуру гибели листьев можно получить методами К. А. Ахматова и В. П. Тарабрина. Нами была изучена температура гибели листьев у 90 видов из числа покрытосеменных растений, относящихся к различным природным зонам, включая пустыни и полупустыни. Опыт проводился в пятикратной повторности в течение трех лет. Объем выборки со-

ставил 450 вариант. Среднее арифметическое значение летальной температуры листьев составило $+49,8 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, дисперсия - 70,5, критерий достоверности среднего арифметического значения – 124,5, коэффициент вариации – 16,8 % и показатель точности опыта - 0,8%. Для средней арифметической температуры гибели листьев получены параметры, заслуживающие доверия ввиду большой достоверности этой величины и значения показателя точности опыта, значительно меньшего 5%.

Анализ исследований показал, что растения, независимо от их флористической принадлежности и условий естественного обитания, имеют для листьев летальную температуру, заключенную в очень узких пределах. Листья всех включенных в эксперимент видов выдерживали температуру $+47^{\circ}\text{C}$ и погибали при температуре $+50^{\circ}\text{C}$. Исследованными методами определить разницу между видами, по степени их жароустойчивости, не представляется возможным. Например, в наших экспериментах, при температуре $+49^{\circ}\text{C}$ зарегистрирована гибель листьев у *Hippophae rhamnoides L.*, *Tamarix ramosissima Ldb.*, *Calligonum caput-Medusae Schrenk.*, *Maclura aurantiaca Nutt.*, *Robinia pseudoacacia L.*, *Lycium ruthenicum Murr.*, а при температуре $+50^{\circ}\text{C}$ погибли листья *Quercus robur L.*, *Symporicarpus albus (L.) Blake*, *Acer semenovii Regel. et Herd.*, *Crataegus transcaspica Pojark.*, *Amorpha californica Nutt.*, *Populus diversifolia Schrenk*, *Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin* и др. Как видим, некоторые виды пустынной флоры имеют летальную температуру для листьев $+49^{\circ}\text{C}$, другие $+50^{\circ}\text{C}$. Аналогичный результат наблюдается и у представителей Северной Америки, Дальнего Востока, Сибири и Европы. Четко выраженной тенденции повышения летальной температуры листьев у видов, в зависимости от условий их естественного местообитания, не прослеживается. Включенные в эксперимент виды мы анализировали и по зонам А. Редера [15]. Представители второй зоны, характеризующейся минимальными температурами воздуха от -40°C до -46°C - *Acer negundo L.*, *Amelanchier alnifolia Nutt.* имеют летальную температуру листьев $+50^{\circ}\text{C}$, а *Elaeagnus orientalis L.*, *Fraxinus lanceolata Boerkh.*, *Padus virginiana (L.) Mill.* и ряд др. $+49^{\circ}\text{C}$; представители пятой зоны, с минимальными температурами от -23°C до -29°C - *Acer henryi Pax*, *A. truncatum Bge.*, *Amygdalus triloba (Lindl.) Ricker.*, имеют летальную температуру листьев $+50^{\circ}\text{C}$, другие виды - *A. croceolanata Wats.*, *A. fruticosa L.*, *Berberis aristata DC.*, *B. integerrima Bunge* - $+49^{\circ}\text{C}$. Результаты исследований показывают на отсутствие коррелятивной связи изменения летальной температуры листьев в связи с приспособленностью вида к аридному климату. Достоверность исследований подтверждается не только математической обработкой результатов исследований, но и проведенным нами экспериментом, который основан на выдерживании растений, с закрытыми корневыми системами (в контейнерах), в сушильных шкафах с нагретым воздухом. В 1987 г. трехлетние сеянцы *Tamarix leptostachys Bge.* и *Cotoneaster apiculatus Rehd. et Wils* помещались в термостат с различной температурой воздуха ($46, 48, 50, 52, 54^{\circ}\text{C}$). После получасового выдерживания при определенной температуре (варьирование температуры в течение опыта составляло около 1,0 градуса) растения возвращались в обычные для них условия питомника. Поврежденные температурой листья и молодые побеги отмирали, неповрежденные – функционировали. Естественное местообитание *T. leptostachys Bge.* – пустыни Ср. Азии, Казахстана, Западной Монголии и Китая. У *C. apiculatus Rehd. et Wils* ареал иной – территория Западного Китая. Начало повреждения листьев и неодревесневших побегов у *T. leptostachys Bge.* зарегистрировано при температуре $+46^{\circ}\text{C}$, а у *C. apiculatus Rehd. et Wils* $+48^{\circ}\text{C}$. Летальный исход листьев и молодых побегов у того и другого вида наступил при температуре $+50^{\circ}\text{C}$. Анализ исследований позволяет сделать заключение, что методы В. П. Тарабрина и К.А. Ахматова, основанные на выдерживании растений в водяной бане и метод, основанный на воздействии высокой температурой воздуха, дают близкие по величине результаты. Аналогичные исследования проведены в 2000 – 2007 гг. Изучен показатель летальной температуры листьев у 30 видов древесных растений, широко введенных в озеленение Саратовской области, отличающейся, по климатическим условиям, от полуострова Мангышлак. Результаты показали, что амплитуда летальных температур для листьев, определенная методом К. А. Ахматова, составляет всего три градуса ($+48^{\circ}\text{C} - +50^{\circ}\text{C}$). Амплитуда, определенная методом В. П. Тарабрина для тех же видов, составляет два градуса (от $+49$ до $+50^{\circ}\text{C}$). Аналогичные результаты мы получили и при определении летальной температуры листьев для ряда видов, введенных в озеленение г. Брянска. Как видим, летальные температуры листьев у разных видов, определенные в Брянской и Саратовской областях, а также на полуострове Мангышлак, близки по величине. Некоторую разницу в температуре гибели листьев у разных видов ($+48 - +50^{\circ}\text{C}$) мы относим к погрешностям в методах, например, трудности поддержания стабильной температуры в водяной бане - в термосе, разной продолжительности выдерживания листьев и побегов в водяной бане, возрасту листьев и степени одревеснения побегов. Мы считаем, что высокие температуры усиливают действие атмосферной и почвенной засух, что способствует нарушению водообмена у растений, приводящему к нагреванию листьев до летального исхода. Однако максимальные температуры воздуха, наблюдаемые в условиях даже пустынь, тем более, в Саратовской и Брянской областях не являются прямым фактором, вызы-

вающим гибель деревьев и кустарников. Дефицит воды является основным экологическим фактором, лимитирующим интродукцию деревьев и кустарников в засушливые регионы.

В процессе исследований 2002-2008 гг. была определена жароустойчивость 28 видов из числа травяных растений, природной флоры Саратовского региона. В независимости от вида и места его естественного обитания, угнетение растений зарегистрировано при температуре + 47⁰С, а гибель – при температуре +48⁰С - 49⁰С. Максимальная температура атмосферного воздуха в районе исследований составляет +41⁰С, что значительно ниже летальной температуры для травяных растений. Как известно, температура поверхности почвы в разные сезоны года и, даже, в течение суток значительно изменяется. Кроме того, температура поверхности почвы и приземного слоя отличается от температуры атмосферного воздуха. В связи с этим, мы ставили задачу, заключающуюся в определении, не является ли максимальная температура нагрева поверхности почвы и приземного слоя летальной для растений? С этой целью проведены исследования по определению температуры в самые жаркие для района исследований (Саратовская область) периоды на почве и высоте 5, 10 и 15 см над поверхностью почвы, где сосредоточена основная масса травяных растений. Максимальная температура атмосферного воздуха на поверхности почвы составила в середине августа в 13 часов + 41⁰С, что значительно ниже летальной температуры, зарегистрированной для травяных растений. На основании изученности вопроса исследований и полученных собственных результатов следует сделать заключение о том, что к высоким температурам атмосферного воздуха и его сухости травяные растения, как и древесные, адаптировались в процессе эволюции не путем повышения жароустойчивости клеток и их органелл, а, прежде всего, путем эволюции механизмов обеспечения организма водой. Циркуляция воды (почва - растение - атмосфера) позволяет поддерживать температуру листьев, побегов, всего организма, близкую к температуре окружающей среды, благодаря водному балансу. Однако нарушение водного баланса, безусловно, ведет к нагреву растений до летальных температур, что необходимо учитывать при разработке агротехнических приемов их размножения и содержания в культуре. Как известно одной из проблем в сельском и лесном хозяйстве является массовая гибель всходов во время высоких температур воздуха и его сухости. В лесном хозяйстве существует специальное понятие «ожог корневой шейки». В связи с этим в задачу дальнейших наших исследований входит изучение летальной температуры для всходов, как у травяных, так и древесных растений. Изучение этого показателя, на фоне динамики влажности верхнего корнеобитаемого горизонта почвы и приземного слоя атмосферного воздуха, позволит разработать рекомендации, направленные на улучшение агротехники размножения и выращивания посадочного материала, а также содержания древесных и травяных растений, что важно при создании антропогенных экосистем.

It is established that the temperature of death of plants' leaves, not depending on the sort and their native habitation weather conditions, is +50⁰C. The main, limiting the plants introduction ecological factors, are not high but low temperature and water deficiency.

The key words: plants, introduction, methods, heat-resistance, ecological factor, temperature, water.

Список литературы

1. Андреев Л. Н. Роль физиологических исследований в разработке проблемы интродукции растений /Л.Н. Андреев // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР. Пущино: АНССР, 1984. С. 3- 4.
2. Ахматов К. А. Полевой метод определения жароустойчивости растений / К.А. Ахматов // Бюл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1972 . Вып. 86. С. 24- 26.
3. Баданова К.А. Испытания закаленных к засухе растений в полевых опытах / К.А. Баданова, Н.А. Тамохин, Н.В. Балина //Проблемы засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1978. С. 218-223.
4. Викторов Д. П. Малый практикум по физиологии растений / Д.П. Викторов. М.: Высшая школа, 1983. 136 с.
5. Генкель П.А. О состоянии и направлении работ по физиологии жаро- и засухоустойчивости растений / П.А. Генкель // Проблемы засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1978. С. 5-20.
6. Гродзинский А. М. Уровни физиологических и биохимических исследований растений в ботанических садах / А.М. Гродзинский // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР.- Пущино: АНССР, 1984. С. 49- 50.
7. Зелепухин И. Д. Жароустойчивость североамериканских деревьев и кустарников в Алма-Ате / И.Д. Зелепухин, Р.А. Дурова // Тр. ботан. сада АН Каз ССР. Алма-Ата: Наука, 1969.- Т. 11.- С. 113.
8. Лапин П.И.Древесные растения ГБС АН СССР / П.И. Лапин, М.С. Александрова, Н.А. Бородина и др. М.: Наука, 1975. 547 с.
9. Любимов В. Б. К вопросу о методах определения жароустойчивости древесных растений / В.Б. Любимов. Шевченко: МЦНТИ, 1988. 4 с.

10. Любимов В. Б. Экологическая валентность древесных растений к температурному фактуру /В.Б. Любимов. Волгоград: Учитель, 1997. 11 с.
11. Любимов В.Б. Интродукции деревьев и кустарников в засушливые регионы /В.Б. Любимов, В.Г. Зиновьев. Воронеж Белгород: БГУ, 2002. 224 с.
12. Мацков Ф. Ф. К вопросу о физиологической характеристики сортов яровой пшеницы / Ф.Ф. Мацков. М.: Сов. ботан., 1936. С. 98.
13. Пронина, Н.Д. Оценка засухоустойчивости новых сортов пшенично-пырейных гибридов с помощью физиологических методов / Н.Д. Пронина // Проблемы засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1978. С. 223- 228.
14. Тарабрин В. П. Жароустойчивость древесных растений и методы ее определения в полевых условиях / В.П. Тарабрин // Бюл. Гл. ботан. сада. М.: Наука, 1969. Вып. 74. С. 53-56.
15. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. New York, 1949.- 725 p.

Об авторах

Любимов В. Б. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, eco_egf@mail.ru

Котова Н. П. – аспирант Балашовского института Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, kurena07@rambler.ru

УДК – 574.2 (574.3)

БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ КАК БИОИНДИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК В УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНОЕ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РОССИИ)

С.В. Максимов

Качественный учет распределения земноводных в местообитаниях основных экосистем Брянской области позволил оценить биотопическую приуроченность фоновых и редких видов. Комбинированный способ оценки биотопической приуроченности земноводных позволил выявить предпочтение по отношению к местообитаниям 8 видов, определить факторы, ограничивающие их численность. Этот способ можно рекомендовать для диагностики освоенности местообитаний и различных по антропогенной нагрузке территорий.

Ключевые слова: земноводные, биотопическое распределение, освоенность местообитаний

Амфибии освоили наземно-воздушную и водную среду обитания, заняв различные экологические ниши в них. Биотопическое распределение земноводных отражает гетерогенность местообитаний, а также степень антропогенной трансформации экологических факторов, необходимых для существования животных, поэтому может учитываться как биоиндикационный признак при мониторинге среды и биотических компонентов в ней [3, 4]. Для адекватного сопоставления полевых данных необходимо разработать и применять унифицированную систему показателей и комбинированную методику. До настоящего времени комплексные обследования освоенности местообитаний земноводными в основных экосистемах Брянской области не проводились. Поэтому итоги проведенных исследований актуальны в целях биомониторинга, планирования природоохранных мероприятий и рационального природопользования.

Цель работы – апробировать комбинированную методику и представить качественную характеристику биотопического распределения 8 видов амфибий в условиях Брянской области. Основные объекты – травяная (*Rana temporaria* L.), остромордая (*Rana arvalis* Nilss.), прудовая (*Rana lessonae* Cam.), озерная (*Rana ridibunda* Pall.) лягушки, серая жаба (*Bufo bufo* L.), краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina* L.), обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* Laur.), обыкновенный тритон (*Triturus vulgaris* L.).

При выполнении исследований учитывали степень трансформации ландшафтов, характер воздействия естественных факторов, интенсивность урбанизации различных частей ландшафта. На территории городских и сельских поселений выделили три основные зоны: мало, интенсивно и наиболее интенсивно урбанизированную зону.

1. Мало урбанизированная зона – лесопарковая зона, представляющая собой сравнительно мало измененные деятельность человека естественные ландшафты. Это крупные лесопарки города – Соловьи, урочище Чашин курган, Ивановская дача, роща Комсомольская, урочище Деснянский лесопарк, урочище Лесные культуры у завода Ирмаш, урочище Снежка. Для сельских поселений мало урбанизированной средой считали

луга, леса, а также водоемы различного происхождения, удаленные от жилого сектора более чем на 1 и 1,5 км.

2. Интенсивно урбанизированная зона – отдельные элементы естественных ландшафтов в городской черте, если они расположены один к другому так, что создаются довольно значительные массивы приусадебных участков в городе. Эта зона, состоящая, таким образом, из отдельных естественных или искусственно созданных природных вкраплений на интенсивно урбанизированной территории, несет следы сильного антропогенного воздействия. В сельских поселениях под зоной интенсивной урбанизации понимали участки, предназначенные для массового сельскохозяйственного производства – пашни, участки для содержания животных, лесополосы.

3. Наиболее интенсивно урбанизированная зона – центральные и примыкающие к ним наиболее густо-заселенные части города, почти сплошь застроенные домами или заасфальтированные. Растительность – деревья, кустарники и травами на улицах, во дворах домов, в небольших скверах. В сельских поселениях – зона застройки, приусадебные участки, мелкие и крупные водоемы, расположенные в подворьях, или на территории непосредственно сельского поселения – пруды, копани, каптированные или некаптированные родники, участки, прилежащие к водозаборным устройствам.

Качественную оценку биотопической приуроченности земноводных давали согласно комбинированной методике [4]. При качественной оценке выделялись условные градации численности: встречается единично (вид представлен в водоеме всего 1-3 особями); немногочислен (особи вида изредка попадают в водоеме); обычен (особи вида регулярно встречаются в водоеме); многочислен (в поле зрения наблюдателя постоянно находятся хотя бы несколько особей данного вида одновременно). Распределение видов земноводных в различных биотопах оценивали с использованием условной шкалы из шести баллов: 0 – вид не встречается в указанном типе биотопов; 1 – вид встречается единичными особями в менее чем 50% от всех исследованных пунктов, в остальных не встречается; 2 – вид немногочислен в менее чем 50% от всех исследованных пунктов, встречается единичными экземплярами в большинстве исследованных пунктов; 3 – вид обычен в менее чем 50% от всех исследованных пунктов, немногочислен в большинстве исследованных пунктов; 4 – вид многочислен в менее чем 50% от всех исследованных пунктов, обычен в большинстве исследованных пунктов; 5 – вид многочислен в большинстве исследованных пунктов.

Качественная оценка численности земноводных в урбанизированных ландшафтах – сельских и городских – приведена в таблице 1. В первой (мало урбанизированной) зоне встречаются, все 8 видов. Среди наземных форм амфибий для мало урбанизированной зоны характерна *Rana temporaria*, *Bufo bufo*, хотя нигде она не может быть названа особо многочисленной. Эти виды обнаружены на луговинах, интенсивно заросших травой, на суще около берегов некоторых водоемов и водотоков, особенно среди невысокой прибрежной растительности. В лесопарках особи встречены непосредственно в лесу, на различных по происхождению участках. В целом обитают в тех же местах, что и за пределами города, что неоднократно отмечалось ранее [1, 2, 3]. *Bufo bufo* часто встречается в основном в сосновых насаждениях различного происхождения, где обнаружена даже непосредственно в местах, прилегающих к рекреационной зоне.

Rana arvalis характерна для мало урбанизированной зоны, населяет в лесопарках определенные сообщества: окраины травяных болот (лесопарк Соловьи), пойменные долго- и краткопоевые луга, изредка – в ясеневых лесах. *Rana temporaria* приурочена в основном к лиственным лесам, которые наиболее распространены в большей части лесопарковой зоны Брянска.

В лесопарковой зоне размножается и обитает *Triturus vulgaris*, предпочитая родники, а также небольшие затоны Десны. *Pelobates fuscus*, как специфическая экологическая форма, для которой характерен роющий образ жизни, в городе довольно редка: единичные особи отмечены по окраинам лесопарковой зоны. Для первой зоны сельских поселений чесночкица – обычный вид, встречи которой часты.

Во второй интенсивно урбанизированной зоне среди наземных форм амфибий доминирует *Rana temporaria*, нередок и *Bombina bombina*, если местообитания отвечают биологическим потребностям вида. *Bufo bufo* может встречаться на пустырях, в огородах, в подвалах домов, под различными постройками, в небольших парках с несоямыми газонами. *Rana temporaria* населяет сады, огороды, встречается на склонах оврагов, поросших кустарниками и деревьями, в небольших родниках, которая в отличие от остромордой, для размножения может выбирать небольшие ёмкости с водой – садовые бочки, искусственные прудики, лужи, длительно существующие в пределах сельских селитебных ландшафтов. На приусадебных участках и лесополосах в городских и сельских поселениях центральной части области распространен вид *Pelobates fuscus*. Всего в этой зоне зарегистрировано 7 видов земноводных, исключая озерную лягушку.

Таблица 1

Качественная оценка распространения преимущественно наземных форм земноводных в основных биотопах

Урбанизированные ландшафты и степень антропогенной нарушности	Городские ландшафты					Сельские ландшафты				
	*1	2	3	4 лич.	5	*1	2	3	4 лич.	5
Мало урбанизированная зона										
Лесопарки	5	3	1	0	4	0	0	0	0	0
Урочища	5	3	0	0	3	0	0	0	0	0
Лесные массивы	0	0	0	0		5	4	3	0	4
Луга	0	0	0	0	0	5	3	3	0	2
Водоемы	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0
Водотоки	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0
Родники	0	00	0	3	0	0	0	0	3	0
Интенсивно урбанизированная зона										
Сады	4	2	1		4	0	0	0	0	0
Приусадебные участки мало-этажной застройки	3	1	3		4	0	0	0	0	0
Скверы и небольшие городские парки	3	1	3	0	3	0	0	0	0	0
Пашня	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Участки для содержания животных	0	0	0	0	0	2	1	2	0	3
Лесополосы	0	0	0	0	0	3	1	3	0	4
Сельская селитебная застройка	0	0	0	0	0	3		2	0	3
Наиболее интенсивно урбанизированная зона										
Зона многоэтажной застройки	3	1			1	0	0	0	0	0
Сельская селитебная застройка	0	0	0	0	0	2	1	2	0	3
Родники на селитебной сельской зоне	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Частные приусадебные участки	0	0	0	0	0	2	1	3	0	4

Примечание. * Цифрами обозначены: 1 *Rana temporaria*, 2 *Rana arvalis*, 3 *Pelobates fuscus*, 4 личинки *Triturus vulgaris*, 5 *Bufo bufo*

В третьей зоне наиболее интенсивной урбанизации обнаружены *Rana temporaria*, *Bufo bufo* и *Pelobates fuscus*. В небольших количествах *Bufo bufo* зарегистрирована на газонах и в мелких парках г. Брянска: она активна ближе к вечеру, для убежищ использует прикорневую часть старых крупных деревьев. Как заселение интенсивно урбанизированной зоны, как и возможность довольно благополучного существования жабы на урбанизированной территории в целом связана с тремя особенностями этого вида: во-первых, с меньшей требовательностью к влажности, что позволяет им мигрировать от водоемов второй зоны, где они размножаются, в третью зону, где водоемы фактически отсутствуют; во-вторых, с особенностями их размножения, благодаря которым особи не образуют значительных скоплений в водоемах и, таким образом, меньше выбираются людьми, и, в-третьих, с вечерне-ночной активностью, что делает зеленых жаб малозаметными (Лебединский, 1981).

Единичные находки особей *Pelobates fuscus* в наиболее интенсивно урбанизированной зоне связаны с небольшими скверами, подвалами с земляным полом, и особенно с постройками для содержания животных. Возможность существования чесночки, видимо, обусловлена, прежде всего, их роющим образом жизни, благодаря которому особи, во-первых, менее чувствительны к недостатку влаги на поверхности почвы, что также дает возможность уходить довольно далеко от мест размножения, а, во-вторых, способность чесночки зарываться в грунт на все светлое время суток делает их исключительно скрытными. С другой стороны, явный дефицит участков с открытой почвой на наиболее интенсивно урбанизированной территории, а также, видимо, крупные размеры головастиков обыкновенной чесночки, благодаря которым они привлекают к себе внимание людей, обуславливает малочисленность особей этого вида в первой зоне города, да и в целом в антропогенном ландшафте [3].

Биотопическое распространение водных форм земноводных и личинок чесночки приведено в таблице 2.

Таблица 2
Качественная оценка распространения водных форм земноводных в основных биотопах

Виды биотопов в водных объектах	<i>Rana ridibunda</i>	<i>Rana lessonae</i>	<i>Bombina bombina</i>	Личинки <i>Pelobates fuscus</i>	Число биотопов
Естественные					
Берега рек	5	0	0	0	1
Затоны рек	4	0	0	2	2
Озера	2	4	1	4	4
Болота	2	2	2	0	3
Родники и их русла	1	2	2	2	4
Антропогенные					
Копани	1	1	3	0	3
Пруды	4	3	0	0	2
Канавы у обочин дорог	2	0	4	0	2
Карьеры	2	2	2	2	4
Колеи дорог	2	1	4	0	3
Всего баллов	25	15	18	10	

Сопоставление данных по биотопическому распределению двух видов зеленых лягушек (см. табл. 2), *Bombina bombina*, а также личинок *Pelobates fuscus* показывает на эколого-биологические различия между ними.

Доминирует по степени освоения биотопов *Rana ridibunda* (25 баллов) и *Bombina bombina* (18 баллов). Озерная лягушка чаще всего попадается в самых различных водоемах естественного и антропогенного происхождения. Прудовая лягушка также встречается здесь, но в отличие от *Rana ridibunda* ее численность всегда ниже (в сумме 15 баллов). *Rana lessonae* обладает меньшей экологической валентностью по отношению к местообитаниям как в антропогенных, так и естественных ландшафтах. Прудовая лягушка не встречается по берегам крупных рек и их затонам. Озерная же лягушка в основном обитает в естественных урочищах по руслам и заливам рек и в пойменных водоемах, достигая высокой численности (5 и 4 баллов на биотоп). В антропогенно измененных ландшафтах озерная лягушка доминирует по освоенным биотопам, предпочитая пруды (численность оценена в 4 балла). Прудовая лягушка избегает канав у обочин дорог. Среди водоемов антропогенного происхождения, несомненно, лидируют пруды и карьеры, где обитают лягушки. В этих водоемах колебания воды проявляются Нерезко, по сравнению с другими водными объектами антропогенного происхождения. Согласно качественной оценке распространения выяснено, что *Bombina bombina* на момент размножения предпочитает антропогенно измененные ландшафты (13 баллов против 5 по численности в естественных ландшафтах). В естественных урочищах численность жерлянки оценена в 2 балла на болотах и в руслах родников. Высока численность размножающихся особей жерлянки в канавах у обочин дорог и колеях дорог. Этим можно объяснить невысокую численность *Bombina bombina* и значительную гибель особей на ранних этапах развития, так как эти биотопы подвержены резкому колебанию уровня воды и пересыханию. *Pelobates fuscus* для размножения предпочитает естественные урочища – озера (4 балла численность особей личиночного возраста), затоны рек и русла родников (2 балла численность особей). В антропогенных ландшафтах личиночные особи найдены в карьерах от добычи мела с невысокой численностью (2 балла).

В целом по степени освоенности биотопов доминирует *Rana ridibunda*, *Bombina bombina* и *Rana temporaria*. Озерные и прудовые лягушки чаще всего попадается в самых различных водоемах естественного и антропогенного происхождения, но различающихся по размерам и экологическим условиям в них. Фоновые виды в местообитаниях мало урбанизированной зоны – *Rana temporaria*, *Bufo bufo*. В зоне наиболее интенсивной урбанизации из преимущественно наземных форм обнаружены *Rana temporaria*, *Bufo bufo* и *Pelobates fuscus*.

Итак, распределение амфибий в местообитаниях биотопов связано в основном со степенью урбанизации территории. По мере нарастания интенсивности урбанизации, увеличивается представительство наземных видов, а также роющей формы – чесночницы. Распределение преимущественно водных видов амфибий (озерная, прудовая лягушки, краснобрюхая жерлянка) на территории Брянска обусловлено наличием подходящих водоемов для их существования; преимущественно наземных – наличием водоемов, пригодных для размножения (и зимовок), а также территории для жизни вне периода. При планировании и создании культурных ландшафтов с целью сохранения в них амфибий необходимо учитывать особенности их эколого-биологической организации, а также разную адаптированность к неблагоприятным антропогенным изменениям. Т.о. комбинированный способ оценки биотопической приуроченности земноводных позволил оценить распространение 8 видов амфибий, выявить их предпочтение по отношению к местообитаниям, определить факторы, ограничивающие численность.

The qualitative account of distribution of the amphibious cores in habitats ecosystem of Bryansk area has allowed to estimate on habitat distribution background and rare species. The combined way of an estimation on habitat distribution the amphibious has allowed to reveal preference in relation to habitats of 8 kinds of them, to define the factors limiting their number. This way it is possible to recommend a way of quality standard for diagnostics освоенности habitats and in various territories on anthropogenous loading.

The key words: Amphibious, on habitat distribution, preference in relation to habitats

Список литературы

1. Банников, А.Г. О земноводных в г. Москве / А.Г. Банников, А.Ю. Исаков // Животное население Москвы и Подмосковья. М., 1967. С. 92 - 96.
2. Банников, А.Г. Бесхвостые земноводные / А.Г. Банников, М.Н. Денисова // Жизнь животных. М., Просвещение, 1969. Т. 4. Ч. 2. С. 63-134.
3. Лебединский, А.А. Особенности размещения амфибий на урбанизированной территории / А.А. Лебединский // Назем. и вод. Экосистемы. Горький, 1981. Вып. 4. С. 49 - 56.
4. Ручин, А.Б. О биотопическом распределении трех видов зеленых лягушек (*Rana esculenta complex*) в бассейне р. Волги / А.Б. Ручин, Г.А. Лада, Л.Я. Боркин, С.Я. Литвинчук, Ю.М. Розанов, Р.И. Замалетдинов // Поволжский экологический журнал. 2009. № 2 . С. 137-147.

Об авторе

Максимов С.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, eco_egf@mail.ru

УДК – 581.52 + 574.625 + 631.524.02

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ИНТРОДУКЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.В. Мельников, Е.В. Мельников, В.Ю. Петрак

Внедрение экологического метода интродукции позволит сократить сроки исследований и обеспечить качественный подбор растений для создания насаждений различного целевого назначения независимо от природных условий региона. А также разработать эффективные методы их размножения и содержания в культуре.

Ключевые слова: метод экологический, интродукция, насаждения, устойчивость, спектр

Одним из эффективных способов восстановления и оздоровления окружающей среды является создание насаждений различного целевого назначения. В условиях значительного увеличения нагрузок на природные экосистемы особую актуальность приобретает зеленое строительство, связанное с разработкой ассортимента растений, дифференцированного по природным условиям и по целям создания [11].

На сегодняшний день большой объем фактического материала по переселению растений в разные природные зоны и его анализ позволил разработать экологический метод, методологической основой которого является синтетическая теория эволюции и экологические законы, правила и явления [5,12]. Синтетическая теория эволюции, представляющая собой синтез дарвиновской концепции естественного отбора с генетикой и экологией, с признанием популяции в качестве элементарной единицы эволюции, выступает как наиболее совершенная форма научного обоснования и программирования практической деятельности в области интродукции [10]. Теория объясняет закономерности формирования вида, его биологической продуктивности, жизненной формы и экологического спектра.

При разработке общих направлений исследований в области интродукции растений, необходимы также и теоретически обоснованные, конкретизированные практические рекомендации, которые должны иметь четкую программу и последовательность ее реализации, от постановки конкретной цели до введения интродуцента в культуру. Большое внимание должно уделяться разработке и внедрению агротехнических приемов размножения, выращивания и содержания интродуцентов в культуре, в зависимости от экобиологической характеристики вида и природных условий района исследований. Эти приемы и методы должны быть направлены на сбережение природных ресурсов и, в первую очередь, на обеспечение рационального использования водных и земельных ресурсов. Рекомендации должны также включать вопросы, связанные с изучением ресурсоемкости региона интродукции, с определением его возможностей в обеспечении ресурсами экспериментальных исследований, внедрения результатов исследований в практику, создания и содержания насаждений в условиях близких к оптимальным. Только в этом случае можно обеспечить реализацию поставленной цели,

заключающейся в создании высокоэффективных насаждений, отвечающих требованиям современного декоративного садоводства, лесокультурного производства и защитного лесоразведения.

Фундаментальные исследования в области физиологии, общей экологии и экологии растений способствовали объяснению многих природных явлений, законов и закономерностей [1]. Особый интерес для развития интродукции представляют исследования, посвященные изучению механизмов адаптации растений [3]. Исследователями установлено, что адаптация организмов лежит в основе их приспособлений к изменению экологических факторов в пределах ареала, для каждого вида характерен свой экологический спектр, своя экологическая валентность по отношению к силе воздействия того или иного фактора, что необходимо учитывать при интродукции растений, но в теории и практике интродукции растений экологические законы, правила и закономерности, а также наблюдаемые в природе экологические явления не нашли применения, методы интродукции разрабатывались без учета синтетической теории эволюции, аксиомы Ч. Дарвина об адаптивности вида к факторам среды [2,4,5,17]. Часто интродукция сводилась к безуспешному поиску видов, обладающих высокой декоративностью, продуктивностью и устойчивых к абиотическим факторам среды. Но аксиома Ч. Дарвина об адаптивности вида, теория эволюции, экологические законы, закономерности и правила доказывают, что, чем устойчивее вид к абиотическим факторам среды, тем ниже его продуктивность, декоративность и хозяйственная ценность [9,11] В соответствии с эволюционной теорией, биологическая продуктивность вида, его жизненная форма, габитус зависят от экологических условий местообитания и, прежде всего, от степени обеспеченности влагой и теплом, что подтверждается периодическим законом географической зональности, а также сравнительным анализом зависимости величины биологической продуктивности экосистем от характерного для них гидротермического режима [11].

В соответствии с эволюционной теорией перспективные, отличающиеся декоративностью и другими положительными качествами виды, можно найти только в биоценозах, отличающихся от района интродукции, более благоприятными абиотическими факторами и, прежде всего, солнечной радиацией и валовым увлажнением. Тепло и влага - основные экологические факторы, от которых зависит продуктивность любого биоценоза [9-12].

Экологический спектр вида сформировался под воздействием сил абиотических факторов, характерных для района естественного обитания вида. За границами современного ареала вида сила воздействия ряда экологических факторов может выходить за пределы его толерантности. Таким образом, переселяя вид в более аридные, жесткие лесорастительные условия, мы обязательно столкнемся с проблемой, несоответствия его экологического спектра с условиями района интродукции. Прежде всего, в районе интродукции, будет выходить за пределы экологической валентности вида дефицит влаги и тепла, а также тесно связанные с ними эдификационные факторы. Решение этих проблем обеспечивает экологический метод интродукции [11].

Интродуцируя виды из более благоприятных условий мы должны помнить о природном явлении - об экологической сукцессии (если мы не обеспечим рукотворный ценоз постоянным притоком энергии и ресурсов, то произойдет направленная смена видового состава биоценоза и там, где раньше была степь - вернется степь, а где была пустыня - вернется пустыня). Мы заранее должны знать, как отмечает в своей работе В. Б. Любимов, что сила воздействия ряда абиотических факторов в районе интродукции будет близка к границам толерантности вида или выходить за пределы его экологической валентности [10,12]. Эти знания позволяют решить вопрос о возможности агротехническими приемами исключить отрицательное влияние экологических факторов, выходящих за пределы экологической валентности вида и тем самым обеспечить условия для его нормального роста и развития. Так, например, важнейшими абиотическими факторами, лимитирующими интродукцию древесных растений являются разница в минимальных температурах в районе интродукции и районе естественного обитания вида, а также водообеспеченность этих районов, количество осадков, наличие пресных водоемов, близость залегания слабоминерализованных грунтовых вод. Зная силу воздействия этих факторов и экологическую валентность вида можно, с большой уверенностью, теоретически исключить виды, естественно обитающие в условиях, например, более мягкой зимы. В районе интродукции нет возможности защитить эти виды от абсолютного минимума температуры воздуха. Такие виды, мобилизованные в район интродукции, рано или поздно, но погибнут. Интродукция деревьев и кустарников, основанная на экологическом методе заключается в последовательном решении программных вопросов, заключающихся в:

- определении цели интродукционных изысканий, например, разработка и внедрение в культуру декоративного ассортимента растений для озеленения города;
- разработке плана экспериментальных исследований для эффективной реализации поставленной цели;
- в теоретическом подборе и обосновании перспективности исходного для интродукции видового состава, путях подбора исходного материала и его мобилизация (этот этап осуществляется на основе экологических законов оптимума, минимума, толерантности, т.е. теоретическое определение его экологического спектра и сравнение валентностей вида с силой воздействия абиотических факторов района интродукции);
- экспериментальном испытании мобилизованных видов, их экологической оценке, опреде-

лении перспективности для введения в культуру, на основе экологических законов и, прежде всего, применении закономерности изменчивости, вариабельности и разнообразия ответных реакций на действие факторов среды у отдельных особей вида. Эта закономерность позволяет, в значительной степени, сократить сроки эксперимента и довести его до 3-5 лет, не дожидаясь вступления вида в генеративную фазу. В соответствии с этой закономерностью, наиболее узкой экологической валентностью обладают молодые растения и наблюдения за проростками и всходами первого и второго года дают довольно объективную информацию о соответствии данного вида району интродукции, так как с возрастом толерантность представителей вида значительно повышается;

- практической разработке перспективных технологий репродукции и эффективных агротехнических приемов содержания в культуре интродуцентов (параллельно испытанию интродуцента разрабатываются эффективные методы генеративного и вегетативного размножения, и создается агротехника содержания растений, позволяющая особям данного вида реализовать свои потенциальные возможности, т.е. агротехника, обеспечивающая условия, близкие к зоне оптимума для конкретного вида;

- практическом введение перспективных видов в широкую культуру.

При интродукции растений экологическим методом необходимо акцентировать внимание на теоретическом подборе и обосновании вида. В таблице 1 приведен список видов древесных растений для условий Брянской области, подобранных на основе экологического метода [13]. Степень толерантности вида определялась на основе собственных исследований и имеющегося фактического материала [2,6, 7, 8, 14-16].

Таблица 1

Озеленительный ассортимент Брянской области * и виды перспективные для интродукции

Голосемянные	
Сем. Cupressaceae Neger - Кипарисовые	
Наименование пород	
Chamaecyparis thyoides (L.) Britt. - Кипарисовник туевидный, Ch. nootkatensis (Lamb.) Spach. – К. нутканский, Ch. pisifera (Sieb. et Zucc.) Endl. – К. горохоплодный (саварский), Libocedrus decurrens Torr. - Либоцедрус сбесжистый (кедровый), Juniperus communis L.* – Можжевельник обыкновенный, J. pseudosabina F. et M.* – М. ложноказацкий, J. sabina L.*- М. казацкий, J. sibirica Burgsd. - М. сибирский (низкий), J. virginiana L.* – М. виргинский, Thuja occidentalis L.* - Тuya западная, Th. plicata Lamb. - Т. складчатая (гигантская)	
Сем. Ephedraceae Wetst. – Хвойниковые	
Ephedra distachya L. - Хвойник двухколосковый (обыкновенный, Кузьмичева трава)	
Сем. Ginkgoaceae Engelm. - Гинкговые	
Ginkgo biloba L. - Гинго двулопастный	
Сем. Pinaceae Lindl. – Сосновые	
Abies alba Mill. *- Пихта белая (гребенчатая), A. arizonica Merr. – П. аризонская, A. balsamea (L.) Mill.* – П. бальзамическая, A. concolor (Gord.) Engelm. – П. одноцветная (колорадская), A. holophylla Maxim. – П. цельнолистная (приморская), A. Fraseri (Pursch) Poir. – П. Фразера, A. sachalinensis Mast. - П. сахалинская, A. sibirica Ldb. *- П. сибирская, A. Veitchii Lindl. - П. Вича, Larix decidua Mill.*–Лиственница опадающая (европейская), L. larinicina (Duroi) C. Koch*. – Л. американская, L. leptolepsis (Sieb. et Zucc.) Gord. – Л. японская, L. occidentalis Nutt. – Л. западная, L. sibirica Ldb.* – Л. сибирская, Larix dahurica Turcz. *– Л. даурская, L. gmelinii Rupr.* - Лиственница Гмелина, Piceae Engelmannii (Parry) - Engelm. – Ель Энгельмана, P. excelsa Link.* – Е. обыкновенная, P. jezoensis Carr. (P. ajanensis Fischer). – Е. йезонская (аянская), P. obovata Ldb.* - Е. сибирская, P. omorica (Pancic) Purcune. – Е. сербская (балканская), P. orientalis (L.) Link.* – Е. сизая (канадская), P. pungens Engelm. *– Е. колючая, P. Schrenkiana F. et M. – Е. Шренка (тиньшаньская), P. sitchensis (Bong.) Carr. - Е. ситхинская, Pinus Banksiana Lamb.*- Сосна Банкса, P. cembra L.* – С. кедровая европейская (кедр европейский), P. Griffithii McClelland. - С. Гриффита (гималайская), P. koraiensis Sieb. et Zucc. – С. корейская (кедр корейский), P. montana Mill.* – С. горная, P. nigra Arn.* – С. черная (австрийская), P. peuce Gris. - С. румелийская (балканская), P. pumila (Pall.) Rgl.- Кедровый стланец, P. rigida Mill. - С. жесткая (прямохвойная), P. sibirica (Rupr.) Mayr.* – С. сибирская (кедр сибирский), P. silvestris L.* – С. обыкновенная, P. strobus L.* – С. веймутова (белая), Pseudotsuga caesia (Schwer.) Flous. - Лжетсуга серая, P. taxifolia (Poir.) Britt.* – Л. тисолистная (зеленая), Tsuga canadensis (L.) Carr. - Тсуга канадская	
Сем. Taxaceae Lindl. - Тисовые	
Taxus baccata L. *– Тис ягодный (европейский), T. cuspidate Sieb. et Zucc. – Т. остроконечный (дальневосточный)	
Покрытосемянные	
Сем. Aceraceae Lindl.-Кленовые	
Acer campestre L.* – Клен полевой (паклен), A. carpinifolium Sieb. et Zucc. – К. грабовидный, A. circinatum Pursh. – К. кудреватый (круглолистный), A. ginnala Maxim.* – К. гиннала (приречный), A. mandschuricum Maxim. – К. маньчжурский, A. negundo L. *– К. ясенелистный, A. pensylvanicum L.* – К. пенсильванский (полосатый), A. platanoides L.*– К. остролистный, A. pseudoplatanus L.* – К. ложноплатановый, A. rubrum L.* - К. красный, A. saccharinum L. – К. сахаристый (серебристый), A. saccharum Marsh. – К. сахарный, A. spicatum Lam. – К. колоскоцветный (горный), A. tataricum L.* – К. татарский	
Сем. Actinidiaceae Van Tiegh. - Актинидиевые	
Actinidia colomikta (Rupr.) Maxim. - Актинидия коломикта, A. polygamia (Sieb. et. Zucc.) Maxim – A. многобрач-	

ная (носатая)
Сем. Anacardiaceae Lindl.- Сумаховые
Cotinus coggygria Scop.* – Скумпия, Rhus glabra L. - Сумах голый, Rh. typhina L.* – С. пушистый (уксусный)
Сем. Araliaceae Vent. - Аралиевые
Aralia mandshurica Rupr. et Maxim. - Аралия маньчжурская (шип – дерево)
Сем. Aristolochiaceae L. - Кирказоновые
Aristolochia macrophylla Lam. - Аристолохия крупнолистная (трубчатая)
Сем. Berberidaceae Torr. et Gray- Барбарисовые
Berberis Thunbergii DC.* – Барбарис Тунберга, B. vulgaris L.* – Б. обыкновенный, Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt.* – Магония падуболистная, M. repens (Lindl.) G. Don* – M. ползучая
Сем. Betulaceae C. A. Agardh.- Березовые
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.* – Ольха черная (клейкая), A. incana (L.) Moench.* – О. серая (белая), Betula costata Trautv. - Береза ребристая (желтая дальневосточная), B. dahurica Pall. – Б. даурская (черная), B. dalecarlica L. – Б. далекарлийская, B. Ermanii Cham. - Б. Эрмана, B. lenta L. – Б. сахарная (вишневая), B. lutea Michx. – Б. желтая (американская), B. Middendorffii Trautv. et Mey. – Б. Миддендорфа, B. papirifera Marsh. – Б. бумажная, B. pubescens Ehrh.* – Б. пушистая, B. Schmidtii Rgl. – Б. Шмидта, B. verrucosa Ehrh.* – Б. бородавчатая, Betula humilis Schrank.* - Береза приземистая, или низкая, Carpinus betulus L.*- Граб обыкновенный, Corylus avellana L.* – Лещина обыкновенная, C. colurna L. – Л. древовидная (орех медвежий)
Сем. Bignoniaceae Pers.- Бигнониевые
Catalpa bignonioides Walt. - - Катальпа бигнониевидная (обыкновенная), C. speciosa Warder. – К. великолепная (красивая)
Сем. Caprifoliaceae Vent.- Жимолостные
Lonicera caprifolium L.* – Жимолость обыкновенная (каприфоль козья), L. coerulea L. *– Ж. синяя, L. periclymenum L. – Ж. каприфоль немецкая, L. tatarica L.*– Ж. татарская, L. xylosteum L.* – Ж. обыкновенная, Sambucus canadensis L. - Бузина канадская, S. nigra L. *– Б. черная, S. racemosa L.* - Б. кистистая (сибирская), Symphoricarpos albus (L.) Blake* - Снежноягодник белый, Weigela hybrida Jaeg. - Вейгела гибридная, W. florida (Sieb. Et Zucc.) – В. цветущая, Viburnum lantana L.* - Калина Гордовина., V. opulus L.* – К. обыкновенная
Сем. Celastraceae Lindl.- Бересклетовые
Celastrus flagellaris Rupr. - Древогубец плетевидный, C. scandens L. – Д. вьющийся (американский), Euonymus europaea L.* – Бересклет европейский, E. Maackii Rupr.* – Б. Маака, E. verrucosa Scop.* – Б. бородавчатый
Сем. Cornaceae Link.- Дереновые
Cornus alba L.* - Дерен белый (сибирский), C. mas L. – Д. мужской (кизил обыкновенный), C. sanguinea L.* - Д. красный (свилина кроваво – красная), C. stolonifera Mchx. – Д. отпрысковый (американский белый)
Сем. Elaeagnaceae Lindl.- Лоховые
Elaeagnus angustifolia L.* – Лох узколистный, E. argentea Pursh.* – Л. серебристый, Hippophae rhamnoides L. *- Облепиха ветвистая (обыкновенная)
Сем. Ericaceae DC. - Вересковые
Rhododendron aureum Georgi – Рододендрон хризантум (золотистый), Rh. dahuricum L. – Р. даурский (маральник), Rh. canadense (L.) Torr. – Р. канадский, Rh. catawbiense Michx. – Р. кетевбинский, Rh. ferrugineum L. –Р. ржавчинный, Rh. hirsutum L. – Р. щетинистоволосистый, Rh. kamtschaticum Pall. – Р. камчатский, Rh. luteum Sweet – Р. желтый (азалея понтийская), Rh. mucronulatum Turcz. – Р. остроконечный, Rh. Smirnovii Trautv. – Р. Смирнова
Сем. Fagaceae A. Br.- Буковые
Castanea dentata Borkh. - Каштан зубчатый (американский), Fagus silvatica L. - Бук лесной (обыкновенный), Quercus alba L. - Дуб белый, Q. borealis Michx. (Q. rubra var. ambigua Fern.)* – Д. северный, Q. coccinea Muench. – Д. шарлаховый, Q. macrocarpa Michx.* – Д. крупноплодный, Q. robur L.* – Д. черешчатый (обыкновенный, летний), Q. rubra L.* – Д. красный, Quercus macranthera Fisch. Et Mey.* - Дуб крупнопыльниковый, Q. mongolica Fisch. ex Turcz.- Д. монгольский
Сем. Hippocastanaceae Torr. et Gray- Конскоштановые
Aesculus carnea Hayne – Конский каштан мясо – красный, Aesculus glabra Willd.* - Каштан голый, A. hippocastanum L.* – К. к. обыкновенный, A. octandra Marsh.* – К. к. восемьтычинковый (павия желтоцветная), A. pavia L. – К. к. павия
Сем. Juglandaceae Lindl. - Ореховые
Carya alba (L.) C. Koch*– К. белая (войлочная), C. cordiformis (Wangh.) C. Koch – К. сердцевидная (гикори горький), C. glabra (Mill.) Sweet. – К. голая (гикори «свиной»), C. laciniosa (Michx. f.) Loud. - Кария баҳромчатая (гикори толстокорый), C. macrocarpa Nutt. – К. мелкоплодная, C. ovata (Mill.) C. Koch – К. овальная (гикори лохматый), C. villosa Schneid. - К. опущенная, Juglans cinerea L.*– Орех серый, J. mandshurica Max.* – О. маньчжурский, J. nigra L.* – О. черный, J. Sieboldiana Maxim. – О. Зибольда, Pterocarya pterocarpa (Michx.) Kunth. - Лапина крылоплодная (ясенелистная)
Сем. Leguminosae Juss.- Бобовые
Amorpha fruticosa L.*- Аморфа кустарниковая, Cercis canadensis L. - Церцис (багрянник) канадский, Genista tinctoria L. - Дрок красильный, Halimodendron halodendron (Pall.) Voss. - Чемыш серебристый, Caragana arborescens Lam.*- Карагана древовидная (акация желтая), C. frutex (L.) C. Koch – К. кустарник, Colutea arborescens L. - Пу-

зырник древовидный (обыкновенный), *Laburnum anagyroides Medicus* - Лабурнум обыкновенный (ракитник «золотой дождь»), *Lespedeza bicolor Turcz.* - Леспедеца двухцветная, *Maakia amurensis Rupr.* - Маакия амурская (акация амурская), *Robinia neo-mexicana Gray.** - Робиния новомексиканская, *R. pseudoacacia L.** - Р. лжеакация (белая акация), *Gleditschia triacanthos L.** - Гледичия трехколючковая

Сем. Magnoliaceae J. St. Hil. - Магнолиевые

Magnolia acuminate L. - Магнolia заостренная (огуречная), *M. obovata Thunb.* - М. обратнояйцевидная (белоспинная), *Schizandra chinensis (Turcz.) Baill.* - Шизандра китайская (лимонник)

Сем. Moraceae DC. - Тутовые

*Morus alba L.** - Шелковица белая, *M. rubra L.* - Ш. красная

Сем. Oleaceae Lindl.- Маслиниевые

*Forsythia intermedia Zab.** - Форзиция промежуточная, *Forsythia europaea Deg. et Bald.** - Форзиция европейская, *F. viridissima Lindl.* - темно - Ф. зеленая, *Fraxinus americana L.** - Ясень американский, *F. exselsior L.** - Я. обыкновенный, *F. lanceolata Borkh.** - Я. зеленый, *F. pensylvanica March.** - Я. пенсильванский (пушистый), *Ligustrum vulgare L.** - Бирючина обыкновенная, *Syringa amurensis Rupr.** - Сирень амурская, *S. chinensis Willd.* - С. китайская, *S. josikaea Jacq. f.** - С. венгерская, *S. persica L.* - С. персидская, *S. villosa Vahl.* - С. мохнатая, *S. vulgaris L.** - С. обыкновенная

Сем. Ranunculaceae Juss. - Лютиковые

Clematis vitalba L. - Ломонос виноградо-листный (белый)

Сем. Rosaceae Juss.- Розоцветные

*Amelanchier canadensis (L.) Medic.** - Ирга канадская, *A. rotundifolia ** - И. круглолистная, *A. ovalis Med.** - И. обыкновенная, *A. spicata (Lam.) C. Koch.** - И. колосовидная, *Amygdalus nana L.** - Миндаль низкий (степной, бобовник), *A. triloba (Lindl.) Rick.** - М. трехлопастный, *Armeniaca mandshurica (Koehne) Skvortz.** - Абрикос маньчжурский, *A. sibirica (L.) Lam.* - А. сибирский, *Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot** - Арония черноплодная, *Cerasus avium (L.) Moench.** - Черешня обыкновенная, *C. Bessey (Bailey) Sok.** - Вишня Бессея (западная песчаная), *C. fruticosa (Pall.) G. Woron.** - В. кустарниковая (степная), *C. tomentosa (Thunb.) Wall.** - В. войлочная, *C. vulgaris Mill.** - В. обыкновенная, *Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl.** - Хеномелес японский (айва японская высокая), *Ch. Maulei (Mast.) Schneid.* - Х. Маулея (айва японская), *Cotoneaster integrerima Med.* - Кизильник цельнокарий, *C. lucida Schl.** - К. блестящий, *C. multiflora Bunge.* - К. многоцветковый, *Crataegus crusgalli L.* - Боярышник шпорцевый (петушья шпора), *Cr. monogyna Jacq.* - Б. однокосточковый, *Cr. oxyacantha L.** - Б. колючий (обыкновенный), *Cr. sanguinea Pall.** - Б. багряный, *Crataegus curvisepala Lindl.** - Боярышник отогнуточашелистиковый, *Cr. macracantha Lodd.** - Б. крупноколючковый, *Cr. pinnatifida Bge.** - Б. перистонадрезанный, *Cr. punctata Jacq.** - Б. точечный, *Cr. submollis Sarg.** - Б. полумягкий, *Cydonia oblonga Mill.* - Айва продолговатая (обыкновенная), *Malus baccata (L.) Borkh.** - Яблоня ягодная (сибирская), *M. domestica Borkh.** - Я. домашняя, *M. floribunda Sieb.* - Я. обильноцветущая, *M. Niedzwetzkyana Dieck.** - Я. Недзвецкого, *M. praecox (Pall.) Borckh.** - Я. ранняя, *M. prunifolia (Willd.) Borkh.* - Я. сливолистная (китайская), *M. silvestris (L.) Mill.** - Я. лесная (дикая), *M. spectabilis (Ait.) Borkh.* - Я. замечательная, *Padus Maackii (Rupr.) Kom. et Alisova** - Черемуха Маака, *P. pensylvanica (L. f.) Sok.** - Ч. пенсильванская, *P. racemosa (Lam.) Gilib.** - Ч. обыкновенная (кистевая), *P. serotina (Ehrh.) Agardh.** - Ч. поздняя, *P. virginiana (L.) Mill.* - Ч. виргинская, *Physocarpus opulifolia (L.) Maxim.** - Пузыреплодник калинолистный (спирея калинолистная), *Physocarpus amurensis Maxim.** - Пузыреплодник амурский, *Prunus domestica L.** - Слива домашняя, *Pyrus insititia L.** - Тернослива, *P. divaricata Ldb.** - С. растопыренная, алыча, *P. spinosa L.** - Терн (терен), *P. communis L.** - Г. обыкновенная (лесная), *P. elaeagrifolia Pall.* - Г. лохолистная, *P. salicifolia Pall.* - Г. иволистная, *P. ussuriensis Maxim.** - Г. уссурийская, *Rosa alba L.** - Роза белая, *R. arvensis Huds.* - Р. пашенная (полевая), *R. canina L.** - Р. собачья (шиповник обыкновенный), *R. centifolia L.* - Р. центифольная (столистная), *R. cinnamomea L.** - Р. коричневая (коричная), *R. dahurica Pall.* - Р. даурская, *R. damascene Mill.* - Р. дамасская, *R. foetida Herrm.* - Р. вонючая, *R. gallica L.* - Р. французская, *R. glauca Pourret.* - Р. сизая (краснолистная), *R. hybrida bifera.* - Р. ремонтантная, *R. hybrida polyantha hort.* - Р. полиантовая, *R. indica hybrida hort.* - Р. чайно-гибридная (индийская), *R. multiflora Thunb.** - Р. многоцветковая, *R. moschata Herrm.* - Р. мускусная, *R. pomifera Herrm.* - Р. яблочная, *R. rugosa Thunb.** - Р. морщинистая, *R. spinosissima L.* - Р. колючайшая (бедренцелистная), *Sorbus alnifolia (S. et Z.) C. Koch* - Рябина ольхолистная (мелкоплодник), *S. americana Marsch.* - Р. американская, *S. aria (L.) Crantz.** - Р. круглолистная (мучнистая), *S. aucuparia L.** - Р. обыкновенная, *S. domestica L.* - Р. садовая (домашняя), *S. hybrida L.* - Р. гибридная, *S. intermedia (Ehrh.) Pers.** - Р. промежуточная (скандинавская), *S. torminalis (L.) Crantz.* - Р. лопастная (берека), *Sorbaria sorbifolia (L.) A. Br.** - Рябинник рябинолистный (спирея рябинолистная), *Spiraea arguta Zab.* - Спирея острозубчатая, *S. chamaedryfolia L.** - С. дубровколистная, *Spiraea betulifolia L.** - Спирея березолистная, *S. Billardii (Zabel.) C. K. Schn.** - С. Бильярда, *S. crenata L.** - С. городчатая, *S. Douglasii Hook.* - С. Дугласа, *S. hypericifolia L.* - С. зверобоевидная, *S. japonica L. (S. callosa Thunb.)** - С. японская, *S. media Fr. Schmidt.** - С. средняя, *S. salicifolia L.** - С. иволистная, *S. syringaeflora Lem.* - С. сиреневоцветная, *S. trilobata L.* - С. трехлопастная, *S. Vanhouttei (Briot) Zabel.** - С. Вангутта, *S. lasiocarpa L.** - С. волосистоплодная

Сем. Rutaceae Juss.- Рутовые

*Phellodendron amurense Rupr.** - Феллодендрон амурский (бархат амурский), *Ph. sachalinensis (Fr. Schmidt) Sarg.* - Ф. сахалинский, *Ptelea trifoliolate L.** - Птелея трехлистная (вязовик)

Сем. Salicaceae Lindl.- Ивовые

*Populus alba L.** - Тополь белый (серебристый), *P. alba* * *P. berolinensis* - Т. Болле камышинский, *P. balsamifera L.** - Т. бальзамический, *P. balsamifera* * *P. berolinensis* - Т. бальзамический улучшенный, *P. berolinensis Dipp.** - Т. берлинский, *P. Bolleana Lauche* - Т. Боле, *P. canadensis Moench.* - Т. канадский, *P. candicans Ait.* - Т. круп-

нолистный, *P. canescens* Sm.* – Т. сереющий (серый), *P. deltoids* Marsh. – Т. дельтовидный, *P. Jablocovi* Jabl. – Т. Яблокова, *P. laurifolia* Ldb.* – Т. лавролистный, *P. Maximowiczii* Henry. - Т. Максимовича, *P. moskowiensis* Schroeder – Т. московский, *P. moskowiensis* Jabl. – Т. московский серебристый,
P. nervirubens Alb. – Т. краснодеревный, *P. deltoides* Marsh. (*P. canadensis* auct.)* – Т. дельтовидный, *P. nigra* L. *– Т. черный (осокорь), *P. nivea* Willd. - Т. снежно – белый, *P. petrovskiana* Schroeder. - Т. петровский, *P. pyramidalis* Rozier – Т. пирамидальный (итальянский), *P. Puschkinii* Schroeder - Т. Пушкина, *P. Razumowskyana* Schroeder. – Т. Разумовского, *P. Simonii* Carr.* – Т. Симона (китайский), *P. sibirica* pyramidalis Jabl.* – Т. советский пирамидальный, *P. suaveolens* Fisch.* – Т. душистый, *P. tremula* L.* – Т. дрожащий (Осина), *P. trichocarpa* Hook. – Т. волосистоплодный (калифорнийский), *P. tristis* Fisch. - Т. печальный, *P. Wobstii* Schroeder. – Т. Вобста, *Salix alba* L. *- Ива белая (серебристая, ветла), *S. acutifolia* Willd.* – И. остролистная (шелюга красная), *S. arctica* Pall. – И. арктическая, *S. caprea* L.* – И. козья (бредина), *S. caspica* Pall. – И. каспийская (актал), *S. cinerea* L.* – И. пепельная (серая), *S. daphnoides* Vill. – И. волчниковая (шелюга желтая), *S. fragilis* L. - И. ломкая (ракита), *S. lapponum* L. – И. лапландская, *S. orbicularis* Anderss. – И. округлая, *S. pentandra* L.* – И. пятитычинковая (лавролистная, чернолоз), *S. pulchra* Cham. – И. красивая, *S. purpurea* L. - И. пурпурная (желтолоз), *S. rosmarinifolia* L. – И. розмаринолистная, *S. rossica* Nas. - И. русская, *S. Schwerini* E. Wolf. – И. Шверина, *S. speciosa* Hook. et Arn. – И. великолепная, *S. tenuifolia* Turcz. - И. тонколистная, *S. triandra* L.* – И. трехтычинковая (миндалелистная, лоза), *S. vestita* Pursch – И. нарядная, *S. viminalis* L. – И. прутовидная (конопляная), *S. aurita* L.* - И. ушастая, *S. babylonica* L.* - И. вавилонская

Сем. Saxifragaceae DC.- Камнеломковые

Deutzia gracilis Sieb. et Zucc. - Дейция изящная, *D. Lemoinei* Lemoine – Д. Лемуана, *D. scabra* Thunb.- Д. шероховатая (городчатая), *Hydrangea arborescens* L. – Гортензия древовидная, *H. Bretschneideri* Dipp. – Г. Брецшнейдера (пекинская), *H. paniculata* Sieb. –Г. метельчатая, *H. petiolaris* S. et Z. - Г. лазящая, *Philadelphus caucasicus* Koehne. – Чубушник кавказский, *Ph. grandiflorus* Willd. – Ч. крупноцветковый, *Ph. Lemoinei* Lem. - Ч. Лемуана (гибридный), *Ph. microphyllus* A. Gray. – Ч. мелколистный, *Ph. pallidus* Hayek. – Ч. бледный (обыкновенный), *Philadelphus coronarius* L.* - Чубушник венечный, *Ribes alpinum* L. - Смородина альпийская, *R. aureum* Pursch.* – С. золотистая, *R. nigrum* L.* – С. черная, *R. sanguineum* Pursch. – С. кроваво – красная

Сем. Thymelaeaceae Reichb.- Волчниковые (ягодковые)

Daphne Mezereum L. - Дафна обыкновенная (волчеядорник обыкновенный)

Сем. Tiliaceae Juss.- Липовые

Tilia americana L. - Липа американская (гладкая, черная), *T. amurensis* (Rupr.) Kom. – Л. амурская, *T. cordata* Mill.* – Л. мелколистная, *T. euchlora* C. Koch *– Л. темно – зеленая (крымская), *T. heterophylla* Vent. – Л. разнолистная (белая), *T. Ledebourii* Borb. – Л. Ледебура(многоцветкова), *T. mandshurica* Rupr. et Maxim. – Л.маньчурская, *T. mongolica* Max. – Л. монгольская, *T. petiolaris* DC. – Л. черешчатая (плакучая), *T. platyphyllos* Scop. *– Л. крупнолистная, *T. tomentosa* Moench.* – Л. войлочная (серебристая), *T. vulgaris* Hayne* – Л. обыкновенная (средняя, голландская)

Сем. Ulmaceae Mirb.- Ильмовые

Celtis occidentalis L. - Каркас западный, *Ulmus americana* L. - Вяз американский (белый), *U. foliacea* Gilib. - В. листватый (берест полевой, карагач), *U. laevis* Pall.* – В. гладкий (обыкновенный), *U. propinqua* Koidz.- В. сродный (берест японский), *U. scabra* Mill. – В. шершавый (ильм горный)*, *U. pumila* L.* – В. приземистый, *U. scabra* Mill.*– В. шершавый

Сем. Vitaceae Lindl.- Виноградовые

Ampelopsis aconitifolia Bunge - Ампелопсис аконитолистный (виноград аконитолистный), *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. *- Партоноциссус пятилисточковый (виноград виргинский), *Vitis amurensis* Rupr. - Виноград амурский, *V. coignetiae* Planch. – В. японский, *V. riparia* Michx. – В. прибрежный (душистый)

Условное обозначение: * - вид, произрастающий на территории Брянской области.

Экологическим методом подтверждена перспективность флористических источников получения исходного для интродукции материала - это Циркум boreальная, Восточноазиатская, Атлантическо-Североамериканская, Скалистых гор, Мадреанская и Ирано-Туранская флористические области, входящие в Голарктическое царство. Таким образом, перспективными источниками получения исходных для интродукции видов являются флоры, представляющие умеренный физико-географический пояс Земного шара.

На основании проведенных исследований, нами установлено, что повышение экологической эффективности и декоративности насаждений может быть достигнуто:

-улучшением условий содержания существующих насаждений путем соблюдения агротехнических приемов в соответствии с экобиологическими особенностями вида;

-внедрением прогрессивных, высокоеффективных технологий выращивания посадочного материала (использование посевных гидроизолированных чеков с постоянным увлажнением, посев семян в фазе физиологической зрелости);

-интродукцией новых устойчивых, декоративных видов;

-широким введением в культуру хозяйственно – ценных видов, успешно прошедших испытание.

В Брянской области имеется значительный потенциал (виды, не введенные в озеленение, но отличающиеся перспективностью для области), реализация которого значительно повысит экологическую эф-

фективность и декоративность насаждений. Вместе с тем, необходимо дальнейшее развитие целенаправленных интродукционных исследований, которые позволяют обогатить насаждения области, например, кра-сивоцветущими кустарниками, а также хвойными экзотами и высокоствольными деревьями из числа покрытосеменных растений, т. е. теми жизненными формами, которые недостаточно введены в озеленение.

Adoption of the ecological method of introduction will allow to shorten the research period and to provide qualitative selection of plants for creating stable plantations of various purposes designation irrespective of region environment. And also to develop effective methods of their reproduction and maintenance in culture.

The key words: ecological method, introduction, plantations, stability, specter

Список литературы

1. Андреев, Л. Н. Роль физиологических исследований в разработке проблемы интродукции растений /Л.Н. Андреев // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР. Пущино: АНСССР, 1984. С. 3- 4.
2. Беспаев С.Б. Ассортимент декоративных растений для озеленения промышленных пунктов полуострова Мангышлак / С.Б. Беспаев, Т.Ф. Гурина, В.Б. Любимов. Алма-Ата: Наука, 1979. 36с.
3. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений / Н.И. Вавилов // Труды по прикл. ботанике и селекции. Т. 16, 1926. №2. с. 1- 248.
4. Головкин Б.Н. К вопросу об интродукционном районировании / Б.Н. Головкин // Бюл. гл. ботан. сада. М.: Наука, 1986. Вып. 139. с. 3- 6.
5. Зиновьев В.Г. Прогрессивные технологии размножения деревьев и кустарников /В.Г. Зиновьев, Н.Н. Верейкина, Н.Н. Харченко, В.Б. Любимов. Белгород-Воронеж: БГУ, 2002. 135 с.
6. Качалов А.А. Деревья и кустарники / А.А. Качалов М.: Лесная промышленность, 1970.407 с.
7. Колесников А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. М.: Лесная промышленность, 1974. 704 с.
8. Лапин П.И. Древесные растения Главного ботанического сада АНССР / П.И. Лапин, М.С.Александрова, Н.А. Бородина. М.: Наука, 1975. 547 с.
9. Любимов В.Б. Интродукция древесных растений на полуострове Мангышлак / В.Б.Любимов, Т.Ф.Гурина, О.Н. Косарева. Алма-Ата: Наука, 1985. 137 с.
10. Любимов, В.Б. Экологические законы и их практическая значимость при интродукции древесных растений / В.Б. Любимов // Сб. матер. науч. чтений Международной академии наук экол. и безопасности. Петербург: МАНЭБ, 1999. С. 85-86.
11. Любимов, В.Б. Интродукции деревьев и кустарников в засушливые регионы / В.Б. Любимов, В.Г. Зиновьев. Воронеж Белгород: БГУ, 2002. 224 с.
12. Любимов, В.Б. Интродукция растений (теория и практика) /В.Б. Любимов. Брянск: Курсив, 2009. 364 с.
13. Мельников И.В. Оценка древесно-кустарниковой флоры и ее роль в оптимизации городской среды (на примере г. Брянска) / И.В. Мельников // Диссертационная работа. Брянск, 2009. 226с.
14. Соколов С.Я. Ареалы деревьев и кустарников СССР / С.Я.Соколов, О.А. Связева, В.А. Кубли. Л.: Наука, 1977. Т.І. 162 с.
15. Соколов С.Я. Ареалы деревьев и кустарников СССР / С.Я.Соколов, О.А. Связева, В.А. Кубли. Л.: Наука, 1980. Т.ІІ. 142 с.
16. Соколов С.Я. Ареалы деревьев и кустарников СССР / С.Я.Соколов, О.А. Связева, В.А. Кубли. Л.: Наука, 1986. Т.ІІІ. 180 с.
17. Maur, H. Waldbau auf naturgeschichtlicher Grundlage / H. Maur. Berlin, 1909. 319 s.

Об авторах

Мельников И.В. – кандидат биологических наук, Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

Мельников Е.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Петрак В.Ю. – аспирант Брянского государственного университета имени академика. И.Г. Петровского

УДК – 581.1:631.584.5

ВЛИЯНИЕ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА И НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ В ОДНОВИДОВОМ И ЛЮПИНО-ЗЛАКОВОМ АГРОЦЕНОЗЕ

М.Ю. Никитушкина

В смешанном посеве наблюдаются самые высокие показатели интенсивности транспирации, удельной листовой поверхности растения, а также высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза на фоне применения азотфиксирующих микроорганизмов по сравнению с одновидовыми посевами. Исследования показали, что в смешанном посеве сумма хлорофиллов а и б выше, чем на контрольных вариантах. Можно предположить, что в гетерогенном агроценозе чистая продуктивность фотосинтеза зависит от суммы хлорофиллов а и б.

Ключевые слова: хлорофилл, агроценоз, азотфиксация, ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы, фотосинтез.

Фотосинтез является основным процессом, при котором образуется сухое вещество растений. Общее накопление биомассы растений зависит от интенсивности фотосинтеза, коэффициента эффективности и размера листовой поверхности. Лист – это не только орган фотосинтеза, но и орган транспирации. Известно, что интенсивность фотосинтеза возрастает с увеличением содержания хлорофилла [1, с. 120]. В связи с этим, остается до конца не ясным вопрос о взаимосвязи процесса фотосинтеза в бобово-злаковом агроценозе и эффективности самого процесса фотосинтеза у компонентов этого ценоза.

Цель исследований – выявить причинно-следственные связи влияния компонентов смешанных люпино-злаковых посевов на эффективность фотосинтеза.

Методика исследований. Полевые исследования проводились на опытном поле БГУ в 2009 году. Объектами исследования был узколистный люпин сорт Белозерный 110, ячмень Зазерский 85. соотношения компонентов в гетерогенной системе составляло: люпин – 1,0 млн., ячмень – 1,6 млн. всхожих семян на 1 га. Повторность в опыте 6-ти кратная. Размер учетной делянки 1 м². Полевые опыты проводили по схеме, представленной в табл.1. изучали штаммы клубеньковых и ассоциативных бактерий (табл.1). количество хлорофилла в листьях определяли на фотоколориметре СФ-2000. Интенсивность транспирации – весовым методом. ЧПФ рассчитывали по методике Ничипоровича (1978). Определение интенсивности фотосинтеза проводили при помощи прибора Л.А. Иванова и И.Л. Коссович [2, с. 32]. Статистическую обработку данных по методу дисперсионного анализа [3, с. 17].

Результаты работы. Наши исследования показали, что в смешанных люпино-злаковых агроценозах уже к фазе начала бутанизации люпина вегетативная масса ячменя возрастает на 15-20 % по сравнению с контролем его одновидовым посевом.

Интенсивность транспирации в смешанных агроценозах выше, чем в одновидовых посева (табл.1). Особенно это видно в смешанном посеве с обработкой флавобактерином. Но тенденция роста интенсивности транспирации в смешанных посевах у люпина заметно выше, чем у ячменя. Это вероятно связано с тем, что исследование проводилось в дневное время. В смешанном посеве с обработкой флавобактерином наблюдаются самые высокие показатели интенсивности транспирации, удельной листовой поверхности растения, а также высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза. Это связано с тем, что в этом посеве сумма количества хлорофиллов выше, чем на других вариантах. Можно предположить, что чистая продуктивность фотосинтеза находится в зависимости от количества хлорофилла. Если сравнить смешанные посевы с обработкой ассоциативными азотфиксирующими бактериями штамм363а и смесь штамм363а с флавобактерином, можно заметить, что во втором варианте сумма количества хлорофиллов выше, чем в первом (табл.1).

Следовательно, чистая продуктивность фотосинтеза и интенсивность транспирации тоже выше. Можно сделать вывод о том, что влияние микробиологических удобрений повышает интенсивность транспирации. Но известно, что интенсивное испарение воды с листовой поверхности препятствует поглощению углекислоты.

Таблица 1

Влияние клубеньковых бактерий на процессы фотосинтеза и интенсивности транспирации

№ варианта	Вариант	Масса вегетативной части растения	ЧПФ, г/м ²	УЛПР, м ² /г	ИТ, мг/дм ² час
1	Люпин одновидовой посев - контроль	3,26	4,33	0,12	9,40
2	Ячмень одновидовой посев - контроль	5,72	3,68	0,21	4,36
3	Люпин + ячмень + штамм 363а	3,45	5,49	0,20	9,60
		ячмень	7,19	4,34	4,37

4	Люпин + ячмень + флавобактерин	люпин	5,13	6,99	0,30	9,88
		ячмень	7,48	3,82	0,25	5,42
5	Люпин + ячмень + штамм 363а + флавобактерин	люпин	4,94	5,73	0,26	9,79
		ячмень	7,77	3,98	0,24	4,48

Из данных таблицы 1 видно, что общая биомасса выше у тех посевов, где вносили штаммы клубеньковых и ассоциативных азотфиксацирующих бактерий. На вариантах, где наблюдалось увеличение содержания хлорофилла в листьях люпина, там и наблюдали увеличение содержания этого пигмента и в листьях ячменя (табл.2). Из таблицы 2 видно, что в смешанном посеве с обработкой клубеньковыми бактериями штамм 363а количество хлорофилла а уменьшилось, а количество хлорофилла b повысилось. Общая сумма хлорофиллов а и b на этом варианте увеличилась по сравнению с одновидовыми посевами. Эта тенденция наблюдается и на других вариантах смешанных посевов, где использовали азотфиксацирующие микробиологические препараты. Известно, что скорость роста биомассы состоит из двух компонентов – скорость роста массы растения на единицу площади листа (ЧПФ) а также отношение площади листьев к биомассе растений (УЛПР), которые определяют эффективность растения в образовании сухого вещества. Опыты показали, что удельная листовая поверхность растения люпина в смешанных посевах возросла в два и более раза по сравнению с этим показателем в сумме одновидовых посевов. Листовая поверхность листьев ячменя в смешанных посевах увеличилась в среднем на 10-15% по сравнению с контрольным вариантом. Вероятно, это также связано с количеством хлорофилла а и b. Известно, что в процессе фотосинтеза хлорофилл а обеспечивает наиболее высокую эффективность процесса превращения диоксида углерода и воды в органические вещества. Поэтому не случайно люпин является более продуктивной по биомассе культурой, чем ячмень. И не удивительно, что соотношение хлорофилла а к хлорофиллу b у люпина составляет 6,22, у ячменя только 1,43, так как азотфиксацирующие бактерии способствуют более интенсивному процессу образования хлорофилла особенно в бобовых культурах.

В результатах исследования установлено увеличение содержания хлорофилла в культурах-компонентах смешанного посева по сравнению с одновидовым (табл.2). В листьях ячменя в смешанном посеве содержание хлорофилла возрастает по сравнению с одновидовым посевом на 14,9, а у люпина на 31,7%. На вариантах, где наблюдалось увеличение содержания хлорофилла в листьях люпина, там и наблюдали увеличение содержания этого пигмента и в листьях ячменя (табл.2). Данные таблицы 2 показывают, что в смешанном посеве с обработкой семян клубеньковыми бактериями штамм 363а количество хлорофилла а уменьшается, а количество хлорофилла b увеличивается. Установлено, что суммарное количество хлорофилла – а и b возрастает.

У ячменя в общей сумме хлорофилл а составляет 588,1 мг/г, хлорофилл b 469,6 мг/г. Эта тенденция наблюдается и на других вариантах смешанных посевов. В общей сумме у люпина и ячменя в одновидовых посевах хлорофилл а+b составляет 329,9 мг/г сухой массы органа растения. В смешанных без инокуляции семенах хлорофилл а+b – 404,5 мг/г или на 22,6% больше. В одновидовых посевах у ячменя в общей сумме хлорофилл а+b составляет 178,3 мг/г, у люпина 151,6 мг/г или на 17,6% больше.

Таблица 2

Влияние клубеньковых бактерий на содержание хлорофилла а и b в листьях люпина и ячменя в люпино-ячменном агроценозе, в мг/г (сухой массы органа растения)

№ варианта	Вариант	Количество хлорофилла а, мг/г	Количество хлорофилла b	Сумма хлорофиллов а и b	Отношение хлорофилла а к b
1	Люпин одновидовой посев - контроль	130,6	21,0	151,6	6,22
2	Ячмень одновидовой посев - контроль	104,8	73,5	178,3	1,43
3	Люпин + Ячмень	люпин	133,3	66,3	199,6
		ячмень	131,3	73,6	204,9
4	Люпин + Ячмень + штамм 363а	люпин	142,6	66,3	208,9
		ячмень	128,9	86,1	215,0
5	Люпин + Ячмень + флавобактерин	люпин	151,3	75,4	226,7
		ячмень	127,9	115,9	243,8
6	Люпин + Ячмень + флавобактерин + штамм 363а	люпин	146,1	68,9	213,1
		ячмень	135,2	120,5	250,7

Однако отношение хлорофилла а к хлорофиллу b у люпина составляет 6,22, у ячменя только 1,43. В общей сумме у люпина в смешанных и одновидовых посевах хлорофилл а составляет 703,9 мг/г сухой массы органа растения, хлорофилл b – 297,9 мг/г. Важнейшее значение для образования хлорофилла имеют условия минерального питания. Большое значение для обеспечения синтеза хлорофилла имеет нормальное снабжение растений азотом, так как этот компонент входит в состав хлорофилла [1, с. 241]. Показано, что внесение азотных удобрений вызывает повышение фотосинтетической деятельности растений. Можно

предположить, что чем больше внесено удобрений, тем выше количество хлорофилла [1, с. 233].

Как установил В.Л. Кретович [7, с. 45] клетки *Rhizobium lupini* на каждый грамм фиксации азота используют от 3 до 6 г углерода. Исследования Г.С. Посыпанова [8, с. 56], А.С Кононова [9, с. 67] подтвердили мнение о том, что небольшие дозы азота на ранних стадиях фазах роста полезны для растений люпина. Уникальные функции симбиотрофных организмов приобретают особое значение в связи с возможностью использования биологических механизмов питания растений азотом, что особенно важно в гетерогенных агроценозах. В опытах А.М. Гродзинского [5, с. 66] установлено, что в условиях водных культур и в полевых опытах с люпином и овсом происходил обмен меченой углекислотой. В опытах А.М. Гродзинского [5, с. 78] установлено, что в условиях водных культур и в полевых опытах с люпином и овсом происходил обмен меченой углекислотой. Начиная с фазы стеблевания, азотфикссирующая способность растений увеличивается, и они начинают снабжать растение-хозяина азотистыми веществами. В этот и последующий период азотфиксации клубеньковые бактерии получают от люпина огромное количество углеводов, так как интенсивность фотосинтеза в этот период наиболее высокая.

Заключение. В смешанных посевах заметно увеличение количества хлорофилла *b* в растениях люпина примерно, в 3,1-3,6 раза в сравнении с одновидовыми посевами. В листьях ячменя в смешанных посевах наоборот интенсивно возрастает содержание хлорофилла *a* на 22,0-29,0% к контролю, что больше, чем у люпина почти в 2 раза. При этом содержание хлорофилла *b* у ячменя в смешанных посевах увеличивается только на 17,1-63,7% к одновидовому посеву. Таким образом, наши исследования показывают, что в смешанных посевах в результате затенения растений люпина ячменем увеличивается общая сумма хлорофиллов в листьях при снижении в три раза отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*. Установлено, что чистая продуктивность фотосинтеза и интенсивность транспирации выше в смешанных посевах по сравнению с одновидовыми. Выходит, что чистая продуктивность фотосинтеза находится в зависимости от количества хлорофилла. Можно предположить, что количество синтезируемого пигмента хлорофилла в листьях растений показывает направленность процесса фотосинтеза и его величину в гетерогенной системе.

The most high factors exist in mixed sowing to intensities transpiration, specific sheet surface of the plant, as well as high factors to clean productivity of the photosynthesis on background of the using azotfixacija microorganism in contrast with one view sowing. The studies have shown that in mixed sowing amount chlorophyll but and *b* above, than on checking variant. Possible expect that in heterogeneity clean productivity of the photosynthesis depends on amounts chlorophyll but and *b*.

The keywords: chlorophyll, agrocenoze, nitroginfixacion, associative nitroginfixacion microorganisms.

Список литературы

1. Якушкина, Н.И. Физиология растений : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология» / Н.И Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. М. : Гуманитар, изд. центр ВЛАДОС, 2005. 463 с.
2. Сказкин, Ф.Д., Ловчновская Е.И., Красносельская Т.А., Миллер М.С., Аникеев В.В. Практикум по физиологии растений / Под ред. Сказкина Ф.Д. Советская наука. М.: 1953. С.156-156.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. - 357 с.
4. Бабьева, И.П., Зенова Г.М. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. М.: изд-во МГУ, 1989. 336с.
5. Гродзинский, А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление / А.М. Гродзинский. Киев, 1991. 432 с.
6. Winter, F.G. Allelopathie als Stoffwanderung und Stoffumwandlung // Ber. Dtsch. hort. Ges. 1960. Bd. 73. №9.
7. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. М.: Высш. школа, 1986. 553 с.
8. Посыпанов, Г.С. Биологический азот // Проблемы экологии и растительного белка / Г.С. Посыпанов. М., изд-во МСХА, 1993.
9. Кононов, А.С. Люпин: технология возделывания в России / А.С. Кононов. Брянск, 2003. 212 с.

Об авторе

Никитушкина М.Ю. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, marina.nikitushkina@yandex.ru

УДК – 574.24

СИНЕРГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ ПО ТУБЕРКУЛЁЗУ

Е.В. Ноздрачёва

Диалектическое единство биологических и социальных факторов предопределяет комплексный подход к борьбе с болезнью. В последние десятилетия особую тревогу медиков и широкой общественности вызывает возрастающая инфекционная патология, в частности, туберкулёт. При этом очевидными факторами возврата инфекций считается устойчивость возбудителей к современным лекарственным препаратам, бедность населения, ухудшение экологической обстановки. Действие экопатогенных факторов окружающей среды формирует особые патогенетические механизмы развития туберкулёзной инфекции в зонах экологического неблагополучия, что проявляется как изменением свойств самого возбудителя туберкулёза, так и состоянием противоинфекционной резистентности (устойчивости) макроорганизма. В то же время копатогенное воздействие окружающей среды на эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу на определённой территории должно рассматриваться в ряду социальных, демографических, медицинских причин при обязательном учёте климато – географических и геоморфологических факторов.

Ключевые слова: туберкулёт, эпидемиологические показатели, синергическое воздействие факторов.

Диалектическое единство биологических и социальных факторов предопределяет комплексный подход к борьбе с болезнью. Такой подход должен предусматривать эффективное вмешательство в сущность заболевания (биологический аспект) при одновременном устранении из жизни общества условий и обстоятельств, способствующих возникновению и распространению болезней (социальный аспект). В последние десятилетия особую тревогу медиков и широкой общественности вызывает возрастающая инфекционная патология, в частности, туберкулёт. При этом очевидным фактором возврата инфекций считается устойчивость возбудителей к современным лекарственным препаратам, рост бедности населения, ухудшение экологической обстановки, так как многие загрязнители biosfery вредно влияют на организм больного туберкулёзом, обостряют осложнения, вызванные туберкулёзной интоксикацией, ослабляют репаративные механизмы заживления [5].

Разница в уровне заболеваемости в различных автономных республиках, краях, областях, районах одной и той же административной территории объясняется рядом авторов как недостатками в организации противотуберкулёзной помощи и социальными факторами, так и условиями, в которых происходит формирование здоровья населения. Поэтому при изучении объективных причин, формирующих эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу, необходимо учитывать синергическое воздействие различных факторов. Брянская область имеет региональные особенности, которые определяются разнообразием природных условий и степенью антропогенного воздействия. Важная роль принадлежит повышенной радиации вследствие аварии на ЧАЭС [6].

Для выявления пространственно-временных характеристик распространения туберкулёза на территории Брянской области использован картографический метод исследования, суть которого заключается в том, что карта выступает как средство и как объект исследования, являясь образно-знаковой моделью действительности. Образно-знаковые нозогеографические модели дают возможность выявить тенденции в динамике эпидемической ситуации, показывают степень концентрации явлений посредством количественной характеристики территории в границах административных районов[4].

С учётом специфики передачи пространственной информации выполнено картографирование статистических данных в разрезе 27 административных районов Брянской области, просчитаны коэффициенты корреляции между различными факторами и эпидемиологическими показателями по туберкулёзу.

Стандартные эпидемиологические показатели полностью не отражают истинную распространённость туберкулёза среди населения, так как их пропорциональные связи весьма широки. Для выяснения связи между различными эпидемиологическими показателями по туберкулёзу на территории Брянской области мы просчитали коэффициенты корреляции между ними. Самая большая связь прослеживается между средней за период 1991-2008 годы смертностью от туберкулёза и распространённостью туберкулёза в 2009 году ($r = +0,933$). При сравнении этих показателей по административным районам установлено, что они изменяются закономерно одинаково. Кроме того, высокая прямая связь выявлена между общей заболеваемостью туберкулёзом и смертностью от него в 2009 году ($r = +0,783$). Высокая обратная связь имеется только между количеством больных активным туберкулёзом в 1991 году и приростом таких больных за период 1991-2009 годов ($r = -0,890$).

Средняя прямая связь установлена между приростом количества больных активным туберкулёзом за период 1991-2008 годы, с одной стороны, и приростом общей заболеваемости туберкулёзом

за тот же период ($r = +0,468$), а также смертностью от туберкулёза в 2009 году ($r = +0,572$), с другой стороны. Средняя обратная связь существует между количеством больных активным туберкулёзом в 1991 году, с одной стороны, и приростом общей заболеваемости туберкулёзом за период 1991-2008 годы ($r = -0,595$) и приростом распространённости туберкулёза за тот же период ($r = -0,513$).

Малая прямая связь выявлена между следующими эпидемиологическими показателями: прирост количества больных активным туберкулёзом и распространённость туберкулёза в 2008 году ($r = +0,265$); количество больных активным туберкулёзом в 1991 году и среднегодовая заболеваемость внелёгочным туберкулёзом в 1996-1999 годах ($r = +0,273$); распространённость туберкулёза и смертность от него в 2008 году ($r = +0,396$); прирост количества больных активным туберкулёзом за период 1991-2008 годы и средняя смертность от туберкулёза за этот же период ($r = +0,287$); среднегодовая заболеваемость внелёгочным туберкулёзом в 1991-1995 годах и прирост смертности от туберкулёза за период 1996-2008 годы ($r = +0,245$); прирост среднегодовой заболеваемости внелёгочным туберкулёзом за период 1991-1999 годы и прирост смертности от туберкулёза за период 1996-2008 годы ($r = +0,321$).

Как показали исследования 1954-1965 годов, между образом жизни и заболеваемостью туберкулёзом существует корреляция [3].

Одним из факторов распространения и развития туберкулёзной инфекции могут служить жилищные условия. Показатель средней площади, приходящейся на одного человека, в административных районах Брянской области существенно варьирует: от 27,43 м² до 18,63 м² на одного жителя (в среднем за период 2001-2008 годов). Для того чтобы выявить роль жилищного фактора в эпидемиологической ситуации по туберкулёзу, мы рассчитали коэффициент корреляции между эпидемиологическими показателями и средней площадью, приходящейся на одного человека в административных районах Брянской области. Так, средняя площадь жилища, приходящаяся на одного жителя, имеет малую обратную связь с приростом распространённости туберкулёза ($r = -0,201$) и приростом смертности от туберкулёза ($r = -0,400$), то есть чем более стеснённые жилищные условия у людей, тем выше эти эпидемиологические показатели [1].

Кроме жилищных условий, большое влияние может оказывать плотность населения, так как в условиях крупного промышленного города возрастает роль случайной «уличной» инфекции, в то время как при низкой плотности населения играет роль в основном семейный контакт. В Брянской области этот показатель тоже существенно варьирует: от 7,5 до 2331,9 чел./км². Мы рассчитали коэффициенты корреляции эпидемиологических признаков по туберкулёзу с плотностью населения в административных районах Брянской области. Малая прямая связь обнаружена только между плотностью населения и приростом смертности от туберкулёза за период 1996-2008 годов.

Применение картографического метода позволило определить также тенденции развития нозогеографической ситуации. Региональные особенности внешней среды Брянской области определяются разнообразием природных условий и степенью антропогенного влияния. Климатической особенностью области является расположение большей части её территории в зоне хвойно-широколиственных лесов, и только крайний юго-восток области расположен в лесостепной зоне. В области наиболее распространены ландшафты полесий, предполесий, ополий и предополий, а также долинные комплексы и эрозионно-лесовые возвышенные равнины. Так, наиболее высокие показатели заболеваемости туберкулезом за 2008 год отмечаются в районах области, географически расположенных в долинах рек Десна, Ипуть, Судость (ландшафт полесий). Положительные тенденции в показателях заболеваемости туберкулезом характерны для районов с преобладанием ландшафта ополий. В этих районах среднегодовые статистические показатели заболеваемости туберкулезом в период с 2003 по 2008 год находятся постоянно ниже областного. Важно отметить, что показатели заболеваемости туберкулёзом ниже среднеобластных величин характерны и для радиоактивно-загрязненных районов. Географической особенностью этих районов является преобладание дренированных равнин, то есть ополий. Это диктует необходимость вернуться к традиционным методам профилактики туберкулёза в виде рентгено- и флюорографии в районах, отмененных из-за радиофобии.

Таким образом, различная эпидемиологическая обстановка в отношении туберкулёза в различных районах Брянской области зависит, прежде всего, от экономической структуры, уровня материальной и санитарной культуры, от образа жизни, качества медицинского обслуживания, природных условий обитания. Поэтому только многофакторный подход при обязательном учёте социальных, демографических, медицинских причин, климато-географических, геоморфологических и других факторов позволит выявить причины, формирующие эпидемиологическую ситуацию по туберкулёзу, в частности на определенной территории.

Dialectical unity of biological and social factors predetermines complex approach to the struggle against the disease. In recent years the increasing infectious pathology, particularly tuberculosis, disturbs physicians and the public very much. The social and ecological crisis of these days that reflects the essence of the crisis of the contemporary civilization can be one of the determining moments in the accumulation of the “aggressive” nature of tuberculosis.

Also the steadiness of pathogens to the contemporary medicinal preparation, the increasing of people's poverty and the

deterioration of the ecological situation are considered to be the obvious factors of the return of the disease. The effect of the ecopathogenic factors of the environment forms special pathogenetic mechanisms of the progress of tuberculosis infection in the unfavourable environmental areas. It becomes apparent as the change of the tuberculosis pathogens' characteristics and as the condition of macroorganismus' steadiness against the infection. Ecopathogenic influence of the environment to the epidemiological situation of tuberculosis in certain territory should be examined among social, demography, medical reasons with compulsory calculation climatic – geographical and geomorphological factors.

The key words: *tuberculosis, ecological and social crisis, epidemical situation, epidemical indices, social and ecological factors.*

Список литературы

1. Березовский Б.А., Салобай Р.Ю., Марчак В.В. и др. Влияние социальных факторов на заболеваемость туберкулёзом //Проблемы туберкулёза. 1991. № 12. С. 6.
2. Жумабаев С.Н., Моделевский Б.С. //Проблемы туберкулёза. 1989. № 7. С. 14-17.
3. Массино С.В. //Руководство по туберкулёзу. М., 1962. Т. 4. С. 44-79.
4. Терёшин В.С. Выявление больных туберкулёзом лёгких в пульмонологических отделениях на радиоактивно загрязнённых территориях: Дисс. ... д.м.н. М., 2002. С. 46.
5. Ужегов Г.Н. Зона особого внимания: туберкулёз (народные методы лечения). СПб.: Изд-во «ДИЛЯ», 2003. 128 с.
6. Шилова М.В. Туберкулёз в России в 2003 году. М., 2004.

Об авторе

Ноздрачева Е.В. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, nozd-ev@mail.ru

УДК – 308

ИННОВАЦИОННЫЙ РЕСУРС РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

В.В. Одиноченков, Н.В. Грачева

Анализируется проблема повышения качества жизни и роль в ее решении государства и как основных звеньев – предприятий. Показывается возможность противоречивости между ними по поводу распределения добавленной стоимости продукта, производимого предприятиями. Предлагаются варианты равноудовлетворяющего обе стороны баланса их выгод от инновационной деятельности. Конкретно для предприятий рассматривается задача получения посредством рыночной активизации инновационной деятельности дополнительного для социально-экономического развития и повышения качества жизни ресурса.

Ключевые слова: *качество жизни, критерий, государство, предприятие, инновационная деятельность, добавленная стоимость, ресурс.*

В настоящее время все большее внимание исследователей привлекает проблема качества жизни людей. По проблеме на различных уровнях принимаются программы повышения качества жизни. В них определяются направления деятельности их реализации. Программы рассматриваются как основа социально-экономических преобразований и достижений. В качестве общих критериев оценки качества жизни отдельные программы содержат следующие [1]:

- объем валового регионального продукта на душу населения;
- соотношение рождаемости и смертности населения;
- уровень инфляции;
- уровень безработицы;
- покупательная способность среднедушевых денежных доходов населения, среднемесячной заработной платы, среднемесячного размера пенсий;
- доля граждан с доходами ниже прожиточного минимума;
- уровень преступности;
- уровень образования населения.

Не особенно от этих отличаются критерии оценки качества жизни людей по сферам деятельности. В своей совокупности они следующие:

- содействие увеличению производства;
- обеспечение спроса на основные виды продовольствия за счет собственного производства;
- минимизация ввоза в регион недоброкачественного сырья;
- регулирование цен с целью необоснованного их роста;

- поддержка интересов добросовестных собственников предприятий с одновременной защитой интересов работающих.

В качестве приоритетных в программах определяются критерии:

- дальнейшее повышение уровня благосостояния и уровня оплаты труда работающих;
- стабилизация демографической ситуации в регионе;
- увеличение продолжительности жизни;
- снижение доли малоимущих слоев населения;
- увеличение среднего класса;
- сохранение социальной стабильности;
- развитие образования и национальной культуры.

Анализируя приведенные группы общих критериев, взятых в программах для оценки качества жизни людей, можно сделать вывод, что в основном они представляют экономический блок и, на наш взгляд, недостаточно отражают их социальные потребности. Не подкрепляются критерии количественными оценками, что затрудняет или вовсе не позволяет выработать эффективные реаллизационные меры и влиять на динамику результатов. Однако, положительным в принятии мер и решений, относящихся к проблеме качества жизни, следует признать то, что они основываются на развитии отраслей деятельности – промышленности, строительства, предпринимательства. В отраслях, их предприятиях трудится основная масса людей. Здесь создается обеспечивающий их жизнь материальный продукт и, следовательно, закладывается основа их материального благополучия и социального развития как личностей.

В процессе социального развития совместно с предприятием большое участие принимает государство, выполняя общесоциальную функцию.

Основным ресурсом решения проблемы социального развития является получаемая предприятием добавленная стоимость продукта. Как показывает практика, наибольший ресурс приносит инновационный продукт. Часть добавленной стоимости, получаемой предприятием от этого продукта, в виде чистой прибыли остается у него, а часть в качестве налоговых отчислений идет государству. Оно использует их на общесоциальное развитие. Часть чистой прибыли, остающейся у предприятий, в значительной мере идет на его инновационное развитие. Однако в этом распределении добавленной стоимости между государством предприятием обнаруживается некоторая противоречивость.

С одной стороны, заботясь об общем социальном прогрессе, государство, естественно, заинтересовано в получении из добавленной стоимости максимально возможную долю денежных средств. С другой стороны, увеличение доли государства в добавленной стоимости может снизить возможности инновационного и других видов развития предприятий. Это может происходить прямым путем, например посредством увеличения государством изымаемой в виде налога «своей» части добавленной стоимости, а, следовательно, уменьшения в ней доли предприятия и, как следствие этого, уменьшения величины их чистой прибыли, являющейся, как сказано выше, основной составляющей ресурса инновационного развития. В формализованном виде это выглядит следующим образом:

$$\Delta g \rightarrow \Delta g_{\max}, \text{ следовательно, } \Delta c \rightarrow \Delta c_{\min} \text{ при } \Delta c = \text{const}, \quad (1)$$

то есть, когда доля государства в добавленной стоимости Δg будет стремиться к максимальному росту Δg_{\max} , то доля прибыли предприятия Δc будет уменьшаться до Δc_{\min} при условии, что величина чистой прибыли Δc остается постоянной. И нет гарантии того, что такое не может происходить, ибо государство получает свою часть добавленной стоимости в зависимости от устанавливаемого им же налогового бремени и исходя из своих интересов. Причину, чтобы налоговое бремя изменить, государство может обосновать.

Согласно теории А. Лаффера, существует функциональная зависимость между доходами и величиной налогового бремени, описываемая параболой с точкой ее максимума, после которой всякий рост доходов прекращается и дальше идет только их снижение, и отсюда, по существу, прекращается инновационное развитие предприятия за счет собственных средств [4, с. 389].

Поэтому стремление государства получить как можно больше средств для развития общесоциальной функции и принятие с этих позиций решения об увеличении налогового бремени, возможно, оцененное им как эффективное, может быть совершенно неэффективным для предприятий.

Макроэкономическая теория указывает на то, что решение данной проблемы лежит в плоскости нахождения оптимального сочетания потребностей государства и предприятий [3, с. 230]. Этого можно добиться путем моделирования равновыгодных для них взаимоотношений, т.е. их построением не способом примитивного, не обоснованного экономически административного волевого воздействия при установлении величины налогового бремени, а на основе реально достигнутого уровня социально-экономического развития общества.

Одним из показателей достижения такого равнодовлетворяющего стороны баланса выгод может стать результат реализации общесоциальной функции, не ведущей к снижению или сдерживанию инновационного развития предприятий, от которого зависят все другие виды развития. Концептуально баланс удовлетворенных потребностей государства и предприятий от инновационных про-

цессов можно выразить в виде экономико–математической модели следующего вида:

$$\text{РСФг} \text{ соответствует ИИР}_{\text{сх}} \text{ при } \text{ИИР}^{\text{o}}_{\text{сх}} \geq \text{ИИР}^{\text{б}}_{\text{сх}}, \quad (2)$$

где РСФг – результат реализации государством социальной функции;

ИИР_{сх} – результат, полученный предприятием от инновационного процесса;

ИИР^o_{сх}, ИИР^б_{сх} – соответственно ожидаемый и достигнутый в базовом периоде инновационный результат предприятия от инновационного процесса.

При условии инновационного развития модель 2 приобретает следующий вид:

$$\text{РСФг} \text{ соответствует ИИР}_{\text{сх}} \text{ при } \text{ИИР}^{\text{o}}_{\text{сх}} = \text{ИИР}^{\text{б}}_{\text{сх}} + \Delta \text{ИИР}_{\text{р}}, \quad (3)$$

где $\Delta \text{ИИР}_{\text{р}}$ – величина превышения фактически достигнутого инновационного результата над базовым.

Действие данной модели способствует распределению добавленной стоимости: первое, с учетом инновационного и общесоциального развития; второе, с выделением приоритетных направлений развития; третье, с достижением сбалансированности идущего на те и другие виды развития ресурса по величине и срокам реализации. Выделение приоритетных направлений означает то, что при определенных экономических условиях создается возможность направлять больший ресурс в общесоциальное развитие без ущерба для инновационного развития предприятия или при потребности активизировать их инновационное развитие, увеличив ресурсное обеспечение по этому направлению. Значительно оптимизировать эти процессы может как раз их ориентирование на обеспечение качества жизни, т.к. в этой категории заложен смысл постоянного дополнения нового результата к достигнутому. Важно то, что при этом кроме экономических интересов во многом учитываются социальные компоненты, как: 1 – степень удовлетворения научно обоснованных потребностей и интересов; 2 – степень удовлетворённости жизнью самих людей [2, с. 145]. То есть, показатели качества жизни отражают не просто человеческие ценности, а те, которые научно обоснованно подтверждают потребности и интересы людей и самими людьми оценивается их удовлетворенность жизнью.

В оценке социального результата в инновационном развитии, сложно свести множество его частных показателей к одному интегральному. Поэтому приходится эту задачу решать с помощью нескольких показателей. Одним из вариантов ее решения можно предложить способ векторной оптимизации. Данный способ заключается в выделении показателей, имеющих количественные оценки и допускающий их изменение. Это позволяет составить количественные векторы оценок, показывающие их величины перед вхождением в другой или очередной инновационный процесс. Оценка качества жизни состоит в определении величины векторов получаемых результатов. Достигнутое состояние векторов считается исходными для оценок результатов другого или очередного инновационного процесса. Качество инновационного и социального результата от рассматриваемого процесса определяется по наращенной величине векторов показателей качества. Совокупность таких показателей создаёт векторную функцию состояния качества жизни вида:

$$K_{1\dots n} = f_1(x_1 \dots x_m) \longrightarrow f_2(x_1 + \Delta x_1^{(2)} \dots x_m + \Delta x_m^{(2)}) \longrightarrow \\ \longrightarrow f_n(x_1^{(n-1)} + \Delta x_1^{(n)} \dots x_m^{(n-1)} + \Delta x_m^{(n)})$$

где, $K_{1\dots n}$ - показатель состояния качества жизни по функциям 1...n;

f - число функций (1...n); $x_1 \dots x_m$ - векторы показателей, отражающих уровень качества жизни по функциям (i...n); $\Delta x_{1\dots m}$ - приращение векторов по функциям 1...n.

Концептуальной особенностью рассмотрения инновационного развития в совокупности с социальным является обозначившаяся тенденция мощного усиления поворота нынешнего уклада жизни в сторону человека с учётом его потребностей и реальным осознанием необходимости их удовлетворения. Введение в научный анализ категории «качество жизни» отражает значимость происходящего по всем направлениям жизнеобеспечения людей и играет ту особо важную роль, что, видя главный ресурс общего прогресса в инновационных преобразованиях, определяются по параметрам качества жизни векторы совершенствования и развития социальной структуры общества.

Конкретно для предприятий решение задачи повышения качества жизни в них работающих в них людей нужно искать в активизации рыночной инновационной деятельности, дающей дополнительный ресурс развития. Одним из элементов ее может стать выполнение научно-техническими структурами предприятий технической подготовки производства и параллельно ведение ими инновационного бизнеса. Характер инновационной деятельности в этом случае может быть представлен разными вариантами (табл. 1).

Таблица 1
Возможные направления деятельности в инновационной деятельности промышленных предприятий в современных условиях

№ п/п	Функция	Результат – продукт инновационной деятельности
1	2	3
1	Производственная	Техническая подготовка производства нового материального продукта предприятия. Техническое обеспечение производимого предприятием материального продукта
2	Производственно-рыночная	Совместное с предприятием создание бизнес-продукта
3	Производственная, рыночная	Техническая подготовка производства нового материального продукта предприятия. Техническое обеспечение производимого предприятием материального продукта. Интеллектуальный бизнес-продукт инновационных структур предприятия

В целом, изложенное в методологическом и практическом аспектах ориентирует на рациональное построение социально-экономических отношений, позволяющих в цивилизованной форме и в равной степени удовлетворённых потребностей жизнеобеспечения, создавать материальные и общечеловеческие ценности и их эффективно реализовывать по сферам развития.

The problem of improvement of quality of life and role in its decision of the state and as basic links – the enterprises is analyzed. Discrepancy possibility between them concerning distribution of the added cost of the product made by the enterprises is shown. Variants of balance of their benefits satisfying both parties from innovative activity are offered. Particularly for the enterprises the problem of reception by means of market activization of innovative activity additional for social and economic development and improvement of quality of life of a resource is considered.

The key words: quality of life, criterion, the state, the enterprise, innovative the activity, the added cost, a resource.

Список литературы

1. Постановление администрации Брянской области от 28 октября 2004 г. № 528 «О мерах по реализации программы повышения качества жизни населения Брянской области».
2. Садков В.Г. Системные основы формирования общества XXI века и модель основного закона России. М.: ОАО Издательская группа «Прогресс», 2002.
3. Современная экономика / Под ред. О. Ю. Мамедова. Ростов-на-Дону: Издательство «Феникс», 1998.
4. Экономическая теория / Под ред. В. Д. Камаева. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2006.

Об авторах

Одиноченков В.В. – кандидат экономических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского,
Грачева Н.В. – Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

УДК – 541.138; 541.183.

РАСЧЕТ ЗАРЯДОВ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ ИЗ ДАННЫХ АДСОРБЦИИ ХЛОРИД- И ИОНОВ НАТРИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДОВ

Д.В. Панкратов, И.Г. Горичев, В.Н. Авдащенко

Изучена адсорбция хлорид- и ионов натрия на поверхности магнетита и оксида титана (IV). Изложена методика определения параметров двойного электрического слоя (ДЭС) на границе оксид металла/электролит на основании модели Грэма-Парсонса из данных адсорбции 1,1-ионов. Приведенные данные свидетельствуют об инвариантности функции заряд ДЭС-(рН-рН₀) от природы оксида.

Ключевые слова: магнетит, оксид титана, модель Грэма-Парсонса, адсорбция ионов, двойной электрический слой.

Введение

В связи с активным развитием и промышленным использованием технологий получения нанодисперсных оксидов металлов представляется интересным изучить закономерности адсорбции ионов и параметры двойного электрического слоя как основные характеристики, определяющие закономерности протекания реакций на границе раздела фаз оксид/электролит.

Цель данной работы – с использованием теории «связанных мест» и модели Грэма-Парсонса на основании данных по адсорбции хлорид- и ионов натрия на поверхности магнетита и анатаза рас-

считать параметры двойного электрического слоя (ДЭС) на границе оксид/электролит, выявить зависимость рассчитанных параметров от природы оксида, pH, концентрации электролита.

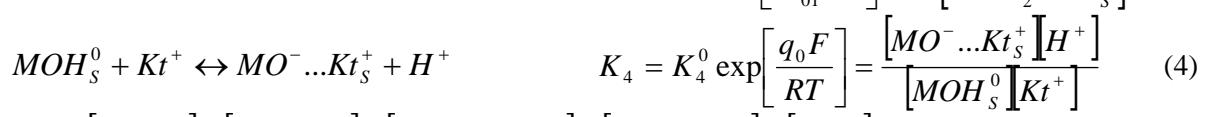
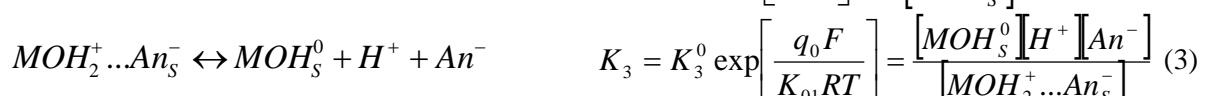
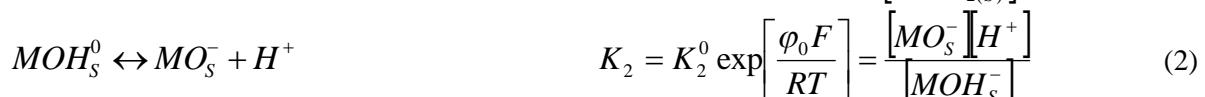
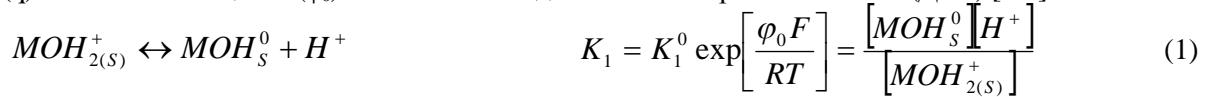
Экспериментальная часть

Для изучения адсорбции ионов использовались продажные оксиды железа (магнетит) и титана (анатаз) квалификации «ХЧ» (фракция 20-50 мкм) после дополнительной промывки от сопутствующих ионов и просушивания при 120°C в течение 4 часов в инертной атмосфере аргона. Идентификация оксидов была проведена методами ИК-спектроскопии и РФА, которые доказали наличие монокристаллической фазы в образцах. Удельная поверхность, определенная методом БЭТ, составила в зарядовых единицах для магнетита и анатаза соответственно 62 и 38 мкКл/см². Рабочие растворы готовились на бидистиллированной воде из NaCl квалификации «ХЧ» после дополнительной перекристаллизации, регуляция pH осуществлялась добавлением HCl или 40% NaOH. Определение концентраций хлорид- и ионов натрия проводилось при помощи ионселективных электродов на pH-метр-иономере «Эксперт-001-3-0.1» в терmostатируемой ячейке (303К, 1г оксида/50 мл раствора) в атмосфере аргона.

Результаты и их обсуждение

Результаты адсорбции ионов на магнетите и анатазе представлены на рис.1.

При контакте оксидов металлов с водным раствором электролита происходит адсорбция или десорбция потенциалопределяющих ионов H⁺, OH⁻. Адсорбция потенциалопределяющих ионов всегда сопровождается соадсорбцией катионов и анионов электролита, зависящей от pH. Согласно теории «связанных мест», устанавливаются кислотно-основные равновесия, которые определяют заряд поверхности оксида (q) и скачок потенциала (ϕ_0) в ионной части двойного электрического слоя (ДЭС) [1-6]:



$$N_S = [MOH_S^0] + [MOH_{2(S)}^+] + [MOH_2^+ ... An_S^-] + [MO^- ... Kt_S^+] + [MO_S^-]$$

где N_S – суммарная концентрация адсорбционных центров, [MOH_S⁰] - концентрация центров адсорбции на незанятой поверхности (моль/см²); [MOH_{2(S)}⁺], [MOH₂⁺...An_S⁻], [MO⁻...Kt_S⁺] и [MO_S⁻] - поверхностные концентрации комплексных частиц; [Kt⁺], [An⁻] - концентрация катионов и анионов в электролите, которая для симметричного электролита равна концентрации фонового электролита - с, моль/л; φ₀ и q₀ – соответственно значения потенциала и заряда на внутренней плоскости Гельмгольца ионной части ДЭС; F – число Фарадея, K₀₁ – интегральная емкость в плотной части ДЭС.

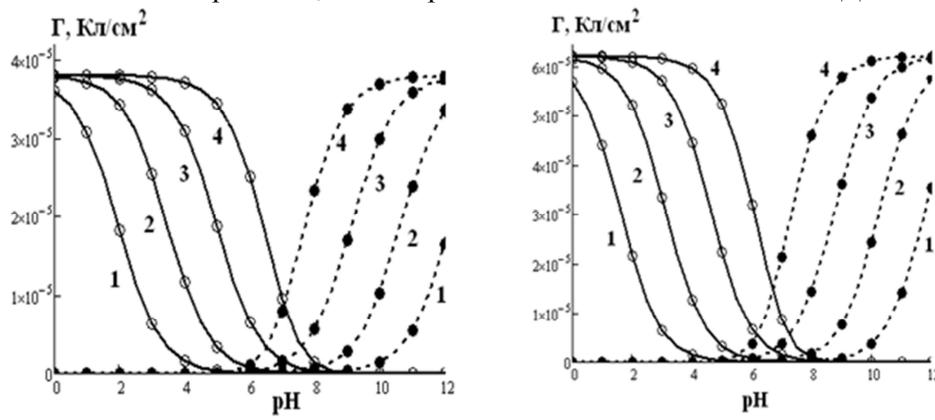


Рис. 1. Зависимость адсорбции хлорид-анионов (○) и катионов натрия (●) от pH на Fe₃O₄ (А) и TiO₂ (Б) при различной концентрации NaCl, моль/л: 1-0,001; 2-0,01; 3-0,1; 4-1 (точки – экспериментальные данные, линии – аппроксимирующие кривые).

Согласно модели строения ДЭС Грэма-Парсонса, величина потенциала на границе оксид/электролит определяется тремя скачками потенциала ($\varphi_0 - \varphi_1$), ($\varphi_1 - \varphi_2$), φ_2 и зарядами q , q_1 , q_2 соответственно на границах оксид/внутренняя плоскость Гельмгольца, внутренняя плоскость Гельмгольца/внешняя плоскость Гельмгольца и диффузная часть ДЭС/раствор. В этом случае имеем:

$$\varphi_0 = (\varphi_0 - \varphi_1) + (\varphi_1 - \varphi_2) + \varphi_2 = \frac{q_0}{K_{01}} - \frac{q_2}{K_{12}} + \varphi_2, \quad (5)$$

где K_{12} – емкость между внешней и внутренними плоскостями Гельмгольца.

Величина заряда q_0 на поверхности оксида компенсируется противоионами (хлорид-ионами при $pH < pH_0$ и катионами натрия при $pH > pH_0$), образующими заряд q_1 во внутренней плоскости Гельмгольца, проходящей через центры дегидратированных ионов, а также суммарным зарядом ионов в диффузном слое q_2 (внешняя плоскость Гельмгольца) [7]:

$$q_0 + q_1 + q_2 = 0 \quad (6)$$

Используя данные по адсорбции хлорид- и ионов натрия при различных pH и концентрациях электролита, можно рассчитать величину заряда q_1 :

$$q_1 = [MO^- \dots Na_S^+] - [MOH_2^+ \dots Cl_S^-] \quad (7)$$

Величины зарядов q_1 от функции ($pH - pH_0$) для различных концентраций электролита приведены на рис. 2А. Из условия электронейтральности, учитывая (5), уравнение Нернста и сделав ряд преобразований, можно получить уравнение (8), позволяющее рассчитать q_0 (рис. 2Б).

$$q_0 = \frac{2,301RT \cdot K_{01} \cdot \left[\lg \left(\frac{[MO^- \dots Na_S^+]}{[MOH_2^+ \dots Cl_S^-]} \right) + 2(pH_0 - pH) \right]}{2F} \quad (8)$$

Величина K_{01} была рассчитана по методике, изложенной в [1]. Заряд q_2 рассчитывается, исходя из уравнения (6). Экспериментальная зависимость q_2 от ($pH - pH_0$) имеет значительный разброс для различных оксидов в области сильнокислых и сильнощелочных pH , связанный с небольшими значениями заряда и погрешностью расчета.

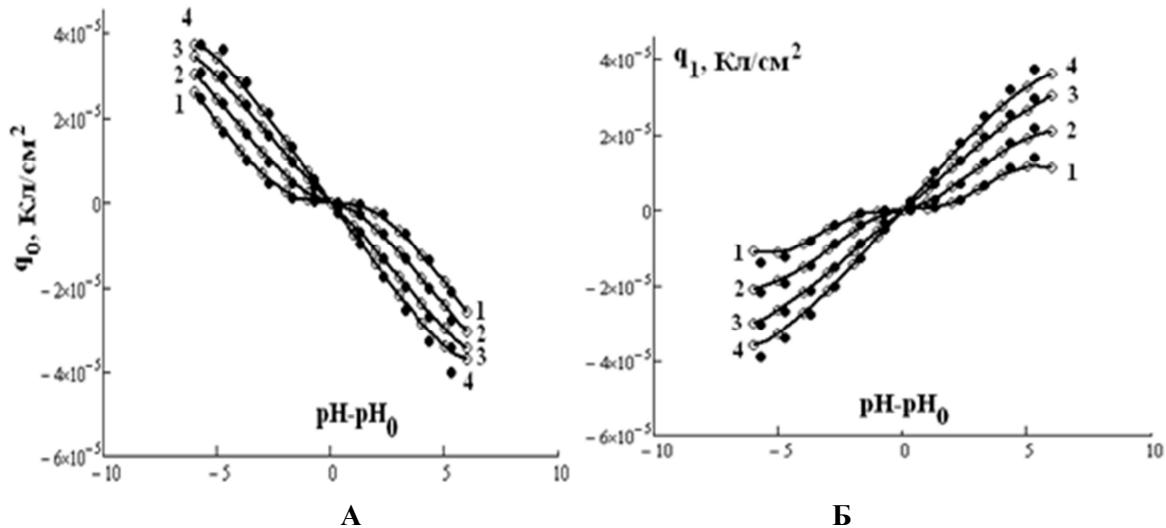


Рис.2. Зависимость q_1 (А) и q_0 от ($pH - pH_0$) для Fe_3O_4 (черные точки) и TiO_2 (белые точки) при различной концентрации $NaCl$, моль/л: 1-0,001; 2-0,01; 3-0,1; 4-1
(точки – экспериментальные данные, линии – аппроксимирующие кривые).

Полученная в работе инвариантность зарядов ДЭС от природы оксида подтверждает применимость модели Грэма-Парсонса для характеристики кислотно-основных равновесий на границе оксид/электролит и возможность их моделирования для неизученных оксидов на основании данных об изученных веществах. Рассчитанные из адсорбционных данных результаты согласуются с полученными ранее для зависимости электрохимического потенциала на границе оксид/электролит от pH [8, 9].

Выводы

Приведенные результаты показывают, что использование зависимости адсорбции хлорид- и ионов натрия от pH позволяет рассчитать величины зарядов, возникающих на границе оксид металла/раствор. Важно отметить, что их величина слабо зависит от природы оксида, если расчетные данные представить в координатах q -($pH - pH_0$), и характеристики оксидных фаз определяются только pH нулевого заряда.

Adsorption of chloride and sodium ions was studied on the surface of magnetite and titanium oxide (IV). The method of determining the parameters of the electrical double layer (EDL) at the metal oxide/electrolyte interface based on the model of Graham-Parsons from the data of adsorption of 1,1-ions is presented. The data presented indicate that the charge invariance of DES-(pH-pH₀) from the nature of the oxide.

The key words: magnetite, titanium oxide, the model of Graham-Parsons, the adsorption of ions, an electric double layer.

Список литературы

1. Горичев И. Г., Дорофеев М. В., Шаплыгин И. С., Батраков В. В. Расчет констант кислотно-основных равновесий для границы оксид-электролит по зависимости электрохимического потенциала от pH // Неорганические материалы. 1994. Т. 30. №6. с. 795-802.
2. Батраков В. В., Горичев И. Г., Киприянов Н. А. Влияние двойного электрического слоя на кинетику растворения оксидов металлов // Электрохимия. 1994. т. 30. №4. с. 444-458.
3. Westall J., Hohl H. A. A Comparison of Electrostatic Models for the Oxide/Solution Interface // Adv. Colloid Interface Sci. 1980. V. 12. N2. p. 265-294.
4. Ahmed S. M. Oxides and Oxide Films // V.1. Ed. by J. W. Diggle. N. Y.: Marcel Dekker Inc. 1978. p. 319-517.
5. Blesa M. A., Kallay N. The Metal Oxide-Electrode Solution Interface revisited // Adv. Colloid Interface Sci. 1988. V. 28. N1. p. 111-134.
6. Горичев И. Г., Батраков В. В.. Использование теории Грэма-Парсонса для расчета констант кислотно-основных равновесий на границе оксид/электролит // Электрохимия. 1993. Т. 29. №3. с. 304-309.
7. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высшая школа, 1983. 400 с.
8. Fokking L. G. J., De Keiser A., Kleijn J. M., Lyklema J. Uniformity of the electrical double layer on oxides // J. Electroanal. Chem. 208 (1986). p. 401-403.
9. Gorichev I.G., Batrakov V.V., Izotova V.O., Pankratov D.V. Calculation of Thermodynamic Acid-Base Equilibrium Constants at Oxide-Electrolyte Interfaces from Experimental Electrokinetic Potential versus pH Data // Inorganic Materials. 2010. Vol. 46. No. 7. pp. 758–764.

Об авторах

Панкратов Д.В. – аспирант Московского педагогического государственного университета.

Горичев И.Г. – доктор химических наук, профессор Московского педагогического государственного университета.

Авдащенко В.Н. – аспирант Брянского государственного университета.

УДК – 616-005.2

К ВОПРОСУ ПРОФИЛАКТИКИ И КОРРЕКЦИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ЖИТЕЛЕЙ ИЗ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЙОНОВ

Ю.Г. Панова

В статье представлены результаты анализа методических подходов к профилактике и лечению артериальной гипертонии, подвергающихся неблагоприятному влиянию техногенных загрязнителей окружающей среды, в частности, радиоактивных и химических факторов. Выявлено, что в районах высокой и средней плотности радиоактивного в сочетании с химическим загрязнением окружающей среды используется комбинированная терапия для контроля артериального давления. Сочетание радиоактивного и химического загрязнения повышает необходимость контроля обмена веществ, назначения дополнительных компонентов лечения.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, комбинированная терапия, радиоактивное загрязнение, химическое загрязнение окружающей среды.

Артериальная гипертония - одно из самых распространенных заболеваний. В нашей стране по результатам эпидемиологических исследований артериальной гипертонией страдают около 30 млн. человек. Длительное повышение артериального давления может привести к поражению органов-мишеней и развитию ряда осложнений: инсульта, энцефалопатии, гипертрофии левого желудочка, сердечной, почечной недостаточности и других. Повышение артериального давления ускоряет течение атеросклеротического процесса, повышает риск развития стенокардии, инфаркта миокарда и внезапной остановки сердца. Артериальная гипертония ускоряет развитие атеросклероза, является одним из его важнейших факторов риска, поэтому эти два заболевания часто сопутствуют друг другу. Особенно часто встречается сочетание ИБС, ее различных форм (стенокардия, инфаркт миокарда, аритмия) и артериальной гипертонии. У таких боль-

ных самый высокий риск развития сердечно-сосудистых осложнений и смерти.

Заболеваемость артериальной гипертензией во всем мире носит характер пандемии. Артериальная гипертензия (АГ) является ведущей причиной инвалидизации и смертности взрослого населения во всем мире, за исключением некоторых популяций, проживающих в культурной изоляции. При этом особенности региональных вариаций уровня АГ остается недостаточно изученным. Для объяснения этого феномена предложены такие глобальные влияния, как температурный градиент или удаленность от экватора, в то же время ясно, что уровни артериального давления формируются, прежде всего, под влиянием местных экономических, социальных и культурных различий [1, 2, 3].

Адекватные терапевтические мероприятия способны снизить сердечно-сосудистую заболеваемость и смертность, улучшить течение и прогноз артериальной гипертонии. Это обуславливает важность проведения и своевременного начала антигипертензивной терапии.

Основная цель лечения больных АГ состоит в максимальном снижении риска развития ССО и смерти от них. Для достижения этой цели требуется не только снижение АД до нормального уровня, но коррекция всех модифицируемых факторов риска (ФР): курение, дислипидемия, гипергликемия, ожирение, и лечение сопутствующих заболеваний. Целевым уровнем АД при лечении АГ принят $< 140/90$ мм рт.ст. у всех больных АГ. При хорошей переносимости назначенной терапии полезно снижение АД до более низких значений. При сочетании АГ с сахарным диабетом (СД) или поражением почек рекомендуется снижение АД $< 130/80$ мм рт.ст. [4,5,6,7,8].

После оценки сердечно-сосудистого риска вырабатывается индивидуальная тактика ведения пациента. Важнейшими ее аспектами являются решения о целесообразности и выборе медикаментозной терапии. При определении показаний к антигипертензивной терапии следует учитывать степень сердечно-сосудистого риска и величину АД. Степень сердечно-сосудистого риска служит основным показанием для назначения антигипертензивных препаратов.

Существуют убедительные доказательства пользы антигипертензивной терапии у лиц с высоким нормальным уровнем АД и высоким риском развития сердечно - сосудистых осложнений (ССО), в первую очередь это касается больных ИБС или СД, а также перенесших инфаркт миокарда или транзиторную ишемическую атаку [9,10,11].

При АГ 1 и 2 степеней у больных с высоким или очень высоким риском развития ССО антигипертензивные препараты назначают немедленно. Параллельно необходимо корректировать сопутствующие ФР и лечить АКС. При умеренном риске врач решает когда начинать медикаментозную терапию. Допустимо наблюдение за больным с регулярным контролем АД в течение 3 месяцев до принятия решения о начале терапии. Лечение назначают при устойчивом повышении АД $> 140/90$ мм рт.ст. В группе низкого риска рекомендуется 3-12-месячный период наблюдения и немедикаментозной терапии перед началом медикаментозного лечения. Показанием к нему служит устойчивый уровень АД в пределах 140-159/90-99 мм рт.ст. При АГ 3 степени необходимо немедленно начать антигипертензивную лекарственную терапию.

У всех больных АГ необходимо добиваться постепенного снижения АД до целевых уровней. Количество назначаемых препаратов зависит от исходного АД и сопутствующих заболеваний. Например, при АГ 1 степени и отсутствии ССО достижение целевого АД возможно примерно у 50% больных при монотерапии. При АГ 2 и 3 степеней и наличии осложнений, например СД и диабетической нефропатии, в большинстве случаев может потребоваться комбинация из 2 или 3 препаратов.

В настоящее время возможно использование 2 стратегий стартовой терапии АГ: монотерапии и низкодозовой комбинированной терапии. Монотерапия на старте лечения может быть выбрана для пациентов с небольшим повышением АД и низким или средним риском. Комбинация двух препаратов в низких дозах должна быть предпочтительна у больных с АГ 2-3й степени с высоким и очень высоким риском сердечно-сосудистых осложнений. Однако, назначая многокомпонентную терапию, необходимо помнить, что существует обратная зависимость между количеством принимаемых препаратов и комплаентностью. Это связано с тремя основными причинами: 1) большей стоимостью многокомпонентной терапии, 2) сложностью режима приема и соответственно большей вероятностью отклонений и 3) субъективным неприятием больного, включая страх, большого количества препаратов и соответственно некорректный их прием [12].

В настоящее время для терапии АГ рекомендованы пять классов антигипертензивных препаратов: ингибиторы ангиотензин- превращающего фермента (иАПФ); блокаторы рецепторов ангиотензина II (БРА); antagonисты кальция (АК); диуретики; бета-адреноблокаторы (БАБ) [13].

На выбор препарата оказывают влияние многие факторы, наиболее важными из которых являются: наличие ФР у больного; ПОМ; ассоциированные клинические состояния, поражения почек, СД; сопутствующие заболевания, при которых необходимы назначения или ограничения применения антигипертензивных препаратов различных классов; индивидуальные реакции больного на препараты различных классов; вероятность взаимодействия с лекарствами, которые пациенту назначены по другим поводам; социально-экономический факторы, включая стоимость лечения [1,2,4,5,6,14,15].

В настоящее время слабо изучены методы специфической профилактики и терапии артериальной гипертензии у лиц из экологически неблагополучных районов. Нами проведено исследование с целью выработки методических подходов к профилактике и лечению артериальной гипертонии, подвергающихся неблагоприятному влиянию техногенных загрязнителей окружающей среды, в частности, радиоактивных и химических факторов.

Нами проведен анализ тактики лечения пациентов, страдающих гипертонической болезнью, проживающих в экологически различных районах.

С учетом результатов анализа динамики радиоактивного и техногенного загрязнения окружающей среды районы Брянской области ранжированы: 1 - Мглинский, Рогнединский, Жуковский (низкий уровень радиоактивной до 1 КИ/км² и техногенной загрязненности); 2 - Гордеевский, Злынковский, Красногорский районы (высокий уровень радиоактивной (15-40 КИ/км²) и низкий уровень техногенной загрязненности); 3 - Дятьковский район, г. Фокино (высокий уровень техногенного загрязнения, уровень радиоактивного загрязнение (до 1 КИ/км²)); 4 - Клинцовский, Климовский (средний уровень радиоактивной загрязненности (5-15 КИ/км²) и высокий уровень техногенной загрязненности); 5 - Новозыбковский (высокий уровень радиоактивного и техногенного загрязнения, пестицидное загрязнение); 6 - Стародубский район (низкий уровень радиоактивного загрязнения (1-5 КИ/км², высокое техногенное загрязнение).

Выполнено комплексное клинико-диагностическое исследование пациентов трудоспособного среднего возраста. Была сформирована случайная выборка пациентов (237 человек) из различных экологических районов, разного пола, одного возрастного диапазона (35-45 лет).

Оценивались такие параметры как: эффективность гипотензивной терапии; количество гипотензивных препаратов необходимых для эффективного лечения, (монотерапия или комбинированная терапия); наличие препаратов для лечения сопутствующих заболеваний, коррекции факторов риска

Для контроля артериальной гипертензии использовались все основные классы антигипертензивных препаратов (иАПФ, БРА, АК, БАБ, диуретики). В качестве дополнительной антигипертензивной терапии назначались АИР, α -адреноблокаторы. Чаще всего в качестве монотерапии или в комбинации с другими препаратами использовались иАПФ, а при их непереносимости сартаны. Для всех пациентов из всех экологических районов отмечалось практически 100% назначение дезагрегантов (аспирин). На основании результатов недавних клинических исследований (ASCOT-LLA, ALLHAT-LLT) при наличие 3-х и более факторов риска у пациентов назначались статины. При наличие сопутствующей сердечной патологии (нарушение ритма сердца, ИБС) дополнительно назначались антиаритмические препараты (сotalол, амиодарон), короткодействующие и пролонгированные нитраты, ивабрадин, антикоагулянты, метаболические препараты. Всем пациентам давались рекомендации по изменению образа жизни (рационализация питания, физическая активность, отказ от курения), применялись физиотерапевтические процедуры, проводилось лечение вегетативных нарушений (иглорефлексотерапия, водные процедуры, ноотропные или ГАМК-ergicические препараты (пантогам, фенибутил), препараты, улучшающие церебральную гемодинамику.

В экологически чистых районах для контроля АД в большинстве случаев использовалась монотерапия. У пациентов удавалось удерживать нормальные цифры артериального давления при помощи одного гипотензивного препарате в низких или средних дозировках. Основным препаратом выбора явились иАПФ и бета-адреноблокаторы. Назначение дополнительно холестеринснижающих препаратов в 90.5 % (38 чел.) не требовалось. В качестве дополнительной терапии использовались только метаболические препараты (предуктал, мексидол, калия оротат, актовегин).

В Новозыбковском районе для контроля артериальной гипертензии использовалась комбинированная гипотензивная терапия, препараты использовались в максимально допустимых дозировках. В большинстве случаев использовались комбинации иАПФ+АК, иАПФ+БАБ, а так же трехкомпонентная терапия иАПФ+БАБ+диуретик, иАПФ+АК+диуретик, БАБ+АК+диуретик. Чаще применялся тиазидподобный диуретик индапамид. С учетом наличия трех и более факторов риска у 87.5% (35 чел.), всем этим пациентам назначались статины. Кроме того, возникала необходимость лечения ишемической болезни сердца, нарушений ритма сердца, недостаточности кровообращения, нарушений углеводного обмена. Пациентам с сопутствующей ИБС в 40 % (6 из 12 чел.) требовалось назначение нитратов, дополнительно к БАБ, АК, иАПФ. Таким образом, пациентам назначалось в среднем около 4-5 препаратов, что, возможно, может снизить приверженность к терапии.

В районах с высоким уровнем техногенного и низким уровнем радиоактивного загрязнения при анализе тактики лечения выявлено, что пациентам из этих районов проводилась комбинированная гипотензивная терапия. В основном эффективной оказалась двух- и трехкомпонентная терапия препаратами в средних и высоких дозировках. Холестеринснижающая терапия назначалась в 55% (22 из 40 чел.). Таким образом, степень артериальной гипертензии, характер терапии повышенного артериального давления был практически сопоставим с Новозыбковским районом, а вот необходимость лечения сопутствующей сердечно-сосудистой патологии была значительно меньше, так же реже наблюдалась необходимость назначения холестеринснижающей терапии, коррекции углеводного обмена. Интересен тот факт, что в районах с высоким уровнем техногенного и средним уровнем радио-

активного загрязнения тактика эффективной антигипертензивной терапии сопоставима с Дятьковским районом, а необходимость назначения статинов была практически сопоставима с Новозыбковским районом и составила 75 % обследуемых (27 из 36 чел.).

В районах с высоким уровнем радиоактивного и низким уровнем техногенного загрязнения использовалась или монотерапия препаратом в средних и максимальных дозировках, или комбинированная терапия препаратами в низких или средних дозировках. В качестве дополнительной терапии в 46 % случаев (18 из 39 чел.) назначались статины, метаболические препараты.

Заключение

В результате проведенных исследований отмечено высокое влияние характера и степени техногенно-химического и радиоактивного загрязнения на тяжесть течения, степень артериальной гипертонии, наличие сопутствующей сердечно-сосудистой патологии и, соответственно, тактики их лечения. Так для экологически неблагоприятных районов необходимо более «агрессивное», многокомпонентное лечение. Кроме того, в районах с высоким уровнем радиоактивного и химического загрязнения повышается необходимость контроля обмена веществ, дополнительных компонентов лечения. Необходимо разработать мероприятия по снижению контролируемых факторов риска, для уменьшения количества компонентов медикаментозной терапии.

The analysis of the tactics of treatment of patients with essential hypertension living in ecologically different areas of the Bryansk region is made. The methodological approaches to the treatment of patients out of 10 districts, ranked by 6 ecological groups in the degree of radioactive, chemical, and combined radiation-chemical pollution of the environment are analysed. It's carried out the complex clinical and diagnostic study of able-bodied middle-aged patients (237 men) from different ecological regions, different sex, one age range (35-45 years). The influence of character and level of technogenic pollution on the severity, the degree of arterial hypertension, presence of concomitant cardiovascular disease and, accordingly, the tactics of their treatment. High level of technogenic, radioactive and pesticidal pollution increases quantity of components of treatment, complicates the control of arterial pressure.

The key words: hypertension, combination therapy, radioactive contamination, chemical-mechanical pollution.

Список литературы

1. Оганов Р.Г. Проблема контроля артериальной гипертонии среди населения. Кардиология. 1994; 3:80-3.
2. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Моисеев В.С. Артериальная гипертония. Ключ к диагностике и лечению. М.: ГЭОТАР Медиа, 2009. 864с.
3. Kearney P.M., Whelton M., Reynalds K. Et al. Global burden of hypertension: analyses of worldwide date// Lancer-2005-№365-p.217-223
4. Чазов Е.И., Чазова И.Е. Руководство по артериальной гипертонии / М.: МедиаМедика, 2005. 784 с.
5. Чазова И.Е., Ратова Л.Г Современные клинические рекомендации по артериальной гипертонии // Сердце. т.7. № 3. 2008. - С. 136-138.
6. Карпов Ю.А., Талицкий К.А Комбинированная терапия артериальной гипертонии: возможности β-блокаторов и диуретиков // РМЖ. - №18. - 2009.
7. Mancia G, De Backer G, Dominiczak A et al. Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). J Hypertens. 2007;25 (6):1105–1187.
8. Sever PS, Dahlöf B, Poulter NR et al. Prevention of coronary and stroke events with atorvastatin in hypertensive patients who have average or lower-than-average cholesterol concentrations, in the Anglo-Scandinavian cardiac Outcomes Trial-Lipid Lowering Arm (ASCOT-LLA): A multicentre randomized controlled trial. Lancet. 2003; 361 (9364):1149–1158.
9. Бойцов С.А. Европейские рекомендации по артериальной гипертензии 2007 года – уже не новые, но пока последние // Сердце. т.7. № 3. 2008. С.140-144.
10. Кисляк О.А., Петрова Е.В., Саргаева Д.С. Артериальная гипертензия у подростков и лиц молодого возраста: вопросы диагностики и лечения // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - №2. 2009. С. 24-29
11. Ткачева О.Н., Шарашкина Н.В., Барабашкина А.В. и др. Использование статинов при лечении пациентов с артериальной гипертензией // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. № 7. 2009.
12. Waeber B. Treatment strategy to control blood pressure optimally in hypertensive patients. Blood pressure 2001; 10: 62–73.
13. Теплова Н.В. Клиническая эффективность ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента в лечении артериальной гипертензии // РМЖ. том 12. №9. 2004.
14. Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В. Внутренние болезни. Сердечно-сосудистая система. М.: Бином-пресс, 2007. 855 с.
15. Савенков М.П., Иванов С.Н., Соломонова Л.А. и др. Эффективность амлодипина приmono- и комбинированной артериальной гипертонии // РМЖ. том 12. №9. 2004. С. 18-25.

Об авторе

Панова Ю. Г.- Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Г. Романов

В статье рассматриваются проблемы и перспективы инновационного развития жилищно-строительного комплекса Брянской области, особенности российского рынка жилья, анализ рынка жилья Брянской области, результаты реализации национального проекта «Доступное жилье», проблемы внедрения инноваций в жилищном строительстве, малоэтажное жилищное строительство как путь развития жилищно-строительного комплекса.

Ключевые слова: жилье, строительство, инновации, развитие, инновационные процессы, национальный проект, малоэтажное строительство.

Одной из главных задач государственной политики в настоящее время является переход экономики России от экспортно-сырьевого (экстенсивного) к инновационному (интенсивному) типу развития. При этом особенность формирования инновационной экономики заключается в одновременной модернизации всех отраслей народного хозяйства. Жилищно-строительный сектор, проблемы которого на протяжении многих лет препятствуют выполнению основной функции государства - повышению качества жизни населения нашей страны, не является исключением.

Вопросы функционирования жилищно-строительного комплекса, его модернизации и инновационного развития изучены достаточно подробно в работах таких отечественных исследователей как А.Н. Асаула, В.А. Балакина, Н.И. Барановской, А.Н. Ларионова, Ю.П. Панибратова, В.В. Бузырева, И.А. Кузовлевой, а также зарубежных специалистов: Э. Саваса, Г. Харрисона, Д. Фридмана, Х.Шелле и других авторов.

На основе обобщения результатов исследований указанных ученых можно сформулировать определение жилищно-строительного комплекса, представляющего собой организованную совокупность экономических субъектов национальной экономики, обеспечивающих единый технологический процесс создания жилищного фонда. В структуре ЖСК можно выделить следующие компоненты: подрядные и строительные организации, предприятия по производству строительных материалов, проектно-изыскательские организации, организации, обеспечивающие снабжение материальными ресурсами, научно-исследовательские институты, высшие и средние учебные заведения.

В настоящее время реформирование и развитие жилищно-строительного комплекса, создающего необходимые условия для проживания и жизнедеятельности человека, является одним из основных направлений социально-экономических преобразований в стране.

Проблемы, стоящие перед жилищно-строительным комплексом России во многом являются результатом недостаточного финансирования отрасли в 90-е годы и неэффективной государственной жилищной политики. Среди основных проблем выделяются:

1) нехватка высококвалифицированных кадров, как рабочих профессий, способных использовать все преимущества современных строительно-монтажных технологий (сварщиков, кровельщиков, отделочников и др.), так и специалистов-проектировщиков (конструкторов-расчётов, архитекторов-градостроителей). При этом застройщики стремятся к снижению себестоимости за счёт привлечения дешёвой рабочей силы с низким уровнем подготовки, что негативно сказывается на качестве продукции комплекса;

2) высокая степень износа основных фондов предприятий стройиндустрии, использование устаревших энергозатратных технологий. Большинство технологических линий было введено в эксплуатацию в 70-80-е годы. Наибольшая степень износа оборудования наблюдается на предприятиях цементной промышленности.

Из-за нерешенности вышеназванных проблем потребитель получает товар с внутренними недостатками, снижающими долговечность, эффективность и комфортабельность жилья. Кроме того, при покупке сложно объективно оценить возможные затраты в будущем на устранение потенциальных проблем, заложенных в процессе производства недобросовестными застройщиками.

Здесь следует отметить две важные особенности российского рынка жилья:

1) значительная потребность в жилой площади вследствие низкого уровня обеспеченности жильём;
2) использование недвижимости как средства сбережения и накопления, когда покупателя интересуют, в первую очередь, престижность района и площадь квартиры, а не качество приобретаемого жилья.

Эти факторы оказывают существенное влияние на выбор покупателей, когда изучение возможных конструктивных недостатков отходит на второй план при покупке жилья. Особенно проблема низкокачественной продукции ЖСК обостряется на рынке, где спрос значительно превышает предложение.

Основной целью приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жильё – гражданам России», стартовавшего в 2006 году, является формирование эффективного механизма

функционирования жилищного рынка. Акцент сделан на развитии рыночных механизмов приобретения жилья в стране, где только 10 % населения имеют возможность приобрести жильё. Основным инструментом проекта стало ипотечное кредитование, в развитие которого внесли корректировки последствия финансового кризиса, сделав их менее доступными для широких масс вследствие сокращения доходов населения и ужесточения требований банков.

Основные мероприятия нацпроекта в Брянской области осуществляются в рамках областной целевой программы «Жилище» и носят разрозненный характер, что приводит к финансированию отдельных направлений без единого замысла. Ограниченнность бюджетного финансирования на региональном и муниципальном уровне также не способствует реализации основных задач нацпроекта.

Следует отметить, что при реализации нацпроекта основной упор делается на увеличение объёмов вводимого жилья и повышение его доступности, а не качественных характеристик.

Реализация нацпроекта активизировала строительство в Брянской области, доведя ввод жилых домов до 345,2 тыс. м. кв. в 2009 г. (в 2005 г. этот показатель составил 197,6 тыс. м. кв.) При этом темпы роста с каждым годом снижаются. Объемы строительства индивидуальных жилых домов снизились в 2009 г. по сравнению с 2007 г. более чем на 47% и составили 130,2 тыс. м. кв. В 2009 г. наблюдалось повышение темпов роста строительства индивидуальных жилых домов на 2,8% (рис. 1, табл. 1).

Снижение объемов жилищного строительства в Брянской области вызвано, в первую очередь, по-следствиями финансово-экономического кризиса. Население опасается инвестировать долгосрочные строительные проекты, а банки предъявляют завышенные требования по кредитам для строительных организаций.

Таблица 1

Темпы роста строительства жилых домов в Брянской области за 2005-2009 гг.

Типы жилых домов	Темп роста, %			
	2006/2005	2007/2006	2008/2007	2009/2008
Жилые дома и общежития	124,6	121,2	107,8	107,3
Индивидуальные жилые дома	90,3	128,1	84,2	87,0

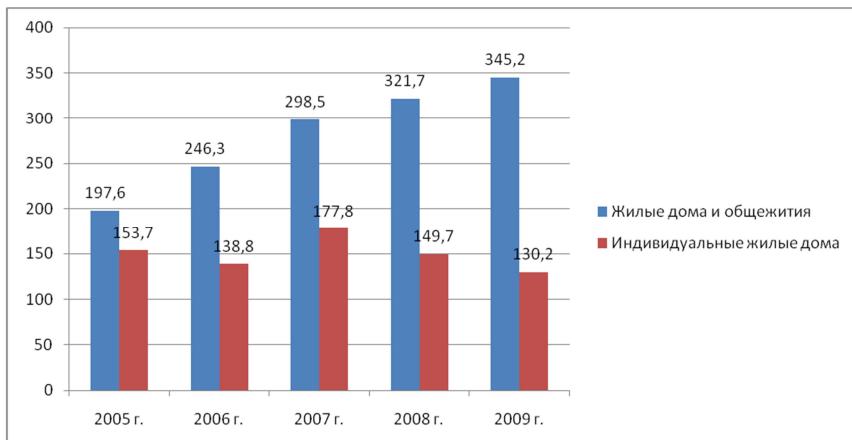


Рисунок 1 - Гистограмма объемов строительства жилых домов в Брянской области за 2005-2009 гг., (тыс. м. кв. общей площади)

Рассматривая конъюнктуру рынка жилья Брянской области, сложившуюся на конец 2009 г., следует обратить внимание на падение средних цен как на первичном, так и на вторичном рынках (по сравнению с 2008 г. более чем на 8% и 13% соответственно), что было вызвано снижением спроса на продукцию ЖСК (табл. 2). В наименьшей степени падение цен затронуло сектор элитного жилья, пользующегося стабильным спросом.

Таблица 2

Средние цены на первичном рынке жилья Брянской области (руб. за 1 м. кв. общей площади)

Тип квартиры	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Темп роста, %	
				2008/2007	2009/2008
Все квартиры различных типов	25714,19	31929,69	29327,78	124,2	91,9
Типовые	25376,00	32875,32	25658,90	129,6	78,0
Улучшенной планировки	26006,58	31868,53	28545,10	122,5	89,6
Элитные	29928,17	38923,33	37242,85	130,1	95,7

В условиях стабильно растущего спроса на свою продукцию застройщики продавали жилье с низкими потребительскими характеристиками по завышенной цене. Сложившаяся конъюнктура позволяла застройщикам спекулировать на несбалансированном рынке. Такое положение сложилось как результат административных барьеров в градостроительной среде. В результате у строительных и проектировочных

организаций нет серьёзных стимулов для совершенствования технологии и удешевления строительства.

Для наиболее полной оценки жилищного рынка Брянской области необходимо сравнить следующие показатели для 1 м. кв. общей площади жилья: стоимость строительства и среднюю цену на первичном и вторичном рынках (табл. 3). Необходимо отметить тот факт, что стоимость строительства 1 кв. м. жилья представлена в таблице по официальным данным Федеральной службы государственной статистики.

Таблица 3

Основные показатели рынка жилой недвижимости Брянской области за 2007-2009 гг. (для 1 м² общей площади квартиры)

Показатели	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Темпы роста, %	
				2008/2007	2009/2008
Стоимость строительства, руб.	20496,0	29181,0	26850,0	142,4	92,0
Средняя цена на первичном рынке, руб.	25714,19	31929,69	29327,78	124,2	91,9
Средняя цена на вторичном рынке, руб.	31101,25	35588,02	30912,64	114,4	86,9

В Брянской области до 2009 г. наблюдался рост всех представленных показателей. В наибольшей степени возрастила стоимость строительства. В 2009 г. темпы роста всех представленных показателей снизились следствие падения спроса на продукцию ЖСК. Средняя цена 1 кв. м. жилья на вторичном рынке снижалась более быстрыми темпами, чем на первичном. Так, в 2009 г. цены на рынках почти сравнялись, что не наблюдалось ранее.

Главная задача в сложившейся ситуации заключается в сохранении докризисных темпов строительства, его постепенном увеличении, повышении доступности жилья для широких масс населения и последовательной модернизации жилищно-строительного комплекса Брянской области в целях повышения качества его продукции. Большинство специалистов полагает, что активизация инновационной деятельности в сегодняшних условиях позволит фирмам, первым освоившим экономически эффективные инновации, получить весомое преимущество над конкурентами, обеспечивая населения доступным и, главное, качественным жильём.

Основными проблемами инновационной деятельности на предприятиях отечественного жилищно-строительного комплекса являются следующие:

1) несоответствие скорости изменения существующих нормативов (СниП, ГОСТ) росту современных возможностей. Необходимость их соблюдения в определённой ситуации может либо свести преимущества высокотехнологичных решений к нулю, либо повысить себестоимость объекта. При этом, как показывает практика, соблюдение обязательных нормативов остается достаточным инструментом для снятия многих рисков потребителя, в том числе, разрушения зданий.

2) отсутствие социального заказа на инновационный прорыв в области новых технологий в строительстве и производстве стройматериалов. Существующая психология платёжеспособного потребителя часто ограничивается проверенными технологическими решениями. Потребитель ощущает риск новых технологий, использование которых не всегда подразумевает полную совместимость и качественный монтаж. В таких условиях мотивация к инновационному прорыву отсутствует и у застройщиков: в условиях превышения спроса над предложением есть возможность продавать даже самые безнадежные с точки зрения потребительских характеристик дома.

3) экономическая неэффективность применения новых технологий и дорогоизна эксплуатации современного инженерного и технологического оборудования. При этом немало проблем создают существующая градостроительная среда и городские инженерные сети. Подключение к устаревшим системам создает проблемы совместимости и в ряде случаев снижает эффект от новых технологий.

Крупные компании менее восприимчивы к инновациям. Наличие значительных основных фондов не позволяет быстро и эффективно внедрять новые технологические решения. Объём продаж таких компаний дает возможность формировать собственное предложение, в меньшей степени ориентируясь на потребителя.

Более восприимчивыми к нововведениям являются небольшие компании и индивидуальные застройщики. Наиболее перспективным вариантом становится индивидуальный жилой дом, в котором проще реализуется автономное обеспечение и больше возможностей для применения различных конструктивных и технологических решений, новых стройматериалов, энергосберегающих технологий. С использованием таких решений стратегия каждой семьи реализуется индивидуально с учётом собственных представлений и финансовых возможностей. Отсутствует проблема общей собственности в квартирных домах. Индивидуальный дом и затраты на его содержание создают более выраженную мотивацию на использование эффективных решений. Но сегодняшняя градостроительная среда тормозит процесс массового индивидуального строительства.

Сейчас малоэтажное строительство в Брянской области ведется в основном индивидуальными застройщиками и носит точечный характер. Разрабатывается областная программа «Развитие малоэтажного строительства», предусматривающая выделение на условиях софинансирования денежных средств городам и районам на разработку градостроительной документации и развитие инженерной инфраструктуры. Наиболее перспективным является участок в районе поселка Мичуринский, за-

стройка которого начнётся во втором полугодии 2010 года.

В сложившейся ситуации важна роль государства и региональных властей, состоящая в формировании политики, направленной на устранение административных барьеров и стимулирование частных инновационных инициатив. Государство должно расставить градостроительные акценты и задать будущие жилищные стандарты. Важен комплексный подход, затрагивающий все сопутствующие сферы и объединённый единым замыслом. В рамках специальной информационной политики возможно изменение существующих стереотипов при условии создания эффективно функционирующей жилищной сферы.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить отсутствие альтернатив инновационному развитию жилищно-строительного комплекса Брянской области. Практическая реализация данного процесса в будущем оставляет множество вопросов, но без реформирования такой структурообразующей отрасли как жилищное строительство, решение социально-экономических проблем региона затруднено.

The article is devoted to the problems and prospects of innovative development of House-building complex in Bryansk region, particularities of the Russian house-market, of the house-market in Bryansk region, national project «Available housing», problems of house-building construction innovations, few-floor house-building as a way of the House-building complex development.

The key-words: *housing, building, innovations, development, national project, few-flow building.*

Список литературы

1. Национальный проект «Доступное и комфортное жилье - гражданам России»: World Wide Web. URL: http://www.rost.ru/projects/habitation/habitation_main.shtml
2. Областная целевая программа «Жилище» на 2007-2010 годы: World Wide Web. URL: <http://www.bryanskobl.ru/region/law/appendix.php?id=1068>
3. Жилищная сфера Брянской области. Реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье - гражданам России» на территории Брянской области. Стат. сборник// Брянск-стат, 2007. 48 с.
4. Ввод в действие жилых домов и общежитий: World Wide Web. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi?pl=1502019>
5. Средние цены на рынке жилья за 1 кв. м. общей площади. World Wide Web. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi?pl=1905001>
6. Средняя стоимость строительства 1 кв. м. общей площади жилых домов. World Wide Web. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi?pl=1502039>
7. Коттеджный поселок построят вблизи п. Микуринский// URL: <http://briansk.ru/economy/kottedzhnyi-poselok-postroyat-vblizi-p-ichurinskii.2009320.199998.html>

Об авторе

Романов Е.Г. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г.Петровского, romanovbr@yandex.ru.

УДК – 577.4

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА БРЯНСКА

М.Е. Семиехина

Изучена динамика движения автотранспорта в различных районах г. Брянска и дана оценка степени загрязнения атмосферного воздуха, почв и растений, дифференцировано интенсивности автотранспортного потока.

Ключевые слова: *автотранспорт, загрязнение, атмосферный воздух, почва, растения*

В больших городах, в том числе и в Брянске остро стоит проблема загрязнения воздушного бассейна вредными выбросами автотранспорта. В атмосферном воздухе увеличивается концентрация токсических веществ: окислов углерода, азота, серы, соединений тяжелых металлов, углеводородов. Часть токсичных соединений выпадает на поверхность почвы и растения вблизи автодорог, а часть уносится на более отдаленные расстояния, что отрицательно сказывается на окружающей человека среде и его здоровье. Если в начале 70-х годов прошлого столетия исследователями была определена доля загрязнений, вносимых в атмосферу автомобильным транспортом, и в среднем она составляла около 13%, то в настоящее время процент увеличился до 50, а в некоторых городах достигает и 90 [1,2]. В связи с этим повышается актуальность изучения и решения проблемы, связанной с загрязнением воздушного бассейна в

городах вредными выбросами интенсивно развивающегося в последние годы автопарка [3-6].

Целью проводимых исследований являлось изучение качества окружающей природной среды в г. Брянске при негативном воздействии автотранспорта. Задача исследований состояла в оценке степени загрязнения атмосферного воздуха, почв и растительности токсичными веществами, выбрасываемыми автотранспортом.

Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферы в г. Брянске осуществляется на четырех стационарных постах силами ГУ «Брянской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». В атмосфере города контролируется содержание таких примесей, как взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, формальдегид, растворимые сульфаты, бенз(а)пирен. В 2007 году по городу Брянску среднегодовая концентрация основных загрязняющих веществ, превышала предельно допустимую концентрацию в 1,3 – 2,5 раза. Индекс загрязнения атмосферного воздуха на территории города высокий и составляет 6,1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта составляют 32,86 тыс. тонн, что составляет около 79 % от суммарных передвижных и стационарных источников [7].

Количество выбросов основных вредных веществ, поступающих в атмосферу от автотранспорта, было оценено расчетным методом для каждого района города. Для этого зафиксировали интенсивность движения автотранспорта на четырех пробных площадях (ПП): район автовокзала (ПП 1), в районе остановки ДК ЖД (ПП 2), «АЗС» микрорайон Московский (ПП 3), ул. Пушкина (ПП 4). Учет интенсивности движения автотранспорта регистрировался с 8 до 20 часов на каждой пробной площади, в середине февраля, апреля, июля, октября по методике, предложенной С.В. Алексеевым [8]. При этом отдельно регистрировался каждый тип машин - легковые, грузовые, дизельные автомобили и автобусы. Результаты исследования отражены в таблице 1.

Таблица 1

Интенсивность движения автотранспорта в различных районах г. Брянска (2009 г.)

Тип автом-шин	Интенсивность движения автотранспорта				Ср. значение, шт/ч
	февраль	апрель	июль	октябрь	
ПП 1 – район автовокзала (Советский район)					
легковые	1838	1887	2011	2022	1939,5
грузовые	42	48	48	52	47,5
автобусы	59	60	64	65	62
дизельные	53	54	59	61	56,75
ВСЕГО:	1992	2049	2182	2200	$M_{ср.}=2105,75$
ПП 2 – в районе остановки ДК ЖД (Фокинский район)					
легковые	1115	1160	1170	1298	1185,75
грузовые	37	41	50	56	46
автобусы	22	29	39	33	30,75
дизельные	35	36	44	42	39,25
ВСЕГО:	1209	1266	1303	1429	$M_{ср.}=1301,75$
ПП 3 – АЗС мкр. Московский (Бежицкий район)					
легковые	1196	1267	1410	1431	1326
грузовые	63	61	66	67	64,25
автобусы	23	23	25	26	24,25
дизельные	58	59	61	65	60,75
ВСЕГО:	1340	1410	1562	1589	$M_{ср.}=1475,25$
ПП 4 – ул. Пушкина (Володарский район)					
легковые	797	881	961	970	902,25
грузовые	24	26	27	35	28
автобусы	10	11	11	12	11
дизельные	26	28	28	32	28,5
ВСЕГО:	857	946	1027	1049	$M_{ср.}=969,75$

Как мы видим из таблицы 1, все пробные площади отличаются по интенсивности движения автотранспорта. Максимальное количество проходящего транспорта отмечается на ПП 1 (2106 ± 55 шт/ч), далее по убывающей на ПП 3 (1475 ± 35 шт/ч), на ПП 2 (1302 ± 29 шт/ч). Минимальная интенсивность движения автотранспорта отмечена по ул. Пушкина (970 ± 19 шт/ч). В городском транспортном потоке преобладают легковые автомобили (около 90 %).

Следует также отметить, что на исследуемых пробных площадях с февраля по октябрь месяца 2009 года прослеживается тенденция к увеличению количества автотранспорта, что усугубляет экологическую обстановку г. Брянска.

Исходными данными для расчета количества выбросов являлись: количество единиц автотранспорта разных типов, проезжающих по участку автотрассы за единицу времени (табл. 1); нормы расхода топлива автотранспортом (табл. 2); значение эмпирических коэффициентов, определяющих выброс вредных веществ от транспорта в зависимости от вида горючего (табл. 3).

Коэффициент К - численно равен количеству вредных выбросов, соответствующего компонента в литрах при сгорании в двигателе автомашин количества топлива, необходимого для проезда 1 км. Затем рассчитали общий путь, пройденный выявленным количеством автомобилей каждого типа за 1 час (L , км) по формуле:

$$Li = Ni * l,$$

где N - количество автомобилей каждого типа за 1 час; i - обозначение типа автотранспорта; l - длина участка, км.

Количество топлива (Q) разного вида, сжигаемого при этом двигателями, рассчитали по формуле:

$$Q = Li * Yi.$$

Таблица 2

Норма расхода топлива при движении автотранспорта в городских условиях и его удельный расход

Типы автотранспорта	Средние нормы расхода топлива (л/100 км)	Удельный расход топлива, (Yi), л/км
Легковой автомобиль	12	0,12
Грузовой автомобиль	31	0,31
Автобус	43	0,43
Дизельный грузовой автомобиль	32	0,32

Таблица 3

Значения коэффициентов, определяющих выбросы вредных веществ в зависимости от вида горючего

Вид топлива	Значение коэффициента (К)		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизель	0,1	0,03	0,04

Результаты исследований по определению количества основных вредных веществ, поступающих в атмосферу от автотранспорта в 2009 г. в разных районах г. Брянска приведены в таблице 4.

Таблица 4

Количество основных вредных веществ, поступающих в атмосферу г. Брянска от автотранспорта, 2009 г.

Район пробных площадей	Количество выброшенных вредных веществ, л		
	CO	углеводороды	NO ₂
ПП 1 – автовокзал	166,4	28	11,7
ПП 2 – ост. ДК ЖД	103,3	17,3	7,3
ПП 3 – АЗС	115,6	19,6	8,4
ПП 4 – ул. Пушкина	73,8	12,4	5,2

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в большей степени загрязнению выхлопными газами подвержены ПП 1 и ПП 3, где в час автомобильным транспортом выбрасывается, соответственно, 166,4 и 115,6 литров оксида углерода, 28 и 19,6 литров углеводородов, 11,7 и 8,4 литров диоксида азота. В меньшей степени загрязнению подвержена ПП 2 и минимальное загрязнение испытывает ПП 4. Следовательно, с увеличением интенсивности движения автотранспорта, увеличиваются выбросы основных загрязняющих веществ поступающих в атмосферу при эксплуатации автомобилей.

Также мы подсчитали массу вредных веществ и количество воздуха, необходимое для их разбавления до значений, допустимых по санитарно-гигиеническим нормам. Результаты отражены в таблице 5.

Таблица 5

Количество воздуха, необходимого для разбавления вредных веществ до ПДК

Вид вредного вещества	Объем вредного вещества; V_b , л	Масса вредного вещества; M_b , г	Количество воздуха для разбавления; $V_{возд.}$, м ³	ПДК вредного вещества, мг/м ³
ПП 1 - автовокзал				
CO	166,4	208	693333,3	0,3
Углеводороды	28	87,5	3500	25

NO ₂	11,7	24,027	600669	0,04
Всего	206,1	319,527	1297502,	
ПП 2 – ост. ДК ЖД				
CO	103,3	129,125	430416	0,3
Углеводороды	17,3	54,063	2162,5	25
NO ₂	7,3	14,991	374776,8	0,04
Всего	128,3	198,179	807355,3	
ПП 3 – АЗС мкр. Московский				
CO	115,6	144,5	481666,7	0,3
Углеводороды	19,6	61,25	2450	25
NO ₂	8,4	17,25	431250	0,04
Всего	143,6	223	915366,7	
ПП 4 – ул. Пушкина				
CO	73,8	92,25	307500	0,3
Углеводороды	12,4	38,75	1550	25
NO ₂	5,2	10,679	266964,3	0,04
Всего	91,4	141,679	576014,3	

Результаты, полученные в ходе обработки данных исследований, свидетельствуют о том, что количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу ПП работающими автомобильными двигателями, велико, а воздуха для их разбавления до безопасной концентрации явно не достаточно.

Продукты эмиссии двигателей и картеров автомашин, износа их механических частей и покрышек и дорожного покрытия, придорожная пыль и другие факторы образуют комплекс соединений, загрязняющий воздух и биологические объекты придорожных полос. Однако наибольшую опасность представляют тяжёлые металлы, накапливающиеся в почве и растениях вдоль автодорог и оказывающими токсическое воздействие на живые организмы и природные экосистемы.

По общепринятым методам, в отобранных на территории ПП города пробах почвы, определили содержание тяжелых металлов, а также установили степень ее токсичности при помощи биотестирования.

Для сравнения аналогичные исследования провели с образцом почвы, взятым на территории парка ДК ЖД (ПП 5), где движение автотранспорта запрещено.

Содержание элементов в почве на территории пробных площадей с разной степенью интенсивности движения автотранспорта представлены в таблице 6.

С помощью «Обобщенного перечня предельно допустимых концентраций вредных веществ в почве» сравнили полученные результаты.

В 2009 году отмечено превышение ПДК по содержанию Pb на ПП 1 в 3,0 раза, на ПП 2 в 1,5 раза, на ПП 3 в 2,1 раза, на ПП 4 в 1,1 раза. На ПП 5 содержание Pb находится в пределах допустимой концентрации. На отдельных территориях города содержание Zn также превышает пределы допустимой концентрации: на ПП 1 в 3 раза, на ПП 2 в 6,5 раза, на ПП 3 в 2,4 раза, на ПП 5 в 1,7 раза. На ПП 4 Zn находится в пределах допустимой концентрации. Содержание As, Ni на всех пробных площадях превышает ПДК. Содержание Cu, Mn, V на исследуемых территориях значительно ниже ПДК. Самая высокая концентрация Co, Fe, Ti отмечена на ПП 4.

Таблица 6

Содержание химических элементов в почве в разных районах г. Брянска (мг/кг, среднее значение, 2009 г.)

Элемент	Район взятия образцов				
	ПП 1 – автовокзал	ПП 2 – ост. ДК ЖД	ПП 3 – АЗС	ПП 4 - ул. Пушкина	ПП 5 – Парк ДК ЖД
Sr	69,7	95,7	91,6	90,1	134,0
Pb	97,5	49,0	67,7	34,0	31,9
As	22,5	13,9	16,7	12,0	11,0
Zn	166,0	355,7	130,4	51,7	93,6
Cu	27,7	29,1	17,8	31,1	25,5
Ni	20,3	23,7	21,6	24,7	21,0
Co	0,6	0	0,8	4,1	0,7
Fe	10667,3	10580,0	12009,12	16504,5	15641,7
Mn	278,7	274,4	237,0	362,7	371,3
Cr	63,3	79,1	86,1	63,9	64,9
V	27,7	33,3	29,5	57,0	42,8
Ti	1970,7	2023,6	2373,9	3562,9	2864,6

Химические методы анализа позволяют определить валовое содержание тяжелых металлов в среде, не учитывая форму нахождения данного металла. Биотестирование позволяет оценить совокупный эффект токсикантов. При определении степени токсичности почв методами биотестирования

большое значение имеет чувствительность к токсикантам подопытных организмов. Чтобы достичь наиболее точного результата, необходимо использовать несколько тест-объектов из различных таксономических групп. В качестве тест-объектов мы использовали *Paramecium caudatum* (инфузория туфелька) и люминесцентные бактерии *Escherichia coli M-17*. Результаты исследования отражены в таблице 7.

Таблица 7

Определение степени токсичности почв методами биотестирования с тест-объектами: *Paramecium caudatum* и люминесцентные бактерии *Escherichia coli M-17*

Место отбора проб	Результаты определения острой токсичности				Индекс токсичности	
	Среднее значение оптической плотности				<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Escherichia coli M-17</i>
	<i>Paramecium caudatum</i>	<i>Escherichia coli M-17</i>	контроль	проба		
ПП 1	134	23	12272	8345	0,82±0,50	32,00±3,20
ПП 2	134	9	12274	9265	0,90±0,57	24,51±2,45
ПП 3	134	2,6	12281	7635	0,98±0,61	37,83±3,78
ПП 4	134	13	12271	9456	0,91±0,56	22,92±2,29
ПП 5	134	27	12272	10134	0,80±0,49	17,42±1,74

Изучая полученные индексы токсичности, определили, что водные вытяжки из почв, взятые с ПП 1, ПП 2, ПП 3, ПП 4 оказывают острое токсическое действие на оба тест-объекта, однако, образец, взятый с ПП 5 не токсичен для тест-объекта люминесцентные бактерии *Escherichia coli M-17*.

По совокупности анализируемых данных установили, что все водные вытяжки из почв оказывают острое токсическое действие.

Таким образом, можно сделать вывод о неблагополучном состоянии почв в местах, характеризующихся наибольшей интенсивностью движения автотранспорта.

Для оценки содержания тяжелых металлов в растениях в качестве объекта исследований нами был взят одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale Wigg.*), поскольку он произрастает на всех ПП, а также в литературе уже имеются данные о накоплении им Pb и Zn [9].

Образцы *Taraxacum officinale Wigg.* отбирали в тоже время на тех же пробных площадках. Собранную зеленую массу высypали равным слоем на брезент и тщательно перемешивали. Из объединенной пробы отбирали среднюю пробу для анализа, массой 1 кг.

По общепринятым методам, в отобранных на территории ПП города пробах растений, определили содержание тяжелых металлов, а также установили степень ее токсичности при помощи биотестирования. Содержание химических элементов в листьях *Taraxacum officinale Wigg* представлены в таблице 8.

Таблица 8

Содержание химических элементов в листьях *Taraxacum officinale Wigg.*, мг/кг сухого вещества в разных районах г. Брянска (мг/кг, среднее значение, 2009 г.)

Элемент	Район взятия образцов				
	ПП 1 –автовокзал	ПП 2 – ост. ДК ЖД	ПП 3 – АЗС	ПП 4 - ул. Пушкина	ПП 5 – Парк ДК ЖД
Sr	114,5	89,5	113,3	89,7	108,4
Pb	22,8	14,9	21,4	15,1	14,8
As	9,2	7,9	9,1	8,0	7,4
Zn	84,9	166,2	93,7	177,1	132,2
Cu	38,0	37,9	42,2	41,3	39,6
Ni	18,0	18,3	17,7	18,8	17,8
Co	0,8	1,0	2,5	3,7	4,5
Fe	4356,6	2950,4	3159,1	1830,3	1945,3
Mn	102,4	70,0	93,5	62,2	68,6
Cr	110,4	54,4	50,6	52,1	53,5
V	5,7	0	1,6	0	1,1
Ti	3,0	0	22,3	0	0

Анализируя таблицу 8, мы видим, что самая высокая концентрация Sr, Pb, As, Fe, Mn, Cr, V в листьях *Taraxacum officinale Wigg* отмечена на ПП 1, отличной от других ПП максимальной интенсивностью движения автотранспорта (2106±55 шт/ч). На ПП 4 максимальная концентрация Zn, Ni. Наибольшая концентрация Ti на ПП 3, а на ПП 2, ПП 4, ПП 5 он отсутствует. На ПП 3 высоко содержание Cu.

Для определения степени токсичности *Taraxacum officinale Wigg* методами биотестирования использовали следующие тест-объекты: *Ceriodaphnia affinis Lilljeborg* (циеродрафний) и *Escherichia coli M-17* (люминесцентные бактерии). Результаты исследования отражены в таблице 9.

В результате исследования с использованием двух тест-объектов *Ceriodaphnia affinis Lilljeborg* и *Escherichia coli M-17* следует сделать заключение о том, что все водные вытяжки из *Taraxacum officinale Wigg* оказывают острое токсическое действие. Однако, анализируя полученные данные, следует отметить, что доля гибели церодрафний и индексы токсичности выше на пробных площадях в

районах, характеризующихся наибольшей интенсивностью движения автотранспорта.

Таблица 9

Определение степени токсичности Taraxacum officinale Wigg методами биотестирования с тест-объектами: Ceriodaphnia affinis Lilljeborg и Escherichia coli M-17

Место отбора проб	Результаты исследования				
	Ceriodaphnia affinis Lilljeborg		Escherichia coli M-17		
	Кол-во выживших, шт	Доля гибели, %	Среднее значение оптической плотности	Индекс токсичности	
контроль	проба		контроль	проба	
ПП 1	10,0	4,3	57	49869	21483
ПП 2	10,0	5,0	50	49869	24207
ПП 3	10,0	4,7	53	49869	18124
ПП 4	10,0	5,7	43	49869	27393
ПП 5	10,0	6,7	33	49869	27640

На основе анализа данных, полученных в результате изучения интенсивности транспортных потоков, расчета выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу, оценки уровня загрязнения почв и растений, следует сделать заключение о необходимости разработки эффективных мер, направленных на снижение загрязнения урбанизированных территорий автотранспортом и защиты населения от токсичных загрязнений окружающей среды.

Dynamics of motor transport movement in different districts of Bryansk was studied and the estimation of pollution level of atmospheric air, soils and plants depending on intensity of motor transport stream was given.

The key words: motor transport, pollution, atmospheric air, soil, plants.

Список литературы

- Болбас, М.М Транспорт и окружающая среда / М.М. Болбас, Е.Л. Савич, Г.М. Кухаренок, Г.М. Пармон и др. М.: Технопринт, 2003. 262 с.
- Марков, Ю. В. Социальная экология. Взаимодействие общества и природы // Учеб. пособие. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 544 с.
- Любимов, В.Б. Актуальность мониторинга тяжелых металлов в природных и рукотворных экосистемах Прихоперья / В.Б. Любимов, Ю.В. Назаров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции по оптимизации ландшафтов зональных и нарушенных земель. – Воронеж: ВГУ, 2005. С.151-155.
- Любимов, В.Б. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почве антропогенных экосистем Прихоперья / В.Б. Любимов, А.И. Золотухин, Ю.В. Назаров // Естествознание и гуманизм. – Томск: Сиб. ГМУ, Т. 2, №1, 2005. С. 104-105.
- Любимов, В.Б. Автотранспорт и экология города Балашова (Саратовская область) / В.Б. Любимов, Ю.В. Назаров // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Безопасность через образование». Брянск: БГУ, 2006. С.100-103.
- Любимов, В.Б. Шумозащитная и пылезащитная способность зелёных насаждений в условиях г. Брянска / В.Б. Любимов, И.В. Мельников, М.Е. Семиехина // Экологическая безопасность региона // Сборник статей Международной научно-практической конференции. Брянск: РИО БГУ, 2009. С. 24-31.
- Доклад «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в 2007 году» / Комитет природопользования и охраны окружающей среды, лицензирования отдельных видов деятельности Брянской области / Сост.: А.В. Городков, Г.В. Левкин, А.И. Сахаров. Брянск, 2008. – 204 с.
- Алексеев, С.В. Практикум по экологии / С.В. Алексеев, Н.В. Груздева, А.Г. Муравьев // Учеб. пособие. М.: АО МДС, 1996. 192 с.
- Шиханов, Н.С. Биогеохимическая оценка состояния среды // Экология, 1997. №2. С. 146–149.

Об авторе

Семиехина М.Е. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, egf@mail.ru .

УДК – 631.438

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{137}Cs И ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ПО ПРОФИЛЮ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Н.А. Сквородникова

Рассмотрено распределение ^{137}Cs и естественных радионуклидов по профилю дерново-подзолистых почв естественных и агроэкосистем. Показано, что между профильным распределением ^{137}Cs и естественных радионуклидов в почве наблюдается тесная корреляционная связь.

Ключевые слова: ^{137}Cs , естественные радионуклиды, распределение радионуклидов, дерново-подзолистые почвы.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС обширная территория юго-запада России подверглась загрязнению радионуклидами с продолжительным периодом полураспада (^{137}Cs , ^{90}Sr).

Еще задолго до аварии на ЧАЭС было установлено, что, несмотря на большую подвижность ^{137}Cs в биогеоценозе, основным местом его локализации является почва. В ней концентрируется постепенно до 92 - 94 % этого радионуклида [1].

Вынос радионуклидов за пределы почвенного профиля и ландшафта с вертикальным и поверхностным стоком составляет в год десятые доли процента от суммарной активности, их ежегодное вовлечение в биологический круговорот также не превышает десятых долей процента. То есть, основная масса радионуклидов, независимо от типа почв и ландшафта, длительное время удерживается в верхних почвенных горизонтах. Однако характер их распределения и биологическая доступность неодинаковы, поэтому актуальной задачей остается наблюдение за содержанием и интенсивностью перемещения ^{137}Cs по профилю почв. Важной задачей является также изучение распределения в почвах естественных радионуклидов, формирующих значительную часть дозы облучения организмов, и их влияние на распределение ^{137}Cs .

Целью исследования явилось изучение распределения ^{137}Cs и ЕРН в дерново-подзолистых почвах естественных и агроэкосистем в отдаленный период после катастрофы на ЧАЭС.

Исследования проводили в Белорусской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных почв и низинных болот на территории Новозыбковского района Брянской области, наиболее загрязнённой в Российской Федерации в результате катастрофы на ЧАЭС. Непосредственным объектом исследования служили дерново-подзолистые почвы открытой катены «Старый Вышков» (с. Старый Вышков Новозыбковского района Брянской области). В 1992 году вдоль трансекта, имеющего южное направление, сотрудниками кафедры почвоведения, агрохимии и сельхозрадиологии Брянской ГСХА Е.В. Просянниковым и В.Б. Осиповым, были заложены мониторинговые ключевые почвенные участки (КПУ). Каждый мониторинговый КПУ состоит из 1-3 ОПП. Они, в соответствии с Международной программой комплексного мониторинга, имеют площадь по 25-30 кв. метров, расположены в непосредственной близости на одном и том же элементе рельефа и различаются по степени агрогенного воздействия на почву: 1) естественная экосистема; 2) агроэкосистема [2, 3].

Исследование распределения ^{137}Cs и ЕРН по почвенному профилю проводили в 2008 г. на следующих КПУ:

Колодезский КПУ № 1.

ОПП 1 – вершина моренного холма, разрез №1 (Р1), естественная экосистема на многолетней залежи (около 70 лет). Поверхность почвы покрыта естественным разнотравьем с преобладанием злаковых трав, особенно пырея ползучего. Почва дерново-подзолистая псевдофибральная старопахотная залежная на глубоких флювиогляциальных отложениях, подстилаемых мореной.

ОПП 2 – вершина моренного холма, разрез № 2 (Р2), агроэкосистема. Грунтовые воды залегают глубже 10 м. Почва окультуренная дерново-подзолистая псевдофибральная глубокопахотная на глубоких флювиогляциальных отложениях, подстилаемых мореной. С 2007 года почва не обрабатывается.

Колодезский КПУ № 2.

ОПП 1 - верхняя часть склона, разрез № 7 (Р7), естественная экосистема в роще. Древостой представлен сосной обыкновенной, изредка осиной, дубом и березой, подлесок – рябиной, бересклетом бородавчатым. Почва дерново-подзолистая целинная слабодифференцированная слабодерновая мелкоподзолистая супесчаная на флювиогляциальном песке, подстилаемом мореной в пределах 1 м.

Для определения содержания ^{137}Cs и ЕРН образцы почвы отбирали послойно через каждые 10 см до глубины 1 м. Почву высушивали, измельчали и просеивали через сито диаметром 1 мм. В почвенных образцах содержание радионуклидов определяли на универсальном спектрометрическом комплексе «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс 2000» по стандартным методикам.

На рисунке 1 представлено распределение ^{137}Cs по профилю исследуемых почв.

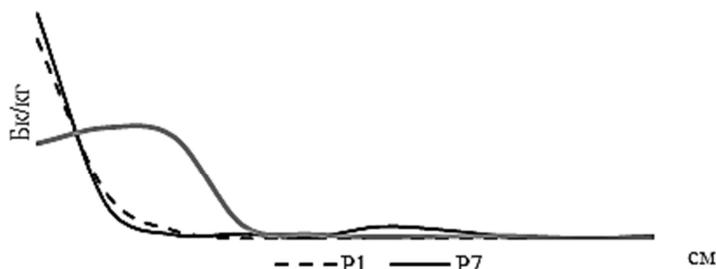


Рис. 1 – Распределение ^{137}Cs по профилю дерново-подзолистых почв

В результате проведенных исследований выявлено, что в дерново-подзолистой почве залежи (P1) и дерново-подзолистой целинной почве лесной экосистемы (P7) максимальное количество ^{137}Cs сосредоточено в слое почвы, равном 0-10 см, далее вниз по профилю содержание радионуклида резко уменьшается. Распределение радионуклида по профилю почвы описывается экспоненциальной кривой (R^2 равен 0,8 и 0,54 соответственно для P1 и P7). Интенсивность миграции радионуклида вглубь почвенного профиля невысока. Однако, в дерново-подзолистой целинной почве лесной экосистемы (P7) отмечается некоторое повышение концентрации ^{137}Cs в слое, равном 50-70 см. Данный слой почвы (горизонт Δ_1) представляет собой плотный моренный тяжелый су-глинок, и, видимо, этот более уплотненный слой почвы, характеризующийся повышенным содержанием вторичных глинистых минералов, служит биогеохимическим барьером на пути миграции радионуклидов.

В дерново-подзолистой псевдофиброй глубокопахотной почве агрогеосистемы (P2) много-кратная обработка почвы привела к относительно равномерному распределению ^{137}Cs в слое почвы, равном 0-30 см. На глубине, равной 30-50 см, активность радионуклида снижается, а на глубине 50-100 см ^{137}Cs относительно равномерно распределен по профилю почвы. В целом содержание радионуклида в нижних слоях исследуемой части профиля дерново-подзолистой почвы агрогеосистемы в 2,5-5 раз выше, чем в аналогичной почве естественной экосистемы (P1). Используемые в агрогеосистемах агромелиоративные приемы и технологии изменяют свойства почв и оказывают влияние на физико-химическое состояние радионуклидов и их подвижность, обуславливая более интенсивную миграцию.

В таблице 1 представлено распределение естественных радионуклидов по профилю исследуемых дерново-подзолистых почв.

Таблица 1

Распределение естественных радионуклидов по профилю дерново-подзолистых почв

Глубина отбора образца, см	Удельная активность, Бк/кг								
	P1			P7			P2		
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
0 - 10	100,0	26,2	435,0	122,1	32,8	495,0	61,1	22,3	488,0
10 - 20	79,9	27,0	454,0	51,1	11,8	290,3	80,8	15,4	418,1
20 - 30	34,6	14,3	306,7	12,4	12,7	276,0	60,5	23,8	478,0
30 - 40	12,0	12,9	249,1	22,9	6,9	252,4	31,3	19,4	389,1
40 - 50	9,8	9,1	222,8	18,2	7,8	234,5	26,1	15,6	407,3
50 - 60	7,6	11,2	308,6	29,8	16,2	263,7	21,3	20,5	514,3
60 - 70	16,6	7,6	506,0	25,1	13,7	308,8	28,9	10,3	457,2
70 - 80	17,6	5,1	448,0	11,8	12,1	296,8	28,5	19,6	496,1
80 - 90	5,7	9,5	266,8	12,8	9,8	299,5	23,4	26,1	502,5
90 - 100	-	-	-	11,6	12,2	353,2	26,8	23,2	521,0

Как видно из таблицы 1, содержание радия в дерново-подзолистых почвах не превышает 122,1 Бк/кг. Максимальная активность ^{226}Ra в почвах естественных экосистем наблюдается в верхнем почвенном слое, равном 0-20 см. В нижней части профиля наблюдается относительно равномерное распределение радионуклида. Содержание ^{232}Th также максимально в верхнем слое почвы, в нижележащих горизонтах распределение радионуклида носит практически равномерный характер. Однако, следует отметить, что в дерново-подзолистой целинной почве (P7) имеется второй пик концентрации ^{226}Ra и ^{232}Th на глубине, равной 50-70 см, что согласуется с распределением ^{137}Cs . В дерново-подзолистой почве агрогеосистемы (P2) содержание ЕРН существенно выше, чем в почвах естественных экосистем. Максимум содержания ^{226}Ra и ^{232}Th отмечается в слое почвы, равном 0-30 см, в нижележащих горизонтах их распределение носит практически равномерный характер. Активность ^{40}K в исследуемых почвах существенно превышает активность ^{226}Ra и ^{232}Th , но четкой закономерности в распределении этого радионуклида по профилю почв не прослеживается.

На основании результатов исследований выявлена тесная положительная корреляционная связь между распределением ^{137}Cs и ЕРН по профилю дерново-подзолистых почв естественных экосистем. Для дерново-подзолистой старозалежной почвы (Р1) коэффициенты корреляции между ^{137}Cs и ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K составили соответственно 0,86, 0,73 и 0,71, для дерново-подзолистой целинной (Р7) – 0,97, 0,93 и 0,88. Для дерново-подзолистой окультуренной почвы (Р2) сильная прямая связь обнаружена только между распределением по профилю ^{137}Cs и ^{226}Ra ($r = 0,97$), что объясняется, видимо, модификацией поведения радионуклидов в результате применения различных агромелиоративных приемов.

Таким образом, в дерново-подзолистых почвах естественных экосистем максимальная активность ^{137}Cs наблюдается в верхнем слое почвы, равном 0-10 см, ниже содержание радионуклида резко убывает. Распределение ^{137}Cs по почвенному профилю описывается экспоненциальной кривой. В почвах, имеющих прослойки тяжелого моренного суглинка, отмечается второй пик концентрации радионуклида на глубине их расположения. В дерново-подзолистой почве агроэкосистемы основное количество радионуклида сосредоточено в почвенном слое, равном 0-30 см, в нижележащих горизонтах радионуклид относительно равномерно распределен по профилю, а его активность в 2,5-5 раз выше, чем в почве естественной экосистемы, расположенной на том же элементе рельефа. Содержание ЕРН также максимально в верхних горизонтах почв. Между профильным распределением ^{137}Cs и ЕРН в естественных экосистемах прослеживается сильная прямая корреляционная связь, в агроэкосистеме аналогичная зависимость отмечается только в отношении ^{226}Ra .

The distribution of ^{137}Cs and natural radionuclides along the profile of sod-podzolic soils of natural and agricultural ecosystems have been considered. It is shown, that among the profile distribution of ^{137}Cs and natural radionuclides in the soil there is a close correlation.

The key words: ^{137}Cs , natural radionuclides, distribution of radionuclides, sod-podzolic soils.

Список литературы

1. Алексахин Р.М. Миграция радионуклидов в лесных и лесных биогеоценозах / Р.М. Алексахин, М.А. Нарышкин. М.: Наука, 1977. 144 с.
2. Осипов В.Б. Физико-химические особенности поведения ^{137}Cs , ^{90}Sr и их стабильных изотопов в почвах экосистем Брянской области, подвергшихся загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01 / В.Б. Осипов; ВНИИСХРАЭ. Обнинск, 1995. 149 с.
3. Просянников Е.В. Взаимовлияние почв и радиоактивности в экосистемах полесья и ополья юго-запада России: Дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.00.27 / Е.В. Просянников; Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. Москва, 1995. 464 с.

Об авторе

Сквородникова Н.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, eco_egf@mail.ru.

УДК – 575.174.015.3+575.113.2

АЛЛЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕНА BoLA-DRB3 В СТАДАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.А. Смазнова, А.Л. Козлов, В.В. Заякин, И.Я. Нам

Работа выполнена при поддержке грантов ФЦП № 02.740.11.0285, АВЦП № 2.1.1/224 и гранта администрации Брянской области № 215.

В настоящей работе методом ПЦР-ПДРФ был проведен анализ аллельного полиморфизма гена BoLA-DRB3 у крупного рогатого скота разных пород из нескольких хозяйств Брянской области. Выявлен спектр аллелей, связанных с устойчивостью и восприимчивостью к лейкозу. Полученные результаты будут использованы в хозяйствах в селекционной работе по формированию стада, устойчивого к лейкозу.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, лейкоз, главный комплекс гистосовместимости, ген BoLA-DRB3, аллельный анализ

ВВЕДЕНИЕ

Лейкоз – одно из наиболее опасных заболеваний крупного рогатого скота в нашей стране. Вирус лейкоза КРС наносит большой экономический ущерб в животноводстве из-за снижения продуктивности заболевших животных, уменьшения периода эксплуатации лактирующих больных коров на несколько лет, потерю от ограничений реализации племенного молодняка, утраты генофонда высокопродуктивных

животных. Это заболевание по экономическому ущербу превосходит туберкулез и бруцеллез [1,2].

Согласно докладу Департамента ветеринарии удельный вес лейкоза составляет 57% в инфекционной патологии КРС в России, количество больных животных в хозяйствах РФ резко возросло с 1992 года по 2000 год (с 695.9 тыс. голов до 1257.5 тыс.). В 2001 г. на территории РФ зарегистрировано 2863 неблагополучных по лейкозу пункта, в ряде товарных хозяйств заболевание лейкозом КРС составляет до 40%, вирусоносительство – до 70%.

Установлено также что ретровирус типа С, вызывающий лейкозы у крупного рогатого скота, структурно и функционально сходен с вирусами HTLV-I, HTLV-II, вызывающими Т-клеточную лейкемию у человека, поэтому предполагается возможность заражения человека ВЛ КРС [3].

Для формирования в животноводческих хозяйствах оздоровленного по лейкозу поголовья КРС важнейшее значение имеет генетическая устойчивость к вирусу лейкоза. Результаты генетического анализа основных молочных пород КРС свидетельствуют о том, что животные почти всех пород при определенных условиях могут быть заражены вирусом ВЛКРС, но частота заболевания в значительной степени зависит от породы [4]. При этом инфицированные животные необязательно заболевают лейкозом, наблюдается явление вирусоносительство [5], когда вирус встраивается в геном хозяйской клетки и присутствует в организме в латентной форме [6].

Определяющую роль в устойчивости КРС к лейкозу играет главный комплекс гистосовместимости КРС BoLA [7, 8, 9, 10]. Ранее в работах Сулимовой Г.Е. [11,12], Глазко В.И. [13,14] было показано, что ГКГ коров содержит ген BoLA-DRB3, аллели которого отвечают за восприимчивость или устойчивость животного к вирусу лейкоза. Всего данный ген представлен в популяции черно-пестрых, айширских, голштино-фризских пород России примерно 60 аллелями, из которых 5 определяют устойчивость к вирусу, а 6 связаны с восприимчивостью, и их носители могут заболеть лейкозом. Ранее было показано, что устойчивость – доминантный признак, и если конкретная особь несет хотя бы одну копию аллеля, устойчивого к ВЛКРС, то животное не восприимчиво к лейкозу [5].

Целью данного исследования явилось изучение методом ПЦР-ПДРФ аллельного полиморфизма гена BoLA-DRB3 у крупного рогатого скота разных пород из нескольких хозяйств Брянской области и выявление спектра аллелей, связанных с устойчивостью и восприимчивостью к лейкозу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования. Для исследования были использованы животные из пяти хозяйств Брянской области: СПК «Красный рог» Почепского района, СПК агрофирма «Культура», ОАО «Новый путь» и ООО «Снежка-Госома» Брянского района, а также частное стадо из Сельцо. В исследовании были использованы животные айширской, швицкой и черно-пестрой пород. Всего было проанализировано 242 особи.

Выделение ДНК. ДНК животных выделяли из цельной крови коров с использованием гуанидинового метода [15].

Проведение ПЦР

Аллельные варианты гена BoLA-DRB3 изучали методом ПЦР-ПДРФ. Условия проведения ПЦР следующие: объем реакционной смеси составляет 50 мкл. В смесь вводятся dNTP – по 5 мкл (по 4 мМ каждого), смесь праймеров (HLO30 и HLO32) – 5 мкл (по 20 пМ каждого), ДНК-матрица – 2 мкл (1 мкг), ДНК-полимераза Таq – 0.5 мкл (2.5 ед.), вода – 17.5 мкл согласно [16, 17].

Температурный профиль реакции для анализа полиморфизма гена BoLA-DRB3: денатурация ДНК – 94⁰С, 3 мин. – первый цикл, денатурация – 94⁰С, далее по 1 мин. Отжиг праймеров – 55-65⁰С, 1 мин., элонгация ДНК – 72⁰С, 60 сек. количество циклов – 30 – 35. Достраивание одноцепочечной формы ДНК – 72⁰С – 5 мин.

Рестрикция и электрофорез

Для проведения рестрикционного анализа фрагмента гена BoLA-DRB3 длиной 284 п.о., полученного при амплификации, были использованы ферменты эндонуклеазы рестрикции RSAI, BstIY и/или HaeIII. Объем образца для рестрикции составлял 20 – 30 мкл, при этом в пробу носили 5-10 мкл продукта ПЦР. Реакцию проводили в течение 1 часа при 37⁰С по стандартной методике, для гидролиза ДНК использовали 1-2 ед. активности ферментов. Останавливали реакцию перенесением образцов в морозильник (температура -20⁰С).

Продукты рестрикции анализировали электрофорезом в 9% полиакриламидном геле, соотношение акриламида и бисакриламида составляет 30:1. В качестве маркера молекулярного веса использовали гидролизат pUC19/MspI. На электрофорез наносили по 10-15 мкл реакционной смеси.

Напряжение электрического поля составляло 100-150 В, сила тока – около 150 мА, длительность электрофореза – 4-5 часов. ДНК визуализировали прокрашиванием геля в растворе этидий бромида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для проведения анализа гена BoLA-DRB3 методом ПЦР-ПДРФ были использованы образцы крови, отобранные у животных из 5 хозяйств (табл.1).

Таблица 1.

Распределение проанализированных использованные для анализа животные из разных хозяйств

№	Название хозяйства	Порода	Кол-во особей
1	ОАО «Новый путь»	Черно-пестрая	63
2	СПК «Агрофирма «Культура»	Черно-пестрая	61
3	ООО «Снежка - Госома»	Черно-пестрая	31
4	Частный скот из п. Сельцо	Айширская	47
5	СПК «Красный Рог»	Швицкая	40

Распределение индивидуальных аллелей гена BoLA-DRB3 различается в стадах изученных хозяйств (табл. 2).

В целом по проанализированной выборке животных с наибольшей частотой представлены аллели *7, *8, *11, *23, *24, из них аллели *7, *11 и *23 связаны с устойчивостью, а аллели *8 и *24 — с чувствительностью к лейкозу.

При этом в хозяйстве ОАО «Новый путь» (черно-пестрая порода) по частоте выделяются аллели *8, *11, *23, *24, в хозяйстве СПК «Агрофирма «Культура» (черно-пестрая порода) - аллели *11, *23, *24, в хозяйстве ООО «Снежка-Госома» - аллели *11 и *23, среди частного скота из Сельцо (айширская порода) — аллель *7, в СПК «Красный рог» (швицкая порода) — аллели *7 и *8. Частота аллеля *11 составила в ОАО «Новый путь» 14,29%, в ОАО «Культура» - 10,66%, в Сельцо — 20,97%. Частота аллеля *23 составила в ОАО «Новый путь» 15,08%, в СПК «Агрофирма «Культура» - 18,03%. Доля аллеля *23 низка в стаде из Сельцо, а в СПК «Красный рог» (швицкая порода) данный аллель не обнаружен. Доля аллеля *7 составила 39,36% в стаде из Сельцо и 23,75% в СПК «Красный рог». В других стадах доля данного аллеля была низкой.

Что касается аллелей чувствительности, то некоторые из них имели высокую частоту: доля аллеля *8 в ОАО «Новый путь» составила 9,52%, а в СПК «Красный рог» - 13,75%. Аллель *24 не был обнаружен в стаде из хозяйства СПК «Красный рог», тогда как в других хозяйствах его доля была довольно высока: в ОАО «Новый путь» - 13,49%, в СПК «Агрофирма «Культура» - 12,3% в стаде из Сельцо — 9,68% и в СПК «Красный рог» - 9,57%. Остальные аллели, которые не связаны с устойчивостью или чувствительностью КРС к лейкозу и являющиеся нейтральными, распределены в стадах более-менее равномерно.

В то же время в хозяйствах, в которых разводится одна и та же порода КРС, наблюдается различие в распределении аллелей и их разнообразии. Так в хозяйстве СПК «Агрофирма «Культура» не обнаружены аллели *12, *14, и *30, присутствующие в других двух хозяйствах. В то же время в стаде этого хозяйства найдены аллели *17 и *18, которых не было выявлено в двух других хозяйствах. Стада хозяйств ОАО «Новый путь» и СПК «Агрофирма «Культура» характеризуются наибольшим числом представленных индивидуальных аллелей.

Большое значение имеет гомозиготность или гетерозиготность по аллелям, связанным с устойчивостью к лейкозу. Так, животные, несущие хотя бы один аллель устойчивости (в гетерозиготном состоянии), не заболевают лейкозом.

Анализ распределения аллелей по генотипам представлен на рис. 1. Показана большая доля аллеля устойчивости в гомозиготном состоянии в стаде айширской породы. В стаде швицкой породы из СПК «Крансый Рог» не обнаружены генотипы УЧ.

В хозяйстве ОАО «Новый путь» обнаружено более высокое по сравнению по сравнению с другими хозяйствами количество животных, несущих аллели чувствительности в гомозиготном состоянии. Близкая ситуация сложилась в хозяйствах ООО «Снежка-Госома» и СПК «Красный рог». Так как аллель устойчивости является доминантным, то было проанализировано соотношение генотипов, образованных с участием аллеля устойчивости, с генотипами, не имеющими этот аллель (рис.2).

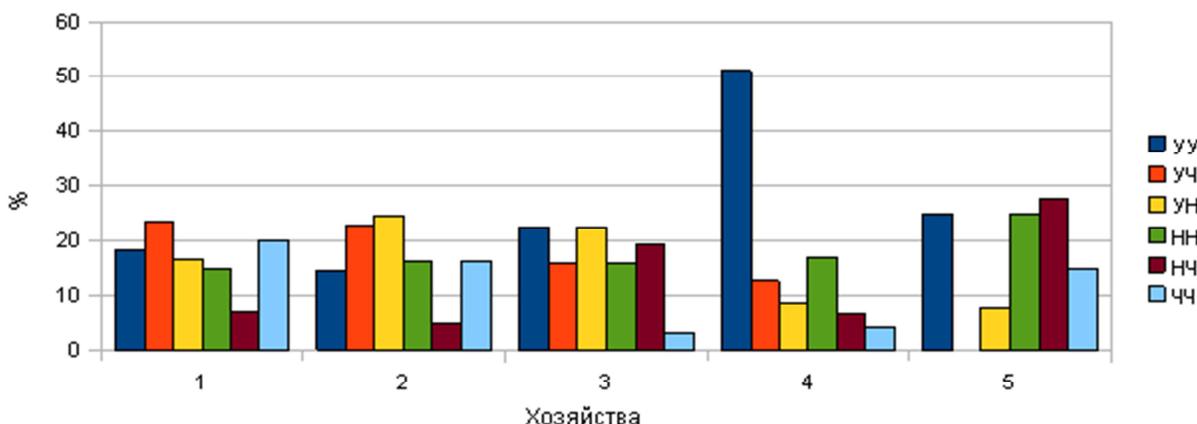


Рис. 1. Распределение аллелей устойчивости и чувствительности гена BoLA-DRB3 по генотипам в изученных стадах КРС
 1 — ОАО «Новый путь», 2 — СПК «Агрофирма «Культура», 3 — ООО «Снежка-Госома»,
 4 — частное стадо из Сельцо, 5 — СПК «Красный рог».

В хозяйстве ОАО «Новый путь» обнаружено более высокое по сравнению с другими хозяйствами количество животных, несущих аллели чувствительности в гомозиготном состоянии. Близкая ситуация сложилась в хозяйствах ООО «Снежка-Госома» и СПК «Красный рог». Так как аллель устойчивости является доминантным, то было проанализировано соотношение генотипов, образованных с участием аллеля устойчивости, с генотипами, не имеющими этот аллель (рис.2).

В четырех хозяйствах обнаружена высокая доля генотипов с аллелем устойчивости по сравнению с генотипами, не несущими данные аллели. В СПК «Красный рог» соотношение генотипов несколько другое. В этом хозяйстве доля генотипов с аллелем устойчивости низка и незначительно отличается от других генотипов.

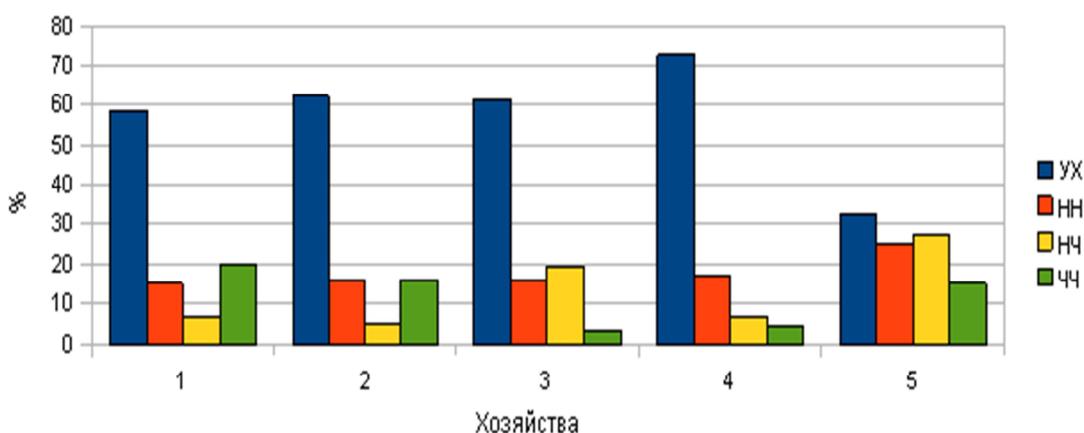


Рис. 2. Соотношение генотипов устойчивых, нейтральных и чувствительных к вирусу лейкоза животных в изученных стадах
 1 — ОАО «Новый путь», 2 — СПК «Агрофирма «Культура», 3 — ООО «Снежка-Госома», 4 — частное стадо из Сельцо, 5 — СПК «Красный рог».

Полученные данные позволяют сделать вывод о различиях в генетической устойчивости поголовья разных пород и в разных хозяйствах. Устойчивость в изученной выборке черно-пестрой породы формируется преимущественно аллелями *11 и *23 в отличие от айширской и швицкой породы, где устойчивость обеспечивается преимущественно аллелем *7. Схожие результаты были обнаружены ранее на животных хозяйств Московской области в работах лаборатории сравнительной генетики животных Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН [4,5].

Таким образом, проведенное исследование выявило различие в распределении аллелей гена BoLA-DRB3 у особей различных пород крупного рогатого скота и в различных хозяйствах. Результаты генетического анализа переданы специалистам по селекционной работе в хозяйства и будут использованы при формировании поголовья, устойчивого к лейкозу.

Таблица 1.

Частоты аллелей гена BoLA-DRB3 в исследованных стадах некоторых хозяйств Брянской области

№ аллеля	№ [16]	№ [18]	Хозяйства										Всего	
			1 ^и		2 ^и		3 ^и		4 ^и		5 ^и			
			Частота, %	χ^2	Частота, %	$\chi^2$	Частота, %	$\chi^2$	Частота, %	$\chi^2$	Частота, %	$\chi^2$	Частота, %	χ^2
*1			0,79	2,91	-	-	-	-	-	-	2,5	1,45	0,62	2,21
*2 ^и	DRB3*1301		0,79	2,91	1,64	1,53	-	-	1,06	4,3	1,25	3,06	1,03	1,59
*3 ^и	DRB3*1001		0,79	2,91	2,46	0,7	-	-	-	-	-	-	0,83	1,89
*4			-	-	1,64	1,53	-	-	-	-	-	-	0,41	2,56
*5			0,79	2,91	8,2	3,9	-	-	-	-	-	-	2,27	0,34
*7 ^и	DRB3*0201		2,38	0,89	4,1	0	4,84	0,5	39,36	175,42	23,75	64,94	13,84	33,14
*8 ^и	DRB3*1201		9,52	6,16	0,82	2,69	1,61	3,83	1,06	4,3	13,75	13,69	5,37	1,25
*10 ^и	DRB3*1601		5,56	0,34	5,74	0,59	1,61	3,83	1,06	4,3	6,25	0,19	4,34	0,3
*11 ^и	DRB3*0901		14,29	22,72	10,66	10,11	20,97	30,68	4,26	0,64	2,5	1,45	10,33	14,69
*12			0,79	2,91	-	-	1,61	3,83	4,26	0,64	7,5	0,95	2,48	0,22
*13			2,38	0,89	-	-	-	-	-	-	2,5	1,45	1,03	1,59
*14			1,59	1,75	-	-	1,61	3,83	-	-	-	-	0,62	2,21
*15			6,35	0,92	1,64	1,53	12,9	5,83	3,19	1,5	1,25	3,06	4,55	0,44
*16 ^и	DRB3*1501		1,59	1,75	3,28	0,19	-	-	2,13	2,72	2,5	1,45	2,07	0,48
*17			-	-	0,82	2,69	-	-	-	-	-	-	0,21	2,93
*18			-	-	2,46	0,7	-	-	2,13	2,72	10	4,26	2,69	0,13
*19			0,79	2,91	0,82	2,69	-	-	4,26	0,64	-	-	1,24	1,32
*20			5,56	0,34	4,1	0	8,06	0,29	2,13	2,72	1,25	3,06	4,13	0,19
*21			-	-	0,82	2,69	3,23	1,78	-	-	5	0,01	1,45	1,07
*22 ^и	DRB3*1101		6,35	0,92	5,74	0,59	8,06	0,29	-	-	6,25	0,19	5,17	1,01
*23 ^и	DRB3*2701		15,08	26,49	18,03	46,14	14,52	9,24	8,51	0,82	-	-	11,98	22,45
*24 ^и	DRB3*0101		13,49	19,23	12,3	15,86	9,68	1,36	9,57	1,77	-	-	9,71	12,2
*25			0,79	2,91	3,28	0,19	-	-	6,38	0	1,25	3,06	2,48	0,22
*26			0,79	2,91	4,1	0	-	-	-	-	3,75	0,44	1,86	0,65
*27			-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	1,45	0,41	2,56
*28 ^и	DRB3*0701		3,97	0,03	4,1	0	1,61	3,83	8,51	0,82	1,25	3,06	4,13	0,19
*30			1,59	1,75	-	-	3,23	1,78	-	-	-	-	0,83	1,89
*36			3,97	0,03	0,82	2,69	6,45	0,01	2,13	2,72	-	-	2,48	0,22
*39			-	-	1,64	1,53	-	-	-	-	5	0,01	1,24	1,32
*40			-	-	0,82	2,69	-	-	-	-	-	-	0,21	2,93
Всего			100	107,4	100	101,2	100	70,9	100	206,0	100	107,2	100	114,2

ОАО «Новый путь» - черно-пестрая, 2) ОАО «Культура» - черно-пестрая, 3) ООО «Снежка» - черно-пестрая, 4) частное подворье Сельцо - айширская, 5) ООО «Красный рог» - швилская, 6) аллели устойчивости, 7) аллели чувствительности. Для аллелей устойчивости и чувствительности приведена номенклатура по [18].

Allelic polymorphism of BoLA-DRB3 gene in cattle breeds from different farms of the Bryansk region has been carried out by PCR-RFLP. Spectrum of resistance and susceptibility alleles has been determinated. Results obtained will be used to composite cattle leucosis resistance herd.

The key words: cattle, leucosis, major histocompatibility complex, BoLA-DRB3 gene, allelic assay.

Список литературы

- Гулюкин М.И. Научные основы профилактики и борьбы с лейкозом крупного рогатого скота / М.И. Гулюкин, Г.А. Симонян, Н.В. Замараева, Л.А.Макарова и др. // Труды ВИЭВ. Т. 72. М.: ВИЭВ, 1999. С.38-47.
- Коровин Р.Н. Построение обобщенного показателя оценки эпизоотической ситуации / Коровин Р.Н., Богданов А.И., Борисенкова А.Н. // Доклады РАСХН. 2002. Т.2. С.54-55.
- I. Schwartz, D. Levy. Pathology of bovine leukemia virus // Vet. Res. 1994. V.25. P. 521-536.
- Удина И.Г., Карамышева Е.Е., Сулимова Г.Е., Павленко С.П., Туркова С.О., Орлова А.Р., Эрнст Л.К. Сравнительный анализ айширской и черно-пестрой пород крупного рогатого скота по маркерам гитсосовместимости // Генетика. 1998. Т.34. №12. С. 1668-1674.
- Удина И.Г., Карамышева Е.Е., Туркова С.О., Орлова А.Р., Сулимова Г.Е. Генетические механизмы устойчивости и чувствительности к лейкозу у айширской и черно-пестрой пород крупного рогатого скота, установленные на основе распределения аллелей гена BoLA-DRB3 // Генетика. 2003. Т. 39. №3. С. 383-396.
- M L Mirsky, C Olmstead, Y Da, H A Lewin. Reduced bovine leukaemia virus proviral load in genetically resistant cattle // Animal Genetics. 1998. V.29 P.245-252
- Harris A. Lewin, George C, Russell, Elizabeth L Glass. Comparative organization and function of the major histocompatibility complex of domesticated cattle. // Immunological reviews. 1999. V. 167. P. 145-158.
- J. E. Beever, H. A. Lewin, W. Barendse, L. Andersson, S. M. Armitage, C. W. Beattie, B. M. Burns, S. K. Davis, S. M. Kappes, B. W. Kirkpatrick, R. Z. Ma, R. A. McGraw, R. T. Stone, J. F. Taylor. Report of the First Work-

- shop on the Genetic Map of Bovine Chromosome 23. // Animal genetics. 1996 V.27. P. 69-75
9. Xu A., Van Eijk M.J.T., Park Ch., Lewin H.A. Polymorphism in BoLA-DRB3 exon 2 correlates with resistance to persistent lymphocytosis caused by bovine leukemia virus // J. Immunol. 1993. V. 151. P. 6977-6985
10. M. A. Juliarena, M. Poli, L. Sala, C. Ceriani, S. Gutierrez, G. Dolcini, E. M. Rodri'guez, B. Marino, C. Rodri'guez-Dubra and E. N. Esteban. Association of BLV infection profiles with alleles of the Bo-LADRB3.2 gene. // Animal genetics. 1998. V.39. P.432-438
11. Сулимова Г.Е., Удина И.Г., Шайхаев Г.О., Захаров И.А. ДНК-полиморфизм гена BoLA-DRB3 у крупного рогатого скота в связи с устойчивостью и восприимчивостью к лейкозу // Генетика. 1995. Т. 31. №9. С. 1294- 1299.
12. Эрнст Л.К., Сулимова Г.Е., Орлова А.Р., Удина И.Г., Павленко С.П. Особенности распространения антигенов BoLA-A и аллелей гена BoLA-DRB3 у черно-пестрого скота в связи с ассоциацией с лейкозом. // Генетика. 1997. Т.33. №1. С. 87-95.
13. Облап Р.В., Глазко В.И., Созинов А.А. Вирус бычьего лейкоза и диагностика инфицированных животных. // Цитология и генетика. 1997. Т.31. С. 41 - 43.
14. Глазко, В.И. ДНК - технологии животных. Киев. 1997. 173 с.
15. Boom R., Sol C.J.A., Salimans M.M.M. Rapid and simple method for purification of nucleic acids // J. Clin. Microbiol. 1990. V. 28. P. 495 – 503.
16. Van Eijk M.J.T., Stewart-Haynes J.A., Lewin H.A. Extensive polymorphism of the BoLA-DRB3 gene distinguished by PCR-RFLP // Anim. Genetics. 1992. V. 23. P. 483-496.,
17. Xu A., Van Eijk M.J.T., Park Ch., Lewin H.A. Polymorphism in BoLA-DRB3 exon 2 correlates with resistance to persistent lymphocytosis caused by bovine leukemia virus // J. Immunol. 1993. V. 151. P. 6977-6985.
18. C. J. Davies, L. Andersson, S. A. Ellis, E. J. Hensen, H. A. Lewin, S. Mikko, N. E. Muggli-Cockett, J. J. van der Poel, G. C. Russell. Nomenclature for factors of the BoLA system, 1996: report of the ISAG BoLA Nomenclature Committee // Animal Genetics. 1997. V.28. P.159–168

Об авторах

Смазнова И.А.- Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

Козлов А.Л.- Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

Заякин В.В.- Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

Нам И.Я.- Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

УДК – 577.29 + 616-002.5 + 616-078

ВНЕДРЕНИЕ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДА БИОЧИПОВ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМ МИКОБАКТЕРИЙ, РЕЗИСТЕНТНЫХ К ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВАМ

И.А. Смазнова, В.С. Терешин, А.И. Полозов, С.В. Гаврилюк, В.В. Заякин, А.М. Мороз, И.Я. Нам

Работа поддержана грантами Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» ФЦП 02.740.11.0285 и Аналитической ведомственной целевой программы 2.1.1/224

Метод биочипов был использован для диагностики микобактерий туберкулеза и определения устойчивости к антибиотикам. Работа проводилась на образцах, полученных от пациентов ГУЗ «Брянский областной противотуберкулезный диспансер», в сотрудничестве с Московским городским научно-производственным центром борьбы с туберкулезом. Метод биочипов обладает высокой производительностью, чувствительностью, позволяет провести диагностику за 1-2 рабочих дня. Полученные данные совпадают с лабораторными результатами микробиологических исследований и использованы для выбора стратегии лечения больных.

Ключевые слова: биочипы, бионанотехнология, туберкулез, диагностика, устойчивость к антибиотикам

Введение

Туберкулез является опасным, социально значимым заболеванием человека. Эпидемия туберкулеза стала проблемой национальной безопасности в России.

В Брянской области, по данным главного врача Брянского областного противотуберкулезного

диспансера Гаврилюка С.В., в связи с аварией на Чернобыльской АЭС длительное время было запрещено флюорографическое обследование населения, что привело к значительному росту больных туберкулезом в регионе. В настоящее время проводится регулярное флюорографическое обследование жителей области, и ежегодно по Брянской области выявляется более одной тысячи заболевших. Заболеваемость населения Брянской области туберкулезом находится на среднем в ЦФО уровне и составляет 89 человек на 100 тыс., смертность — 17 человек на 100 тыс. населения.

Эффективность лечения туберкулеза и борьбы с распространением лекарственно-устойчивых штаммов микобактерий туберкулеза во многом зависит от скорости обнаружения микобактерии, идентификации типа возбудителя и определения лекарственной чувствительности. Таким образом, оперативность, достоверность и точность диагностики являются определяющими факторами для успешного лечения больных туберкулезом.

Обзор литературы.

В настоящее время в абсолютном большинстве бактериологических лабораторий Российской Федерации для определения лекарственной чувствительности микобактерий туберкулеза используется культуральная диагностика с посевом анализируемого материала на плотные питательные среды, содержащие чистые субстанции основных противотуберкулезных препаратов в стандартных концентрациях [1]. Ответ о наличии возбудителя и его лекарственной чувствительности при использовании данного метода может быть получен не ранее 8-12 недель [2]. При этом до получения результатов определения лекарственной чувствительности микобактерий туберкулеза больным обычно назначают противотуберкулезные препараты первого ряда (рифампицин и изониазид) в составе I режима химиотерапии, независимо от того, каким по лекарственной чувствительности штаммом они заражены, хотя подбор схемы лечения с учетом характера устойчивости микобактерий туберкулеза в значительной степени определяет ее эффективность [3]. Применение I режима химиотерапии при высоком уровне первичной множественной лекарственной устойчивости микобактерий туберкулеза приводит к индукции лекарственной устойчивости и создает условия для формирования большого контингента хронически больных туберкулезом легких, в том числе с — множественной лекарственной устойчивостью.

Принципиально проблема быстрого обнаружения, идентификации возбудителя туберкулеза и определения его лекарственной чувствительности была решена в результате разработки технологии биологических микрочипов [4].

Идея создания биологического микрочипа возникла в конце 1980-х годов одновременно в Великобритании, Югославии и СССР. В Советском Союзе эти работы были инициированы и проводились в Институте молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН под руководством выдающегося ученого, академика А.Д. Мирзабекова [5]. В 1999 году американская газета «Sunday Times» опубликовала имена 20 ученых, работы которых окажут наибольшее влияние на развитие технологий XXI века. Возглавляя этот список академик РАН А.Д. Мирзабеков — «русский изобретатель первого в мире биочипа, который революционизирует медицинскую диагностику» [6].

Под руководством А.Д. Мирзабекова в лаборатории биочипов Института молекулярной биологии РАН совместно с Московской медицинской академией им. И.М. Сеченова, ЦНИИ туберкулеза РАМН, ГНЦ "Вектор" МЗ РФ были разработаны биочипы для идентификации микобактерии туберкулеза и ее резистентных форм [7] как в культуре, так и в биологических пробах пациентов: «ТБ-БИОЧИП» и «ТБ-БИОЧИП-2».

Биочип «ТБ-БИОЧИП» способен идентифицировать несколько штаммов микобактерии по характерному полиморфизму в гене 16S рРНК и одновременно с достоверностью 98% выявлять мутации во фрагменте гена гроб, который определяет устойчивость микобактерии к рифампицину. Биочип содержит олигонуклеотидные пробы на 30 наиболее распространенных мутаций, обуславливающих резистентность к рифампицину.

Резистентность МБТ к рифампицину чаще всего возникает вследствие появления мутаций в гене гроб, кодирующем β -субъединицу РНК-полимеразы. Несмотря на довольно значительный размер фермента Rpo B – 1172 аминокислоты у МБТ, почти все мутации происходят в сегменте гена гроб, состоящем из 81 основания и кодирующем аминокислоты 507 – 533. Концентрация мутаций, вызывающих устойчивость к рифампицину в этом сегменте, получившем название «участок, определяющий устойчивость к рифампицину» (УОУР), облегчает их выявление молекулярными методами. В 96% случаев у штаммов, резистентных к рифампицину, мутации находятся в УОУР. Большинство мутаций в кодонах 516, 526 и 531 обуславливают устойчивость к рифампицину высокого уровня (минимальная ингибитирующая концентрация (МИК)>32 мкг/мл), однако при некоторых заменах отмечаются более низкие МИК: например, Asp516>Tyr (2 мкг/мл), His526>Leu (8 мкг/мл) и His526>Asn (8 мкг/мл).

Устойчивость МБТ к изониазиду обусловлена мутациями, по меньшей мере, в трех генах: около половины всех устойчивых к препаралту МБТ содержат мутации в гене katG, кодирующем ка-

талаzu-пероксидазу. В результате мутации изменяется кристаллическая структура фермента, что, в свою очередь, ведет к снижению способности каталазы-пероксидазы окислять изониазид, и, как следствие, у МБТ возникает устойчивость к препаратуре. Мутации расположены на всем протяжении гена, наиболее часты замены в кодонах 65, 125, 511, 513, 521 и 617 гена katG;

ген inhA, кодирующий редуктазу белка-переносчика еноилацильного радикала (БПА). Около 20% штаммов возбудителя, устойчивых к изониазиду, содержат мутации в данном гене, и почти все они происходят в области промотора, по всей видимости, увеличивая его экспрессию;

мутации в генах oxyR и ahpC являются компенсаторной реакцией на снижение каталазно-пероксидазной активности, контролируемой генами katG и inhA. Мутации промотора, вызывающие сверхрегуляцию ahpC, были выявлены приблизительно у 10% штаммов возбудителя, устойчивых к изониазиду.

Биочип «ТБ-БИОЧИП» содержит 72 иммобилизованных дискриминирующих зонда, 3 маркерные ячейки для корректного обсчета интенсивности флуоресценции с использованием программного обеспечения и 2 ячейки пустого геля, играющие роль отрицательного контроля. Гелевые ячейки, содержащие олигонуклеотиды, объединены в 21 группу таким образом, чтобы сравнение интенсивности флуоресцентных сигналов ячеек внутри каждой группы позволяло сделать заключение о наличии/отсутствии мутации (минорного полиморфизма), приводящей к замене одного аминокислотного остатка. На чипе также расположены ячейки, содержащие олигонуклеотиды, комплементарные последовательности IS6110, уникальной для *Mycobacterium tuberculosis complex*, что позволяет дифференцировать МБТ от других микобактерий.

Интерпретация результатов гибридизации осуществляется при сравнении интенсивности флуоресцентных сигналов в ячейках, принадлежащих к одной группе. Максимальный флуоресцентный сигнал свидетельствует о наличии совершенного гибридизационного дуплекса.

В настоящее время в России оба набора для диагностики туберкулёза «ТБ-БИОЧИП» и «ТБ-БИОЧИП-2» получили разрешение «Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития» на применение в качестве диагностического средства. «ТБ-БИОЧИП» применяется для выявления МБТ и одновременного определения лекарственной чувствительности МБТ к рифампицину и изониазиду (разрешение от 12 ноября 2004 года) и «ТБ-БИОЧИП-2» используют для определения лекарственной чувствительности к фторхинолонам (разрешение от 8 августа 2006 года).

Анализ биочипов занимает около суток [8, 9], в то время как стандартный микробиологический анализ требует нескольких недель, что совершенно неприемлемо при быстром течении болезни. Метод биочипов прост, сравнительно недорог и ускоряет время проведения анализа от нескольких недель до 1 дня [10, 11]. Метод был апробирован в ряде клиник, головным учреждением является отдел проблем лабораторной диагностики Московского городского научно-практического Центра борьбы с туберкулезом.

Использование тест-систем «ТБ-БИОЧИП» и «ТБ-БИОЧИП-2»:

1. Тест-система «ТБ-БИОЧИП» предназначена для выявления возбудителя туберкулёза в диагностическом материале из органов дыхания человека (мокрота, бронхоальвеолярные смывы, плевральный экссудат) и определения его лекарственной чувствительности к рифампицину и изониазиду методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующей гибридизацией на биологическом микрочипе.

2. Тест-система «ТБ-БИОЧИП-2» предназначена для выявления возбудителя туберкулёза в диагностическом материале из органов дыхания человека (мокрота, бронхоальвеолярные смывы, плевральный экссудат) и определения его лекарственной чувствительности к фторхинолонам методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующей гибридизацией на биологическом микрочипе.

В 2009 году ИННО-центр биотехнологии выполнил работу по заказу Департамента экономического развития по теме ««Исследование инновационного потенциала Брянской области с целью развития трансфера технологий в сфере фундаментальных исследований, биотехнологий», в Брянском государственном университете был создан Центр трансфера технологий. Деятельность Центра направлена на привлечение в Брянскую область инновационных технологий в области медицины, растениеводства, ветеринарной медицины, селекции растений, животноводства.

Поскольку ранняя диагностика методом биочипов таких социально значимых заболеваний как туберкулез и лейкоз детей имеет огромное значение для успешного лечения больных, то нами было предложено внедрение этого метода в Брянской области. На внебюджетные средства БГУ в ИННО-центре биотехнологии был приобретен прибор «Чип-детектор-01» производства ООО «ИМБ-Биочип» стоимостью 980 тыс. руб. Был заключен договор о сотрудничестве с ГУЗ «Брянский областной противотуберкулезный диспансер» и Московским городским научно-практическим центром борьбы с туберкулезом МГНПЦБТ.

Результаты и их обсуждение

Диагностика образцов пациентов ГУЗ БОПТД методом биочипов была проведена в отделе проблем лабораторной диагностики МГНПЦБТ. Каждый пациент обследовался троекратно, на образцах мокроты от 31 пациента отделения №1 БОПТД было проведено 93 анализа с помощью метода

биочипов, определены штаммы микобактерии, лекарственная чувствительность микобактерий туберкулеза к изониазиду и рифампицину.

В данном исследовании были включены больные, у которых микобактерии туберкулеза были выделены методом микроскопии — 23 человека. Эти пациенты составили первую группу (основную). Вторую группу составили больные, у которых микобактерии туберкулеза в мокроте методом микроскопии не обнаружены — 8 человек.

Из 31 обследованного больного мужчин было 24 (77,4%) и 7 женщин (22,6%).

Преобладал инфильтративный — 13 (41,9%), и диссеминированный туберкулез — 11 (35,4%), фиброзно-ковернозный туберкулез обнаружен у 4 (12,7%) больных, казеозная пневмония, цирротический туберкулез, множественные туберкулемы выявлены у 1 больного, соответственно (по 3,2%) (рис.1). Параллельно с экспресс-методом определения лекарственной чувствительности («ТБ-БИОЧИП») бы-

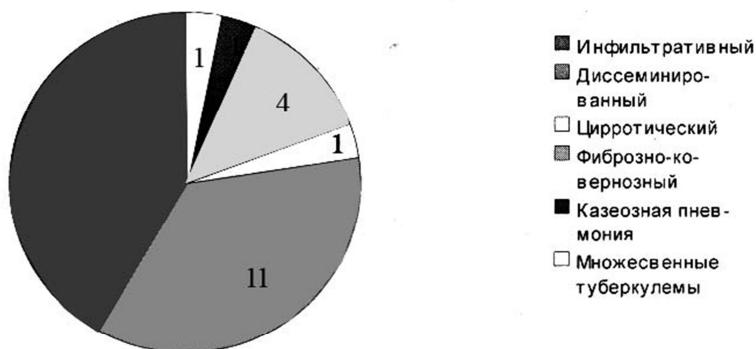


Рис. 1 Характеристика пациентов по клиническим формам туберкулеза.

ла определена лекарственная чувствительность микобактерий туберкулеза культуральным методом абсолютных концентраций. В данное исследование были включены больные, выделявшие микобактерии туберкулеза, устойчивые к изониазиду и рифампицину одновременно, у них определены мутации в генах kat G, inhA, oxy R-aph C, ответственные за устойчивость к изониазиду, а также в гене gro B, ответственным за устойчивость к рифампицину.

На рис. 2 приведены данные по мутациям МБТ, которые определяют устойчивость к разным антибиотикам и их сочетанию.

Лекарственная устойчивость к изониазиду выявлена в 28 пробах в гене kat G, в 11 пробах в гене inh A, мутаций в гене oxy R – ahp C выявлено не было.

Одновременное выявление мутаций в генах kat G и inh A обнаружено в 8 пробах у 3 больных. Всего мутаций в генах kat G выявлено у 13 больных, а в генах inh A у 4 больных. Мутации в гене gro B, ответственным за устойчивость к рифампицину, выявлено в 24 пробах клинического материала, у 9 больных.

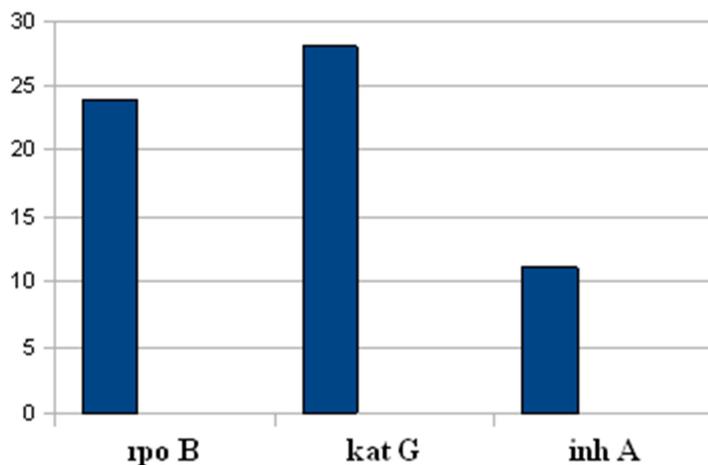


Рис 2. Характеристика мутаций в генах kat G, inh A, oxy R – ahp C и gro B.

Сочетание мутаций в генах gro B, kat G, inh A, ответственные за возникновение множественной лекарственной устойчивости обнаружено в 20 пробах у 9 больных. Сочетание gro B + kat G встречалось в 13 случаях (6 больных), а сочетание gro B + inh A в 3 пробах (1 больной). Сочетание gro B + kat G + inh A в 6 пробах (2 больных).

В таблице 1 приведены сводные результаты обследования больных по типам мутаций:

Таблица 1

Результаты анализа проб больных туберкулезом БОПТБ методом биочипов

№ группы	Типы мутаций				Устойчивость		Кол-во больных
	groB	katG	inhA	oxyRahpC	изониазид	рифамп.	
1	-	-	-	-	-	-	8
2	wt	wt	wt	wt	-	-	9
3	wt	Ser315Thr	T15	wt	+		4
	wt	Ser315Thr	wt	wt	+		
4	His526Cys	Ser315Thr	wt	wt	+	+	8
	Ser531Leu	wt	T15	wt	+	+	
	Asp516Val	Ser315 Thr	wt	wt	+	+	
	Ser531Leu	wt	wt	wt	+	+	
	Ser531Leu	Ser315Thr	wt	wt	+	+	
ИТОГО							29

Отчет о результатах применения метода биочипов для ранней диагностики микобактерии туберкулеза и штаммов МБТ, устойчивых к лекарственным средствам, был подготовлен доктором медицинских наук, заведующим 1-ым терапевтическим отделением ГУЗ «БОПТБ» В.С. Терешинным.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Технология микрочипов для выявления лекарственной устойчивости к рифамицину и изониазиду позволяет своевременно назначать адекватную химиотерапию больным туберкулезом, что приводит к быстрому абсцисливанию, уменьшению сроков стационарного лечения, а в конечном итоге, к значительному экономическому эффекту.

2. Своевременное назначение резервных противотуберкулезных препаратов по эффективности действия сопоставимо с результатами лечения впервые выявленных больных с лекарственно-чувствительным туберкулезом. Своевременное назначение препаратов резервного ряда сокращает сроки абсцисливания мокроты, значительно ускоряет темпы респираторных процессов в легких по сравнению с группой больных, у которых коррекцию лечения производили по результатам метода абсолютных концентраций спустя 2-3 месяца лечения.

3. Совпадение результатов молекулярно-генетического и классического бактериологического методов составляет 95,3% случаев.

4. С помощью микрочиповой технологии удается выявить 80-85% всех случаев наличия множественной лекарственной устойчивости микобактерий туберкулеза у обследуемых больных туберкулезом в течение 2 суток, что соответствует данным, полученным в нашем исследовании.

5. Метод «ТБ-БИОЧИП» перспективен для определения чувствительности микобактерий туберкулеза к противотуберкулезным препаратам, поскольку имеет следующие важные преимущества перед другими методами определения МБТ:

сроки определения чувствительности – 1 сутки;

возможность анализа ДНК микобактерий туберкулеза, выделенной из любого биологического материала при поступлении пациента в диспансер;

высокая специфичность;

высокая чувствительность анализа.

Эти преимущества делают тест-систему «ТБ-БИОЧИП» крайне необходимой для применения в Брянском противотуберкулезном диспансере. Вместе с тем, следует отметить высокую стоимость проведения анализа, поскольку при 3-кратной повторности затраты на одно обследование составят около 3.5-4 тысяч рублей. Однако средства, съэкономленные при лечении одного больного, позволяют получить экономию в десятки тысяч рублей на каждом больном, которому своевременно назначили правильное медикаментозное лечение. Внедрение метода биочип-диагностики в лечебных учреждениях Брянской области экспресс-диагностики возбудителя туберкулеза поможет не только сократить сроки излечивания больных и уменьшить средства, затрачиваемые на лечение одного больного, но и уменьшить количество больных по области в целом.

Работа проводилась при поддержке грантов: ФЦП № 02.740.11.0285, АВЦП № 2.1.1/224.

The biochip method has been used to diagnosticate of the tuberculosis mycobacteria forms and their drug resistance. Samples of the Bryansk region TB dispensary patients were analysed in the Moscow developmental tuberculosis centre. The biochip method specified by high productivity and sensibility takes 1-2 workdays for results. Results are in agreement in early microbiologic investigations and used for antituberculosis strategy.

The key words: biochips, bionanotechnology, tuberculosis, diagnostic, drug resistance.

Список литературы

- 1 Козулицина Т.И. Микробиологические исследования / В руководстве для врачей: Туберкулез органов дыхания. М., 1981. с.136-149.
- 2 Иртуганова О. А., Смирнова Н. С., Слогоцкая Л. В. и др. Бактериологические методы определения лекарственной устойчивости микобактерий туберкулёза // В сб.: Туберкулёт сегодня: проблемы и перспективы. М. 2000. С. 73-75.
- 3 Барилло В.Н. с соавт. Ускоренное определение чувствительности *Micobacterium tuberculosis* к основным противотуберкулезным препаратам в системе Bactec MGIT 960 и на «ТБ-БИОЧИП»// Туберкулез и болезни легких.2009. №11. с. 56-60.
- 4 Кузьмин А. В., Васильева И. А., Черноусова Л. Н. Эффективность химиотерапии деструктивного туберкулёза лёгких, основанной на результатах экспресс-детекции лекарственной чувствительности к изониазиду и рифампицину тест-системой «ТБ-Биочип» // Пробл. туб. 2006. № 8. с. 17-23
- 5 Мирзабеков А., Прокопенко Д., Чечеткин В. Применение матричных биочипов с иммобилизованной ДНК в биологии и медицине// В сб.: Информационные медико-биологические технологии, под общ. ред. В.А. Княжева, К.В. Судакова, (2002) стр. 166-197. Изд. Дом ГЭОТАР-МЕД, Москва.
- 6 Mirzabekov, A. DNA sequencing by hybridization- a megasequencing method and a diagnostic tool? // Trends in Biotechnology ,1994, 12, 27-32.
- 7 О.И. Скотникова, А.С. Заседателев, В.М. Михайлович, А. Ю., Соболев, Д. А. Грядунов, Е. Л. Исаева, С.А. Лапа. Методы для идентификации мутаций // Под редакцией В.И.Литвинова, А.М.Мороза. Глава в монографии «Лабораторная диагностика туберкулеза», МНПЦБТ, 2002,стр. 91-115.
- 8 Мороз А.М., Носова Е.Ю., Галкина К.Ю., Краснова М.А., Букатин А.А. Определение лекарственной чувствительности *Micobacterium tuberculosis* с помощью биочипов./Методические рекомендации №42. М. 2008. с. 3-12.
- 9 Исакова Ж.Т. “Практическое значение тест-системы «ТБ-Биочип» в экспресс-идентификации штаммов *M.tuberculosis* с множественной лекарственной устойчивостью”. "Клин. лаб. диагностика", 2009, № 2, с. 50 - 51.
- 10 Под ред. Перельмана М.И. Фтизиатрия: национальное руководство. М.: ГЭОТАР - МЕДИА, 2007. с. 153-180.
- 11 Скотникова О.И., Носова Е.Ю., Бадлеева М.В., Дорожкова И.Р., Мороз А.М. Новые технологии определения лекарственной чувствительности // Пробл.туберкулеза. – 2004. - № 6. - с.15-18.

Об авторах

Смазнова И.А. – Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

Терешин В.С. – ГУЗ «Брянский областной противотуберкулезный диспансер», г. Брянск

Полозов А.И. – ГУЗ «Брянский областной противотуберкулезный диспансер», г. Брянск

Гаврилюк С.В. – ГУЗ «Брянский областной противотуберкулезный диспансер», г. Брянск

Заякин В.В. – Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

Мороз А.М. – Московский городской научно-практический Центр борьбы с туберкулезом

Нам И.Я. – Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, iyanam1@yandex.ru

УДК – 631.48

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕЛИ SRTM (SHUTTLE RADAR SATELLITE MISSION) В АНАЛИЗЕ РЕЛЬЕФА КАК ФАКТОРА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА)

Л.А. Соколов, Г.В. Лобанов, А.В. Полякова

Работа посвящена вопросу изучения взаимосвязи рельефа, почвообразующих и подстилающих горных пород и почв. На основании детального анализа топографической основы части территории Брянского лесного массива средствами программы Mapinfo 9.0 построена оригинальная электронная цифровая модель рельефа (ЦМР) в системе 3D. Рассматривается возможность использования ЦМР средствами программ Global Mapper 11.0, CorelDraw для анализа влияния рельефа на пространственное распределение свойств почв, почвообразующих и подстилающих горных пород.

Ключевые слова: рельеф, горные породы, почвы, модель, профиль

Развитие технологий пространственного анализа привело к выделению в почвоведении особой группы методов – цифрового почвенного картографирования и моделирования [14]. Теоретической основой в обоих случаях является математико-картографическое моделирование, базовой технологией – геоинформационные системы. Методы взаимно дополняют друг друга в отношении целей и результатов использования и различаются аспектами применения. В первом, используются возможностями картографического представления пространственно координированной информации о типах и свойствах, находящейся в цифровом виде. Во втором – на основании пространственных отношений объектов моделируются изменения свойств и типов почв при реализации некоторого сценария. Пространственным объектом в геоинформатике считается цифровое представление некоторого объекта реальности. Состояние пространственного объекта описывается зависимостью от ряда параметров, сценарий изменения которых во времени используется как основа прогноза и ретроспективного анализа развития почвенного покрова. Начиная от работ В.В. Докучаева [2], определяющими группами почвообразующих условий и факторов полагают особенности рельефа, климата, почвообразующих пород, деятельности организмов, антропогенного воздействия и возраст почвы. Предложены разнообразные подходы к формальному описанию отношений почвообразующих факторов, подробный обзор которых представлен в работе McBratney [19]. Тип и свойства почвы территории полагаются связанными функциональными или эмпирическими зависимостями от некоторых известных параметров или степенью пространственной близости к изученному ранее участку. Пространственный масштаб проявления зависимостей остается неоднозначно решаемой задачей. Свойства почв удовлетворительно экстраполируются данными с нескольких ключевых точек в пределах площади до 100 га [28]. Возможность распространения локальных закономерностей на соседние участки или территории большей площади некоторыми авторами признается ограниченной из-за нелинейного и неоднозначного характера зависимостей свойств почвы от состояния почвообразующих факторов [17]. Другие авторы полагают, что распространение закономерностей допустимо на территории-аналоги в отношении почвообразующих факторов, причём предсказательная сила модели уменьшается с удалением от исходного участка [11].

Пространственное и временное разрешение цифровых почвенных моделей существенно отличается в зависимости от целей исследования. McBratney[18] объединил модели с разным пространственным разрешением в 5 групп: менее 25×25 м, 25–100 м, 100–1000 м, 1–10 км и более 10 км, охватывающие территорию соответственно от десятых долей гектара до миллионов квадратных километров. Для разных уровней разрешения известны варианты моделирования типов почв [12], содержания органического вещества [23], физико-механических и физико-химических характеристик [9, 10], эрозионной устойчивости.

Среди почвообразующих условий и факторов параметры рельефа признаются одним из наиболее перспективных для моделирования свойств почв [13]. Согласно результатам исследований Томсона [28] на 3-х модельных участках (Кентукки) в 28–67 % случаев свойства почв имеют существенную корреляционную связь с параметрами рельефа. Характер и теснота связи свойств почвы с отдельными параметрами рельефа имеют, по-видимому, локальную специфику. Главными источниками информации о рельефе в современных почвенных исследованиях являются цифровые модели рельефа (ЦМР), которые представляют матрицы аппликат, чаще всего высот местности, или совокупность записей об изолиниях. В визуализации ЦМР определяются задачами исследования и могут быть представлены картами изолиний, поверхностями, 3-х мерными моделями рельефа [1]. По исходной матрице высот на основании подходов математико-картографического моделирования рассчитываются производные цифровые модели как совокупности записей о морфометрических и морфологических характеристиках рельефа, в частности экспозиции, уклоне, форме склона. Алгоритмы перехода к производным характеристикам, разработаны и апробированы в 80-х годах XX века [3]. Актуальной задачей остается обеспечение точности производных характеристик при использовании их в цифровом моделировании почв, особенно для территорий со значительной пестротой почвенного покрова. Адекватность моделирования рельефа повышается с увеличением горизонтального и вертикального пространственного разрешения цифровых моделей, что подтверждается проверкой параметров инструментальными методами. Разрешение ЦМР полагается критическим фактором в пространственном моделировании компонентов ландшафта, в том числе почвенного покрова [28]. Установлены зависимости расчетных параметров рельефа от разрешения модели. Для горизонтального разрешения зависимость проявляется однозначно – с уменьшением его величины крутые склоны «выполаживаются», крутизна пологих возрастает, ландшафт приобретает смягченные очертания [15]. Для вертикального разрешения установлена более сложная зависимость. Повышение точности моделирования возможно при пропорциональном увеличении горизонтального и вертикального разрешения, иначе проявляются обратные эффекты [27]. Необходимость увеличения разрешения ЦМР для задач моделирования почв не является, по-видимому, однозначной. Степень корреляционной зависимости характеристик почвенного покрова (мощности почвенного профиля или гумусового горизонта) и некоторых морфометрических характеристик рельефа для случаев относительно однообразного почвен-

ного покрова остается близкой для ЦМР разного пространственного разрешения.

В представленных материалах на уровне качественного анализа рассматривается возможность использования ЦМР для анализа влияния рельефа на пространственное распределение свойств почв в пределах Брянского лесного массива, занимающего Придеснинскую аллювиально-зандровую равнину [6].

В геоморфологическом отношении территории представляет фрагмент ступенчатой аллювиально-зандровой равнины, связанную с Деснинским прогибом [5]. Общий уклон местности направлен от Среднерусской возвышенности на запад к современной долине Десны. Ступени рельефа образованы речными террасами, которых на участке южная граница области – устье р. Болва выделяется четыре [6]. Наиболее высокое гипсометрическое положение занимает 4-я цокольная терраса. Абсолютные отметки поверхности террасы и относительная высота цоколя увеличиваются: от 180–195 м в северной части территории до 195–205 м в южной и соответственно от 50–60 до 80 м. Особенностью террасы является сложность её геологического строения. Цоколь образуют коренные породы, которые выше сменяются аллювиальными отложениями мощностью от 3 до 12 м. С поверхности терраса сложена лессовидными и делювиальными суглинками среднего и позднего плейстоцена. Наиболее вероятно, что аллювиальные отложения террасы сформированы в эпоху максимальной дегляциации днепровского ледника и имеют озерно-аллювиальный генезис. Третья цокольная терраса более выдержана по высоте поверхности – 175–180 м. Цоколь образован коренными породами, которые перекрыты последовательно вверх аллювиальными разнозернистыми песками, глинами и алевритами днепровского возраста. Последовательность пород отражает смену фаций от русловой к пойменной и озерной. С поверхности терраса перекрыта лессовидными суглинками верхнего плейстоцена. Поверхность второй цокольной надпойменной террасы находится на высоте 25 м над меженным урезом Десны. Мощность аллювиального чехла – 8–12 м, относительная высота цоколя – до 5 м. Аллювиальная толща сложена разнозернистыми песками московского возраста. Мощность аллювия существенно изменяется от 1–3 до 30 м. Поверхность террасы осложнена дюнами, переход к 3-й террасе плавный. Первая надпойменная терраса аккумулятивная, цоколь на 2–3 м ниже уровня реки. Аллювиальная толща представлена разнозернистыми песками московского возраста. Поверхность террасы всхолмлена.

Модельным участком выбрана часть территории учебно-опытного лесхоза Брянской государственной инженерно-технологической академии площадью около 30 км² (рис. 1). Выбор участка обоснован хорошей изученностью геоморфологического строения и почвенного покрова. В геоморфологическом отношении территории разделяется на 2 элемента: это фрагменты 3-й террасы р. Десна и долины р. Снежеть, представленной 1-ой надпойменной и пойменной террасой. Терраса р. Десна является здесь водоразделом бассейнов притоков Десны Снежети и Свени. Абсолютная высота территории снижается от поверхности террасы Десны (180–190 м) к долине Снежети со средним падением 8,5 м/км в субмеридиональном направлении и 8,0 м/км в субширотном. Рельеф поверхности водораздела и частично террас осложнён дюнами с относительной высотой до 5 м, сформировавшимися в поздневалдайскую эпоху. Почвенный покров, вследствие сложившихся здесь особенностей, отличается разнообразием и пестротой. В пределах территории выделяется 50 почвенных разностей, относящимся к дерновым, подзолистым, дерново-подзолистым, перегнойно-глеевым и торфянкам верхового и низинного. Площадь отдельных участков, занятых почвенными разностями изменяется в пределах от 0,01 до 0,5 км².

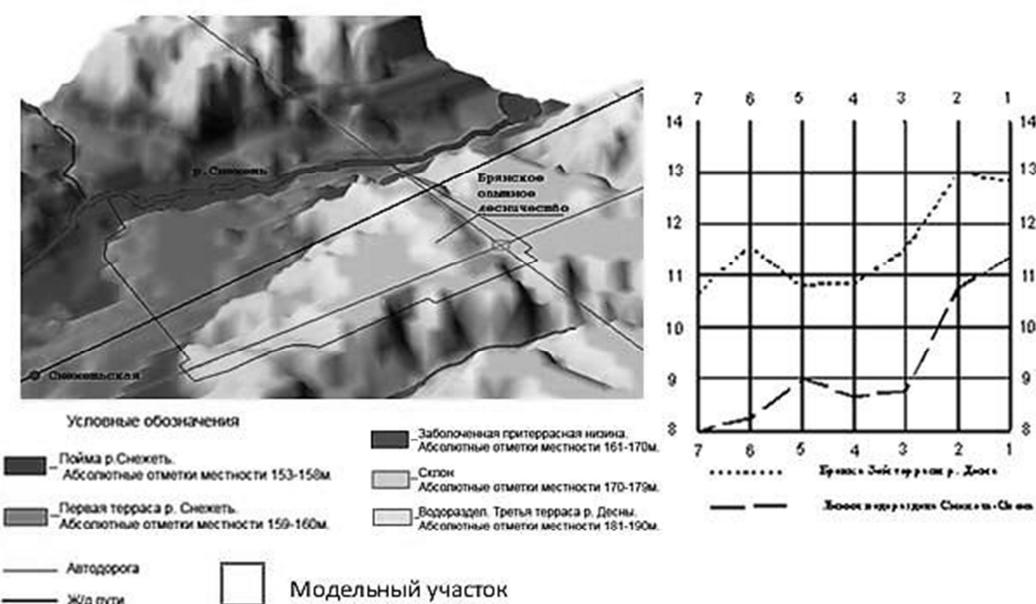


Рисунок 1 – Электронная 3d модель Брянского опытного лесничества с прилагаемой к ней схемой модельного участка (выделен полигон проведения топографических профилей (14 линий))

Предложен вариант использования цифровой модели SRTM. Модель SRTM (Shuttle Radar Satellite Mission) – цифровая модель рельефа поверхности Земли, полученная в результате работы системы 2-х интерферометров, установленных на борту шаттла Эндерсон (полет 11–20 февраля 2000 г.) Rabus et al. Модель получила признание как средство построения цифровых топографических карт, изучения геологического строения поверхности, оценки биомассы сообществ [25]. Средняя горизонтальная и вертикальная точность передачи поверхности Земли для 90 % измерений оценивается соответственно ± 20 м и ± 16 м [21]. Эмпирически подтверждена зависимость величины ошибки от характера рельефа поверхности и особенностей растительности. Ошибка возрастает для местностей с расчлененным рельефом. Валидация SRTM проведенная на двух ключевых участках в Южной Германии – бассейн р. Траун (Баварские Альпы) с горным расчлененным рельефом и возвышенная равнина Тertiari (район Мюнхена) показала величину ошибки от более 10 м в первом случае и менее 1 м во втором. Величина ошибки зависит в свою очередь от крутизны и уклона поверхности [18]. Ошибки из-за влияния растительности нарастают на лесных участках, что создает определенные сложности в работе с такими территориями [21].

Нами использована версия модели SRTM 3.0 (ссылка на сайт NASA). Обработка модели выполнена программными средствами Global Mapper 11.0 для фрагмента N53E034 в проекции Гаусса-Крюгера (зона 6). С помощью команды «3D-Path Profile» выполнено построение 14 топографических профилей центральной части модельного участка по регулярной ортогонально ориентированной сетке с шагом 500 м (рис.2). Линии профиля проведены, исходя из принципа представления главных элементов рельефа и почвенных разностей участка. Профили 1–5 ориентированы поперек линии водораздела Снежеть-Свень, захватывают склоны южной экспозиции, обращенные к долине Свени и северной экспозиции, обращенные к долине Снежети. Профили 6–7 пересекают только склоны в бассейне Снежети. Профили 8–10 пересекают поверхность водораздела Снежеть-Свень вдоль простирания и захватывают верховья долин притоков этих рек. Профили 11–14 пересекают 1-ую надпойменную террасу р. Снежеть и 3-ю террасу Десны вдоль их простирания. Длина линии профиля составляет 3000 м. Адекватность полученных профилей оценивалась по топографическим картам масштаба 1:25000. Обнаружено общее для всех профилей превышение значений абсолютной высоты, полученной из модели SRTM в сравнении с данными топографической карты. По-видимому, ошибки связаны с влиянием на данные SRTM древесной растительности, которой покрыта территория модельного участка. Вместе с тем расхождения в пространственном положении основных элементов и линий рельефа: водоразделов, тальвегов, бровок склонов находятся в допустимых пределах для решения поставленной задачи. Сопоставление в пространстве границ элементов рельефа и почвенных разностей решалось средствами программы MapInfo 9.0. Оцифрованный почвенный план модельного участка привязывали к системе координат в проекции Гаусса-Крюгера (зона 6). В связи с разнообразием и пестротой почвенного покрова линия профиля трассировалась вручную. Данные о границах почвенных разностей в пределах профиля помещали в отдельную таблицу. Наложение профилей выполняли средствами программы CorelDraw.

Профиль 1. Пересекает 3-ю террасу Десны и 1-ю террасу Снежети. Строение водораздела Снежеть-Свень на линии профиля асимметрично – южный склон более пологий с выровненными площадками. Поверхность водораздела осложнена дюнными всхолмлениями. Границы почвенных разностей в основном плохо согласуются с элементами рельефа.

Профиль 2. Пересекает водораздел Снежеть-Свень в его выровненной части. Разница относительных высот не превышает 5 м. На сравнительно плоской поверхности выделено 5 разновидностей почв.

Профиль 3. Пересекает всхолмленный участок водораздела Снежеть-Свень и участок террасы р. Снежеть. Границы почвенных разностей и элементов рельефа относительно независимы в пространстве. Границы одной разности, например, включают целиком крупную дюну длиной около 800 м и относительной высотой до 8 м.

Профиль 4. На большей части представляет склоновую поверхность северной экспозиции с чередованием с чередованием участков разной крутизны. Отмечается увеличение разнообразия почв на относительно крутых участках и снижение на относительно пологих.

Профиль 5. Пересекает плоский участок водораздела Снежеть-Свень и надпойменную террасу р. Снежеть. Участки высокого разнообразия почвенного покрова отмечены как на склонах разной крутизны, так и на выровненной поверхности 3-ей террасы.

Профили 6–7. Пересекают всхолмленные фрагменты 3-ей террасы Десны и надпойменной 1-ой террасы Снежети. Разнообразие почв в целом увеличивается на участках с пересеченным рельефом, но эта закономерность не является строгой. При общей схожести облика рельефа линия профиля 6 пересекает 16 почвенных разностей, линия профиля 7–11 почвенной разностей.

Профиль 8. Пересекает всхолмленный участок 3-ей террасы Десны вдоль линии водораздела Снежеть-Свень и верховья долин притоков этих рек. Разнообразие почв в целом увеличивается на крутых участках склонов, верховьях дюн и уменьшается к плоским участкам водораздела. В то же время, при большей крутизне на склоне восточной экспозиции долины притока Свени выделяется одна почвенная разность, на противоположном более пологом, западном – 4 почвенных разности.

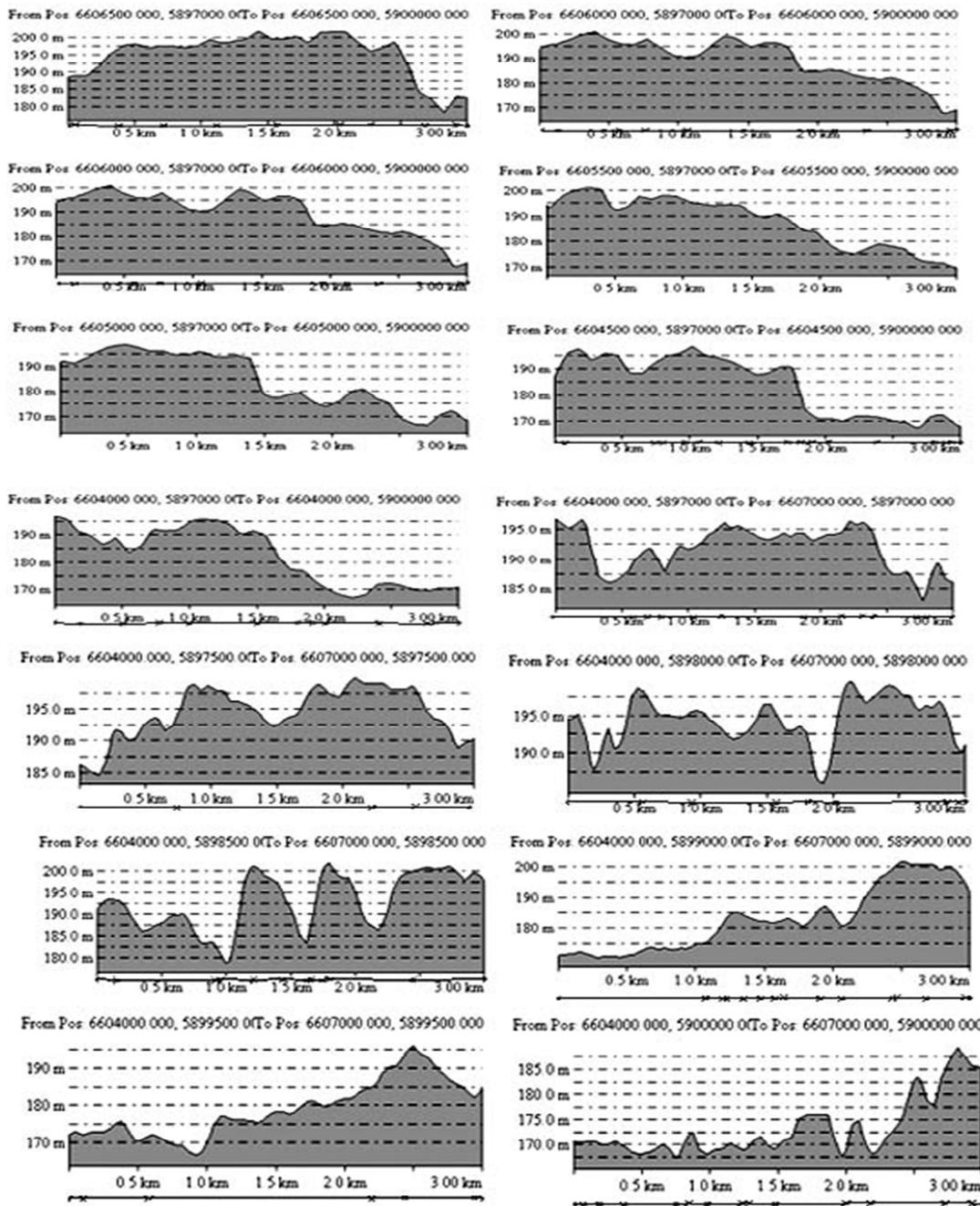


Рисунок 2 – Топографические профили модельного участка. Профили 1–14

Профиль 9. По облику рельефа схож с профилем 8, но отличается невысоким разнообразием почвенных тел. На линии выделяется всего 4 почвенных разности.

Профиль 10. Пересекает покатую поверхность 3-ей террасы, осложнённую верховьями балок открывающимися в долину р. Снежеть. Границы почвенных разностей совпадают в пространстве с элементами балочного рельефа, но мало согласуются с элементами поверхности террасы.

Профиль 11. Пересекает изрезанную бровку 3-ей террасы. Разнообразие почв увеличивается на участках пересеченного рельефа и сравнительно мало изменяется вдоль простирания поверхности собственно террасы.

Профиль 12. Пересекает вдоль простирания участок террасы р. Снежеть и террасы р. Десна границы геоморфологических элементов резкие. Максимальное разнообразие почв отмечается на площадке

надпойменной террасы Снежети, что, в общем, мало объяснимо характером рельефа поверхности.

Профиль 13. Линия следует в основном вдоль надпойменной террасы р. Снежеть. Разнообразие почв невысокое, профиль пересекает границы только 6 почвенных разностей, тогда как только на участке пересечения линией профиля 12 террасы Снежети выделено 8 почвенных разностей.

Профиль 14. Характер рельефа в целом схож с профилем 13, но отличается существенно большим разнообразием. Линия пересекает границы 14 почвенных разностей.

Визуальный анализ профилей показывает, что разнообразие почв в целом возрастает с увеличением густоты расчлененности рельефа, но закономерность не является строгой. На разнообразие почвенного покрова оказывают влияние по-видимому иные факторы, связанные с особенностями геологического строения, увлажненности территории и разнообразие растительных ценозов.

Based on detailed analysis of the topographic base of the territory of the Bryansk forest resources program Mapinfo 9.0 An original electronic digital elevation model (DEM) in the 3D. Means the program Global Mapper. II.i CorelDraw within the model area, build four topographic profiles to identify the dependence of soil cover medley of terrain features.

The key words: terrain, rocks, soil, model profiles.

Список литературы

1. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. М.: ГИС-ассоциация, 1999. 204 с.
2. Докучаев В.В. Избранные труды / под. Ред. академика Б.Б. Попынова. М.: Изд-во Академии наук, 1949. 644 с
3. Коэ Л., Тикунов В.С., Торп Л. Алгоритмизация создания карт углов наклона // Вестник МГУ. Серия Географическая, 1981. №2 . С. 52–61.
4. Почвенный план опытного лесничества учебно-опытного лесхоза Брянского технологического института Брянской области. Устройство 1975. Масштаб 1:10000.
5. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный федеральный округ. Брянская область / Администрация Брянской обл.; под ред. Н.Г. Рыбальского, Е.Д. Самотесова, А.Г. Митюкова. М.: НИИ-Природа, 2007.
6. Миллер Н.С. Геоморфологическое строение Брянской области. Смоленск: НГПИ, 1971. Т. 6. С. 62–74.
7. Соколов Л.А., М.В. Стефуришин Прочвенно-геологические исследования в Брянском опытом лесничестве: к 90-летию образования // Почвоведение, 1997. №5. С. 647–652.
8. Физико-географическое районирование Нечерноземного центра. / Под ред. Гвоздецкого Н.А., Жучковой В.К. М.: МГУ, 1963. 451 с.
9. Baker. L. Development of class pedotransfer functions of soil water retention – a refinement. // Geoderma, 2008. V. 144, P. 225–230.
10. Borůvka, L., Mladkova, L., Penížek, V., Drabek, O., Vasat, R. Forest soil acidification assessment using principal component analysis and geostatistics // Geoderma, 2007 V. 140, P. 374–382.
11. Chaplot, V., Walter, C., Curmi, P Testing quantitative soil–landscape models for predicting the soil hydromorphic index at a regional scale // Soil Sci. V. 168, P 445–454.
12. Du, C., Linker, R., Shaviv, A. Identification of agricultural soils using mid-infrared photoacoustic spectroscopy // Geoderma. 2008. V.143 P. 85–90.
13. Florinsky, I.V., Eilers, R.G., Manning, G.R., Fuller, L.G., 2002. Prediction of soil properties by digital terrain modeling // Environmental Modeling Software, 2002. V. 17, P. 295–311.
14. Grunwald S. Multi-criteria characterization of recent digital soil mapping and modeling approaches// Geoderma, 2009. V. 152. P. 195–207.
15. Gyasi-Agyei, Y., Willgoose, G., de Troch, F.P., 1995. Effects of vertical resolution and map scale of digital elevation models on geomorphological parameters used in hydrology. In: Kalma.
16. J.D., Sivapalan, M. _Eds., Scale Issues in Hydrological Modeling. Wiley, New York, pp. 121–140.
17. Lagacherie P., Voltz, M. Predicting soil properties over a region using sample information from a mapped reference area and digital elevation data: a conditional probability approach. // Geoderma, 2000. V. 97. P. 187–208.
18. Ludwig R., Schneider P. Validation of digital elevation models from SRTM X-SAR for applications in hydrologic modeling // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2006. V. 60. P. 339–358.
19. McBratney A.B., Mendonca Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma, 2003. V. 117. P. 3–52.
20. McBratney, A.B., Odeh, I.O.A., Bishop, T.F.A., Dunbar, M.S., Shatar. T.M., 2000. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. Geoderma 97, 293–327.
21. Rabus, B., Eineder, M., Roth, A., Bamler, R. The shuttle radar topography mission — a new class

- of digital elevation models acquired by spaceborne radar // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2006. V. 57 (4), P. 241–262.
22. Schob A., Schmidt J, Tenholtern R. Derivation of site-related measures to minimise soil erosion on the watershed scale in the Saxonian loess belt using the model EROSION 3D // Catena, 2006. V. 68. P. 153–160.
 23. Schulp, C.J.E., Veldkamp, A. Long-term landscape–land use interactions as explaining factor for soil organic matter variability in Dutch agricultural landscapes // Geoderma, 2008. V. 146, P. 457–465.
 24. Sommer M., Gerke H.H., Deumlich D. Modelling soil landscape genesis – A «time split» approach for hummocky agricultural landscapes // Geoderma, 2008. V. 145. P. 480–493.
 25. Sun G., Ranson K.J., Kharuk V.I. , Kovacs K. Validation of surface height from shuttle radar topography mission using shuttle laser altimeter // Remote Sensing of Environment, 2003. Vol. 88 P. 401–411.
 26. Thompson J.A., Bell J. C., Butler C.A. Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modeling // Geoderma, 2001. V. 100. P. 67–89.
 27. Thompson, J.A., Kolka, R.K. Soil carbon storage estimation in a central hardwood forest watershed using quantitative soil–landscape modeling. // Soil Sci. Soc. Am. J, 2005. V. 69. P. 1086–1093.
 28. Thompson J. A., Pena-Yewtukhiw E. M., Grove J. H. Soil–landscape modeling across a physiographic region: Topographic patterns and model transportability // Geoderma, 2006. V. 133. P. 57–70.
 29. Сайт: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/

Об авторах

Соколов Л.А. – доктор наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Лобанов Г.В. – кандидат географических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г.Петровского

Полякова А.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 612.261

ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Е.Н. Стратиенко

Исследованные соединения с высокой актопротекторной активностью оказывают различное влияние на функциональное состояние центральной нервной системы по тесту условнооборонительного рефлекса избегания и по тесту гексеналового сна.

Ключевые слова: актопротектор, функция, рефлекс, 3-оксипиридин, витамин, антиоксидант

Введение

Лекарственные средства оказывают неоднозначное влияние на функциональное состояние ЦНС. Нейролептики и транквилизаторы угнетают, а психомоторные стимуляторы возбуждают ЦНС, что приводит к повышению умственной и физической работоспособности, уменьшению усталости и сонливости [1,8,10]. Однако большие дозы психостимуляторов могут привести к истощению нервных клеток, что снижает дееспособность человека и животных [2,9,11]. Установлено, что новые химические вещества из группы производных 3-оксипиридина под шифрами СК-119, СК-132 и ВК-221 и группы физиологически совместимых антиоксидантов под шифрами π Q-461 и π Q-519 оказывают выраженное актопротекторное действие в широком диапазоне доз в обычных и осложненных условиях [5,6]. Эти положительные эффекты значительно превосходят таковые у общеизвестных актопротекторов бемитила и бромантана [2,5,6]. Упомянутые выше соединения представляют интерес для дальнейшего всестороннего исследования в качестве потенциальных актопротекторов и возможного их внедрения в клинику. Поэтому важно исследовать другие их фармакологические свойства. Сказанное определяет необходимость выяснения влияния избранных производных 3-оксипиридина и физиологически совместимых антиоксидантов с выраженной актопротекторной активностью на ЦНС. В доступной нам литературе таких сведений нет. Результаты этих опытов расширят имеющиеся сведения о фармакологических свойствах и показаниях к применению исследуемых соединений, позволят выявить возможные побочные эффекты и определить противопоказания для их применения, а также судить о возможном механизме актопротекторного действия.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач были проведены опыты, в которых в сравнительном аспекте изучали химические вещества с выраженным акторотекторным свойствами из группы производных 3-оксипиридинина под шифрами СК-119, СК-132 и ВК-221 (синтезированные Л.Д. Смирновым и В.И. Кузьминым в отделе химии НИИ фармакологии РАМН) и группы физиологически совместимых антиоксидантов под шифрами π Q-461 и π Q-519 (синтезированные Э.А. Парфеновым в опытно-наработочной лаборатории НИИ экспериментальной диагностики и терапии опухолей Российского онкологического научного центра РАМН).

Химические соединения растворяли в дистиллированной воде в концентрации 0,1-1% и вводили внутривенно за 1 час до начала опыта. В исследовании использованы дозы, занимающие среднее положение в ряду доз стимулирующего физическую работоспособность эффекта. Такая доза: для СК-119 равна 100 мг/кг; СК-132, ВК-221, π Q-461 и π Q-519 – 25 мг/кг. Животным контрольных групп тем же путем и в тот же срок вводили равный объем дистиллированной воды.

Исследования на животных проводились в соответствии со статьей 11-й Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1964), Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (1985) и Правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003). Опыты проведены на белых беспородных мышах-самцах массой 20-22 г и белых беспородных крысах-самцах массой 180-200 г. В контрольную и подопытную группы подбирали животных одинаковой массы.

Влияние исследованных соединений на функционирование ЦНС изучали по тестам условно-оборонительного рефлекса избегания у крыс и продолжительности гексеналового сна у мышей.

Условнооборонительный рефлекс избегания у крыс изучали по методике В. Knoll, J. Knoll [12], подробно описанной в работе Б.И. Любимова [4] и Г.В. Грищенко [3]. У животных в стеклянной камере с электродным полом вырабатывали условный рефлекс на звонок. С этой целью крысу помещали на электродный пол камеры. Через 1-2 минуты одновременно на электродный пол камеры подавали электрический ток (100 В) и включали звонок. Когда крыса прыгала на площадку камеры без тока, ток от электродного пола и звонка отключали. Затем делали перерыв на 3-5 минут. Если крыса в течение 10 секунд не прыгала на площадку без тока, то ток и звонок отключали и это учитывали как отсутствие условной реакции. С каждой крысой ежедневно в течение 15 дней делали по 5 сеансов. В опыт брали крыс, у которых был выработан прочный оборонительный рефлекс и латентное время составляло не более 3 секунд. Учитывали положительную реакцию и латентное время рефлекса на условный раздражитель.

Продолжительность гексеналового сна мышей определяли после введения под кожу спины 0,6% раствора гексенала в дозе 60 мг/кг [7]. Началом наркотического сна считали переход животного в боковое положение, пробуждение – выход из бокового положения или появление болевой чувствительности даже при отсутствии у животных способности двигаться.

Статистическую обработку цифровых данных опытов осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования

При изучении влияния химических веществ по тесту условнооборонительного рефлекса избегания у крыс учитывали положительную реакцию и латентное время рефлекса на условный раздражитель (табл. 1).

У животных контрольной группы положительная реакция на условный раздражитель (звонок) отмечалась в 100% случаев, а латентное время условнооборонительного рефлекса равнялось $1,8 \pm 0,21$ сек. Введение испытанных химических соединений не влияло на ответную реакцию крыс на условный раздражитель в виде звонка, но изменяло латентное время рефлекса. Так, латентное время рефлекса у подопытных крыс, которым вводили СК-119 и π Q-519, уменьшалось на одинаковую величину и было на 33% меньше, чем в контроле. Другими словами, крысы этих групп быстрее реагировали на звонок переходом с электродного пола на площадку без электрического тока. Латентное время рефлекса у крыс после введения СК-132 и ВК-221 также было меньше, чем в контроле (на 28 и 13%), но больше, чем при введении СК-119 и СК-132. Соединение под шифрами π Q-461 не оказывало влияния на латентное время рефлекса.

Таблица 1.

Влияние новых производных 3-оксипиридинина (СК-119, СК-132, ВК-221), физиологически совместимых антиоксидантов (π Q-461 и π Q-519) на условнооборонительный рефлекс избегания у крыс

Шифр химического соединения	Доза, мг/кг	Число крыс	Положительная реакция		Латентное время рефлекса		
			число крыс	%	сек	%	P
Контроль	–	10	10	100	$1,8 \pm 0,21$	100	–
СК-119	100	10	10	100	$1,2 \pm 0,11$	67	0,02

СК-132	25	10	10	100	$1,3 \pm 0,11$	72	0,05
ВК-221	25	10	10	100	$1,4 \pm 0,11$	83	0,05
$\pi Q\text{-}461$	25	10	10	100	$1,7 \pm 0,11$	94	0,5
$\pi Q\text{-}519$	25	10	10	100	$1,2 \pm 0,11$	67	0,02

Сопоставляя результаты опытов по влиянию соединений с выраженной актопротекторной активностью на условнооборонительный рефлекс избегания у крыс, можно сказать об отсутствии зависимости между широтой действующих доз по тесту бега мышей в третбане в обычных условиях и величиной латентного времени условно-оборонительного рефлекса избегания у крыс. Но имеется обратная зависимость при сравнении широты действующих доз по тесту плавания мышей в бассейне и величиной латентного времени рефлекса. Широта эффективных доз по тесту плавания мышей в бассейне в обычных условиях при введении СК-119, СК-132, ВК-221 и $\pi Q\text{-}519$ была больше, а величина латентного времени рефлекса у крыс меньше. Соединение $\pi Q\text{-}461$, обладающее небольшой широтой актопротекторных доз по тесту плавания мышей в бассейне, не изменяло латентное время рефлекса у крыс.

Следовательно, в наших опытах исследованные соединения с высокой актопротекторной активностью оказывали различное влияние на функциональное состояние ЦНС по тесту условнооборонительного рефлекса избегания у крыс. Соединение под шифрами $\pi Q\text{-}461$ не влияло, а соединения СК-119, СК-132, ВК-221 и $\pi Q\text{-}519$ улучшали этот показатель. Последнее, по-видимому, является положительным моментом для принятия необходимого решения в условиях чрезвычайной ситуации.

Экспериментальное изучение химических соединений по тесту гексеналового сна показало следующие экспериментальные данные. Как видно из табл. 2, продолжительность гексеналового сна у мышей контрольных групп колебалась в пределах от $44 \pm 4,4$ до $46 \pm 3,9$ мин.

Таблица 2.

Влияние новых производных 3-оксиридиана (СК-119, СК-132, ВК-221), физиологически совместимых антиоксидантов ($\pi Q\text{-}461$ и $\pi Q\text{-}519$) на продолжительность гексеналового сна мышей

Шифр химического соединения	Доза, мг/кг	Продолжительность сна		
		мин	%	P
Контроль	—	$44 \pm 4,4$	100	—
СК-119	100	$30 \pm 1,5$	68	0,01
СК-132	25	$41 \pm 3,0$	93	0,5
ВК-221	25	$50 \pm 6,4$	114	0,5
Контроль	—	$46 \pm 3,9$	100	—
$\pi Q\text{-}461$	25	$31 \pm 0,8$	67	0,01
$\pi Q\text{-}519$	25	$31 \pm 1,9$	67	0,01

Исследованные химические соединения оказывали различное влияние на продолжительность гексеналового сна у мышей. При введении производного 3-оксиридиана СК-119 и физиологически совместимых антиоксидантов $\pi Q\text{-}461$ и $\pi Q\text{-}519$ продолжительность гексеналового сна мышей уменьшилась на 32, 33 и 33% соответственно. Другие исследованные соединения (СК-132, ВК-221) в условиях опыта не влияли на продолжительность гексеналового сна.

Материалы результаты опытов с гексеналовой пробой дают основание допустить, что СК-119, $\pi Q\text{-}461$ и $\pi Q\text{-}519$ оказывают возбуждающее влияние на ЦНС.

Выводы

Таким образом, результаты проведенных опытов позволяют сказать, что исследованные соединения из группы производных 3-оксиридиана под шифрами СК-119, СК-132, ВК-221 и из группы физиологических антиоксидантов под шифрами $\pi Q\text{-}461$ и $\pi Q\text{-}519$, обладающие выраженной актопротекторной активностью по тестам бега в третбане и плавания в бассейне обладают определенными фармакологическими свойствами, которые проявляются изменением показателей, связанных с функционированием ЦНС. Эти фармакологические эффекты зависят от химического соединения. Так, СК-119, СК-132 и $\pi Q\text{-}519$ сокращают латентное время условнооборонительного рефлекса у крыс, что свидетельствует в пользу их активирующего влияния на ЦНС животных. Для СК-119 и $\pi Q\text{-}519$ аналогичный эффект подтверждается в teste гексеналового сна у мышей.

Полученные данные позволяют рекомендовать исследованные химические вещества для дальнейшей разработки в качестве лекарственных средств, повышающих физическую работоспособность.

The investigated compounds with high actoprotector activity have different influence on the functional state of the central nervous system by the test conditioned defensive reflex avoidance and the test geksenal sleep.

The key words: actoprotector, function, reflex, 3-oxyuridin, vitamin, antioxidant

Список литературы

1. Блошинский И.А., Киселев А.Ф., Максименко В.Н. и др. О психофизиологических показателях в оценке работоспособности, утомления и переутомления моряков // Воен.-мед. журн. 2002. № 10. С.58-65.
2. Васильев П.В., Глод Г.Д., Сытник С.И. Фармакологические средства стимуляции работоспособности летного состава при напряженной деятельности. // Военно-медицинский журнал. 1992. №8. С. 45-47.
3. Грищенко Г.В. О фармакологических свойствах некоторых новых солей гамма-оксимасляной кислоты: Дис. ... канд. мед. наук. М., 1988. 172 с.
4. Любимов Б.И. Особенности экспериментальной оценки психофармакологических средств: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1973. 24 с.
5. Самойлов Н.Н., Комарова С.В., Стратиенко Е.Н. и др. Поиск средств фармакологической коррекции физической работоспособности в экстремальных условиях // Сб. научн. трудов «Брянскому государственному педагогическому университету имени академика И.Г.Петровского 70 лет». Брянск, 2000. С.160-164.
6. Самойлов Н.Н., Парфенов Э.А., Яснецов В.В. и др. Поиск корректоров физической работоспособности среди новых антиоксидантов // Тез. докл. IX Российского национального конгресса «Человек и лекарство». М., 2002. С.690.
7. Саноцкий И.В. (ред.). Методы определителя токсичности и опасности химических веществ. М., 1970. 264 с.
8. Хоменко М.Н., Вартбаронов Р.А., Бухтияров И.В. Медицинское обеспечение и психофизиологическая подготовка летчиков к полетам на высокоманевренных самолетах // Воен.-мед. журн. 2000. № 8. С. 56-61.
9. Фесюк А.Ф. Фармакологическая коррекция работоспособности после воздействия фосфогликозидных соединений и гипобарической гипоксии: Дис. канд. мед. наук. М., 1990. 112 с.
10. Энциклопедия лекарств. Регистр лекарственных средств России. М., 2001. 1504 с.
11. Яснецов В.В., Шашков В.С. Нейрохимические и фармакотерапевтические аспекты болезни движения. М., 1993. 164 с.
12. Knoll B., Knoll J. Methode zur Untersuchung der spezifisch Wirkung von des Centralnervensystem // Arzheimittel-Forsch. 1959. Bd. 10. S. 633.

Об авторе

Стратиенко Е. Н. – доктор медицинских наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности,. stratienko@list.ru

УДК – 629.11.012.325.5.001.57

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ВЗАЙМОДЕЙСТВИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО КОЛЕСА С ДЕФОРМИРУЕМЫМ ГРУНТОМ

С.С. Сухов, В.В. Лазарев, В.И. Растворяев

Используя метод итерации и применение ЭВМ, разработана методика экологической оценки процесса взаимодействия пневматического колеса с деформируемым грунтом с учетом комплексного влияния параметров грунта, давления воздуха в шине, её конструктивных и геометрических размеров, заданных ГОСТом.

Ключевые слова: параметры грунта, радиус, высота, ширина профиля, радиальная деформация шины, давление воздуха в шине, нагрузка на плоскую и криволинейную зоны контакта колеса с грунтом.

Многоцелевые и грузовые автомобили и шасси повышенной проходимости оказывают на природу и человека наиболее массированное воздействие, поскольку именно они выполняют основные транспортные и технологические операции на полях, в лесах, на многочисленных грунтовых дорогах и в условиях бездорожья.

Обычно такие автотранспортные средства (АТС) образуют на деформируемых грунтах колею глубиной 0,1 – 0,15 м, но иногда на грунтах с низкой несущей способностью 0,3 – 0,4 м. Но так как толщина почвенного слоя составляет тоже 0,3-0,4 м, а почвенный слой редко углубляется более чем на 0,3 м, то очевидно, что при этом колеса не только затрагивают, а и разрушают самые ценные слои земельных угодий, непосредственно обеспечивающих урожайность.

В результате в отдельных случаях жизнь в такой колее не возрождается десятки лет [1].

В настоящей статье представлены результаты разработки расчетной схемы и методики расчета, которые позволяют сделать экологическую оценку процесса взаимодействия пневматического колеса с деформируемым грунтом.

Для достижения этой цели предлагается использовать метод итерации и применение ЭВМ

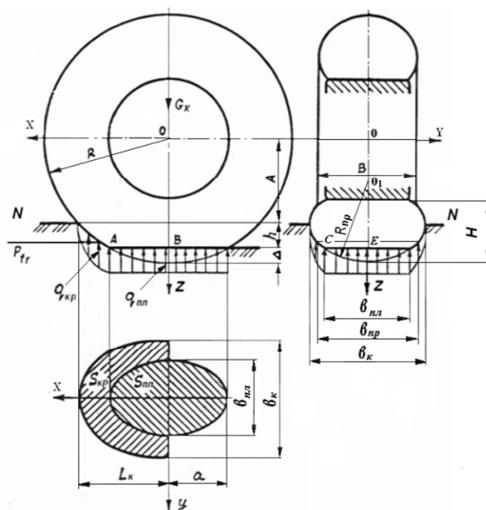
Расчетная схема процесса взаимодействия колеса с грунтом, в которой, как это предложено целым рядом исследователей выделяются две характерные зоны контакта колеса с грунтом – плоская и криволинейная (рис. 1).

При этом приняты следующие допущения.

1) Площадь S_{nl} плоской зоны контакта колеса с грунтом представлена в виде эллипса с полуосами « a » и $\frac{b_{nl}}{2}$, где b_{nl} - ширина плоской зоны контакта колеса с грунтом. Из треугольников AOB и COE следует (см. рис. 1):

$$AB = a = \sqrt{2R\Delta - \Delta^2}, \quad CE = \frac{b_{nl}}{2} = \sqrt{2R_{np}\Delta - \Delta^2},$$

где R - свободный радиус колеса; R_{np} - радиус протектора шины;



Δ - радиальная деформация шины в плоской зоне контакта колеса с грунтом.

Рис. 1. Расчетная схема процесса взаимодействия пневматического колеса с деформируемым грунтом

Поскольку для реальных соотношений величин R , R_{np} и Δ у существующих шин произведение $2R_{np}\Delta$, а тем более $2R\Delta >> \Delta^2$, то с погрешностью расчета не более 1-2% величину Δ^2 из под знака радикала можно исключить, что позволяет значительно упростить вывод расчетных зависимостей. При этом рассматриваются два случая.

- Случай А, когда прогиб Δ шины не превышает максимальный прогиб ее протектора ($\Delta_{max} \approx \frac{b_{np}^2}{8R_{np}}$). В этом случае $b_{nl} = 2\sqrt{2R_{np}\Delta}$.
- Случай Б, когда прогиб $\Delta > \Delta_{max}$. В этом случае принимается, что b_{nl} ширина плоской зоны имеет предельную величину равную ширине b_{np} протектора.

Условно принимается, что плоская зона контакта колеса с грунтом по отношению к колесу является твердой опорной поверхностью. При таком допущении значение Δ , на основании зависимости для определения радиальной деформации пневматического колеса при его качении по твердой опорной поверхности, полученной в работе [1], представим, как это предложено в работе [1], в следующем виде

$$\Delta = \frac{K_z \sqrt{G_{nl}}}{P_a + P_w}, \quad (1)$$

где $K_z = \frac{(r_{oh} - r_{ct})(P_a + P_w)10^5}{\sqrt{G_{kh}}}$ - константа шины, отражающая влияние жесткости её резино-кордной оболочки на величину Δ ; r_{oh} – свободный радиус шины; r_{ct} – статический радиус колеса при

номинальном давлении P_{wh} воздуха в шине и нормальной нагрузки G_{kh} на колесо; G_{nl} - нормальная нагрузка на плоскую зону контакта колеса с грунтом; P_a - атмосферное давление; P_w - избыточное давление воздуха в шине.

2) Среднее давление q_{kp} в криволинейной зоне контакта колеса с грунтом, как это предложено в работе [1], принимается равным среднему давлению q в плоской зоне, соответствующему глубине погружения колеса на две третьих глубины h колеи. При этом условии значение радиальной деформации шины в криволинейной зоне контакта колеса с грунтом можно представить в виде следующей зависимости

$$\Delta_{kp} = \frac{k_z \sqrt{G_{kp}}}{P_a + P_w}, \quad (2)$$

где G_{kp} - нормальная нагрузка колеса в криволинейной зоне его контакта с грунтом.

Геометрическую форму и размеры проекции площади S_{kp} контакта на горизонтальную плоскость $N-N$ представим в виде полуразности между площадью эллипса с полуосами L_κ и $\frac{b_\kappa}{2}$ и эллипса плоской зоны контакта колеса с грунтом, где L_κ и b_κ – соответственно длина (длина полуходорды окружности с радиусом R) и ширина контакта колеса с грунтом на поверхности колеи в криволинейной зоне (см. рис. 1).

Для определения значений L_κ и b_κ воспользуемся зависимостями полученными на основе обработки экспериментальных данных в работе [2], которые, с учетом принятых выше допущений, представим в следующем виде

$$L_\kappa = \sqrt{2R(h' + \Delta_{kp}) - (h' + \Delta_{kp})^2}, \quad (3)$$

$$b_\kappa = b_{np} + \frac{10(B + \Delta_{kp} - b_{np})h'}{H - \Delta_{kp} + 10h'}, \quad (4)$$

где B и H – соответственно ширина и высота профиля шины; $h' = \frac{2}{3}h$ – глубина колеи в криволинейной зоне контакта колеса с грунтом.

5) Значение площади проекции криволинейной зоны контакта колеса с грунтом на плоскость ZOY, величиной которой необходимо располагать при определении силы P_{f_T} сопротивления грунта качению колеса, представлено в виде прямоугольника с высотой равной глубине h колеи и шириной b [2].

$$b = b_{np} + \frac{2}{3}(b_\kappa - b_{np}) \quad (5)$$

В соответствии с принятыми допущениями нормальные нагрузки на плоскую зону G_{nl} и криволинейную G_{kp} зоны контакта колеса с грунтом можно представить в следующем виде.

Для случая А:

$$G_{nl} = S_{nl} \cdot q = 2\pi\Delta \cdot \sqrt{R \cdot R_{np}} \cdot q; \quad (6)$$

$$G_{kp} = S_{kp} \cdot q_{kp} = \frac{\pi}{2} \left(L_\kappa \frac{b_\kappa}{2} - 2\Delta \sqrt{RR_{np}} \right) q_{kp}. \quad (7)$$

Для случая Б:

$$G_{nl} = \frac{\pi \cdot b_{np}}{2} \cdot \sqrt{2R\Delta} \cdot q; \quad (8)$$

$$G_{kp} = \frac{\pi}{4} \left(L_\kappa \cdot b_\kappa - b_{np} \sqrt{2R\Delta} \right) q_{kp}, \quad (9)$$

Решая зависимости (6) и (8) совместно с зависимостью (2) после преобразований получим:

$$- \text{для случая А: } \Delta = \frac{2\pi K_z^2 \cdot \sqrt{RR_{np}}}{(P_a + P_w)^2} \cdot q; \quad (10)$$

- для случая Б:

$$\Delta = \sqrt[3]{2R \left(\frac{k_z}{P_a + P_w} \right)^4 \cdot \left(\frac{\pi \cdot b_{np}}{2} \right)^2 \cdot q^2}. \quad (11)$$

На основании полученных выше результатов уравнения равновесия вертикальных сил, действующих на колесо при его качении по грунту без учета силы $\frac{G_k}{g} \cdot \ddot{Z}$, можно представить в следующем виде:

- для случая А

$$G_k - 2\pi\Delta\sqrt{RR_{np}} \cdot q - \frac{\pi}{2} \left(L_k \frac{b_k}{2} - 2\Delta\sqrt{RR_{np}} \right) \cdot q_{kp} = 0 \quad (12)$$

- для случая Б

$$G_k - \frac{\pi \cdot b_{np}}{2} \sqrt{2R\Delta} \cdot q - \frac{\pi}{4} \left(L_k b_k - b_{np} \sqrt{2R\Delta} \right) \cdot q_{kp} = 0, \quad (13)$$

Каждое из уравнений (9) и (10) содержит четыре неизвестных: Δ , q , q_{kp} и h . Поскольку их значения взаимосвязаны, то решения этих уравнений можно выполнить, используя метод итерации и применение ЭВМ.

Для достижения этой цели, задавшись шагом счета глубины h колеи, приняв, например, $\Delta h = 0,001 \text{ м}$, каждый цикл счета на ЭВМ следует выполнять в следующей последовательности:

$$1) q = \varphi(h). \quad 2) q = \varphi\left(\frac{2}{3}h\right). \quad 3) \zeta = \left(\frac{q_{kp}}{q}\right).$$

4) $\Delta = \varphi(q)$. Если $\Delta \leq \Delta_{\max} = \frac{b_{np}}{8R_{np}}$, то значения Δ определяются по зависимости (10), если иначе, то по зависимости (11).

$$5) a = \sqrt{2R\Delta}. \quad 6) b_{nl} = 2\sqrt{2R_{np}\Delta}.$$

$$7) S_{nl} = \pi \cdot a \cdot \frac{b_{nl}}{2}, \text{ если } b_{nl} \leq b_{np}. \text{ Иначе:}$$

$$S_{nl} = \pi \cdot a \cdot \frac{b_{np}}{2}.$$

$$8) G_{nl} = S_{nl} \cdot q. \quad 9) \Delta_{kp} = \frac{K_z \cdot \sqrt{G_k - G_{nl}}}{P_a + P_w}.$$

$$10) h' = \frac{2}{3}h. \quad 11) L_k = \sqrt{2R(h' + \Delta_{kp}) - (h' + \Delta_{kp})^2}.$$

$$12) b_k = b_{np} + \frac{10(B + \Delta_{kp} - b_{np}) \cdot h'}{H - \Delta_{kp} + 10h'}.$$

$$13) S_{kp} = \frac{\pi}{2} \left(L_k \cdot \frac{b_k}{2} \right) - \frac{S_{nl}}{2}.$$

$$14) G_{kp} = q_{kp} \cdot S_{kp}. \quad 15) G_k = G_{nl} + G_{kp}.$$

$$16) h = \varphi(q). \quad 17) P_{fT} = \varphi(h).$$

Расчет ведется до тех пор, пока не будет соблюдаться следующее равенство $G_k = (G_{nl} + G_{kp}) \pm \Delta G_{nl}$, где ΔG_{nl} - величина нормальной нагрузки колеса на грунт, соответствующая принятой величине Δh . Выполнение этого равенства свидетельствует о справедливости полученных результатов.

В качестве примера такого расчета определим значения q , q_{kp} , G_{nl} , G_{kp} , h и P_{fT} при качении колеса с нормальной нагрузкой 12860 Н по суглинистой пахоте при давлении воздуха в шине 12.00-18 равном $1.4 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

За исходное уравнение для выполнения такого расчета пример, например, широко известную степенную зависимость Винклера-Герстнера-Бернштейна $q = ch^{\mu}$, где c и μ – параметры грунта.

Представим зависимость (12) в следующем виде $q = c \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\mu}$, где h_0 – базовая деформация грунта,

равная 0,01 м, что позволяет при расчете параметров рассматриваемого процесса в системе СИ, использовать безразмерную величину μ , полученную экспериментально при размерности q , равной кгс/см².

Исходные данные для расчета: $B = 0,327$ м; $H = 0,313$ м; $R = 0,542$ м; $\sigma_{np} = 0,254$ м; $K_Z = 0,119$ мН^{0,5}/м. Параметры грунта, полученные экспериментально: $C = 27000$ Н/м²; $\mu = 0,75$ [6].

Полученные результаты $q = 128400$ Н/м²; $\sigma_{kp} \approx 6150$ Н/м²; $G_{nl} = 6650$ Н; $G_{kp} = 6150$ Н; $P_{fr} = 1300$ Н; $h \approx 0,08$ м.(экспериментальное значение h)

Предлагаемая методика расчета позволяет, используя метод итерации и применение ЭВМ, провести аналитический анализ процесса взаимодействия пневматического колеса с деформируемым грунтом с учетом комплексного влияния параметров грунта, давления воздуха в шине, жесткости её резинокордной оболочки и геометрических размеров, заданных ГОСТом.

Для достижения этой цели методика расчета позволяет использовать практически любую известную зависимость между напряжением и деформацией грунта.

Using iteration method and computing, there has been developed an ecological evaluation of the process of tire and deformable soil interaction methodology, considering the complex influence of the soil parameters, air pressure in the tire, its design and geometrical sizes, set by the state standard.

The key words: soil parameters; radius, height, width of the wheel profile; radial deformation of tire, air pressure in tire, flat and curvilinear bands of soil wheel contact loading.

Список литературы

1. Агейкин Я.С. Вездеходные колёсные и комбинированные движители/ Я.С.Агейкин. М.: Машиностроение, 1972. 184 с.
2. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей/ Я.С.Агейкин. М.: Машиностроение, 1981. 232 с.
3. Аксенов, П.В. Многоосные автомобили: Теория общих конструктивных решений. / П.В. Аксенов. М.: Машиностроение, 1980. 308 с.
4. Тракторы: теория. Учебник для студентов вузов по спец. «Автомобили и тракторы» / В.В.Гуськов, Н.Н. Веляев, Ю.Е. Атаманов и др. Под общ. ред. В.В.Гуськова. М.: Машиностроение, 1988. 376 с.
5. Лазарев В.В. Анализ процесса колеообразования при качении пневматического колеса по деформируемому грунту / В.В.Лазарев, С.С. Синицын // Изв. вузов. М.: Машиностроение, 1983. С. 84-87.
6. Петрушов В.А. Мощностной баланс автомобиля/ В.А. Петрушов, В.В.Московкин, А.Н. Евграфов: под общ. ред. В.А. Петрушова. М.: Машиностроение, 1984. 159 с.

Об авторах

Сухов С. С. – кандидат технических наук Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, bgd_cc@bk.ru

Лазарев В.В. – кандидат технических наук, доцент Брянской государственной инженерно-технологической академии, eco-centr@online.bryansk.ru

Растягаев В. И. – кандидат технических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК – 631.459.22

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Хорина

В статье кратко описывается методика среднемасштабного картографирования (районирования) эрозионной устойчивости пахотных земель и приводятся результаты количественной оценки данного показателя для территории Брянской области. Для изучаемой территории описывается территориальная специфика эрозионной устойчивости пахотных земель и анализируется её взаимосвязь с важнейшими факторами, влияющими на её значения.

Ключевые слова: эрозия, эрозионная устойчивость, крутизна склонов, сопротивление почв размыву, категория впитывания почв.

Разработка почвозащитных и водоохранных мер в Брянской области на стадии схем и проектов в прошлом столетии проводилась преимущественно на основе сведений о количестве эродированных земель и качественной оценке самих эрозионных явлений с привлечением информации косвенного характера. С разработкой в последнее время количественных моделей эрозии появилась возможность районировать территорию не только по факторным характеристикам эрозионных процессов, но и по территориальной специфике самого географического явления – современной эрозии почв. Т. е. актуальной является разработка новой схемы эрозионного районирования, основанной на количественных (инженерных) методах.

С этой целью эффективно может быть использована модель эрозионной устойчивости Г. В. Бастракова. Данная модель представляет надёжную количественную основу почвозащитного землеустройства и земледелия [1]. Помимо этого она отличается практичностью в создании информационной базы исходных параметров, благодаря наличию в технической документации проектно-изыскательского предприятия ОАО «Брянскземпроект» необходимого объёма статистического и картографического материала.

Формула для расчёта эрозионной устойчивости пашни, находящейся в условиях чистого пара, имеет вид:

$$P = R/9810h(\sin \alpha)^m S_y \psi \lambda,$$

где P – эрозионная устойчивость склонов и склоновых земель (безразмерная величина);

R – сопротивление почв размыву, Н;

h – среднегодовой слой активного поверхностного склонового стока, м;

α – крутизна поверхности, град;

S_y – расчётная площадь водосбора, m^2 ;

ψ – коэффициент, учитывающий влияние формы профиля склона;

λ – коэффициент, учитывающий влияние экспозиции склона [1].

Вычисленное по данной формуле средневзвешенное значение эрозионной устойчивости для всей пашни области составляет около 0,6 и является достаточно высоким. Как известно среди семнадцати областей ЦФО Брянская область является одной из самых благополучных в отношении эрозии почв. По проценту эродированных земель в общей площади обрабатываемых земель (7%) она занимает 15 место, опережая только Ярославскую (6,6%) и Тверскую (5,1) области (табл. 1).

Таблица 1
Эродированные и эрозионноопасные земли ЦФО на 1995 г. (Литвин, 2002)

	Области	Площадь обрабатываемых земель, тыс. га	Эрозионноопасные земли, %	Эродированные земли, %
1	Белгородская	1682,4	40,0	40,6
2	Брянская	1340,5	36,8	7,0
3	Владimirская	672,0	47,4	27,0
4	Воронежская	3194,7	16,4	17,6
5	Ивановская	646,2	66,1	17,4
6	Калужская	1030,1	73,9	12,2
7	Костромская	728,7	44,2	29,2
8	Курская	1993,7	34,2	22,6
9	Липецкая	1670,1	22,2	12,3
10	Московская	1214,9	58,2	12,9
11	Орловская	1679,8	39,7	39,7
12	Рязанская	1865,2	26,9	33,1
13	Смоленская	1566,0	69,1	8,4
14	Тамбовская	2290,6	2,7	7,3
15	Тверская	1583,7	59,2	5,1
16	Тульская	1580,7	51,8	24,3
17	Ярославская	807,5	38,3	6,6

Однако в пределах самой Брянской области, благодаря неоднородности природных условий и в первую очередь рельефа, распределение пахотных земель по значениям эрозионной устойчивости очень неравномерно.

Вычисленные средние значения P пахотных склонов в области варьируют от 0,1 до 2,5. Минимальные значения эрозионной устойчивости (0,10-0,11) отмечены нами в клх. «Мечты Ильича» (ТОО «Колос»), клх. им. «Кирова» (ТОО им Кирова) Брасовского района, свх. «Дроновский» Карабчевского района. Данные хозяйства располагаются на западных отрогах Среднерусской возвышенности, являющимися наиболее возвышенными участками области. Максимальные значения эрозионной устойчивости пахотных земель (более 2,0) отмечаются в свх. «Десна» (ТОО «Десна»), свх. «Уручье» (ксп. «Уручье, ксп. «Сосновоболотское») Выгоничского района, занимающих промежуточный относительно пониженный участок между Трубчевской и Брянской возвышенностями.

Коэффициент вариации вычисленных значений Р составляет около 57 %, что свидетельствует о сильной количественной неоднородности совокупности (известно, что совокупность считается количественно однородной, если коэффициент вариации не превышает 33%).

Представление о территориальном размещении пахотных земель различной степени эрозионной опасности в пределах Брянской области даёт картограмма на рис. 1. Для её составления все хозяйства области были объединены нами в три группы: со средними значениями эрозионной устойчивости пахотных угодий менее 0,2; 0,2-0,3; 0,3 и более. Величина 0,3 является критической. Это минимальное значение, которому соответствуют несмытые почвы, т. е. склоны с величиной эрозионной устойчивости 0,3 и более являются практически неэрэозионноопасными. Смыт почвы здесь не бывает существенным и полностью компенсируется почвообразовательным процессом. Поэтому величина Р = 0,3 не только переходная между относительно устойчивыми и неустойчивыми склонами, но и представляет собой допустимое значение эрозионной устойчивости. Использование склоновых земель при Р < 0,3 неизбежно связано с потерей почвенного плодородия, с деформацией почвенного профиля и самих склонов [1]. Пахотные склоны со значениями 0,2-0,3 и менее 0,2 являются соответственно слабо- и среднеэрэозионноопасными.

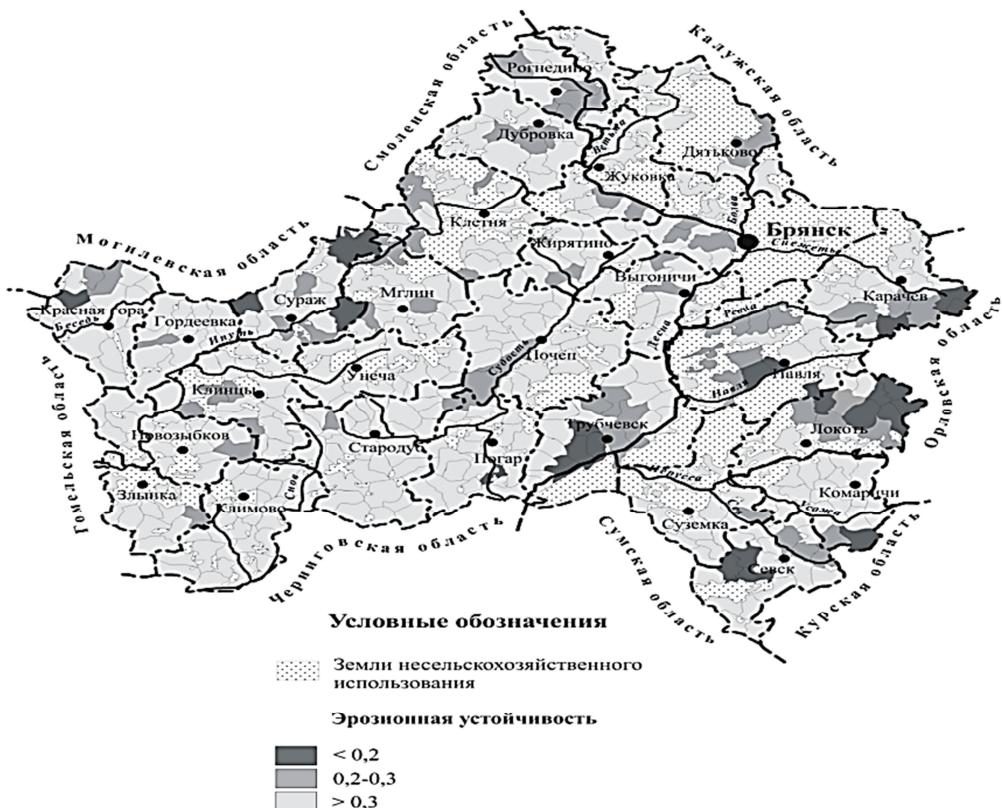


Рис. 1 Эрозионная устойчивость пахотных земель Брянской области

Как видим наибольшей долей (около 83 % площади пашни) обладают пахотные земли со средними значениями Р более 0,3, располагающиеся преимущественно на неэрэозионноопасных склонах. Средние значения Р от 0,2 до 0,3 характерны для 15 % площади пашни, менее 0,2 – для 3 %. Т. е. около 18 % общей площади пахотных угодий области обладает средними значениями эрозионной устойчивости менее 0,3.

Доля хозяйств, пашня которых располагается преимущественно на эрозионноопасных склонах и обладает значениями Р менее 0,3, составляет приблизительно 15% от их общего числа. Данные хозяйства сконцентрированы достаточно большими группами в восточной и юго-восточной частях области на западных отрогах Среднерусской возвышенности, а также в пределах островной Трубчевской возвышенности на правобережье р. Десны. На этих территориях размещается большая часть самой эрозионноопасной в области пашни со средними значениями эрозионной устойчивости менее 0,2. Небольшими группами хозяйства с пониженными значениями Р располагаются на Рогнединской и Дубровской возвышенностях. На остальной территории области они встречаются преимущественно по отдельности.

География эрозионной устойчивости пахотных земель области демонстрирует её значительную зависимость от крутизны склонов (рис. 2). Все пахотные территории со значениями эрозионной устойчивости менее 0,3 обладают средневзвешенной по площади крутизной более 1° . Величина крутизны пахотных склонов в 1° фактически является в Брянской области пороговой для возникновения смыва.

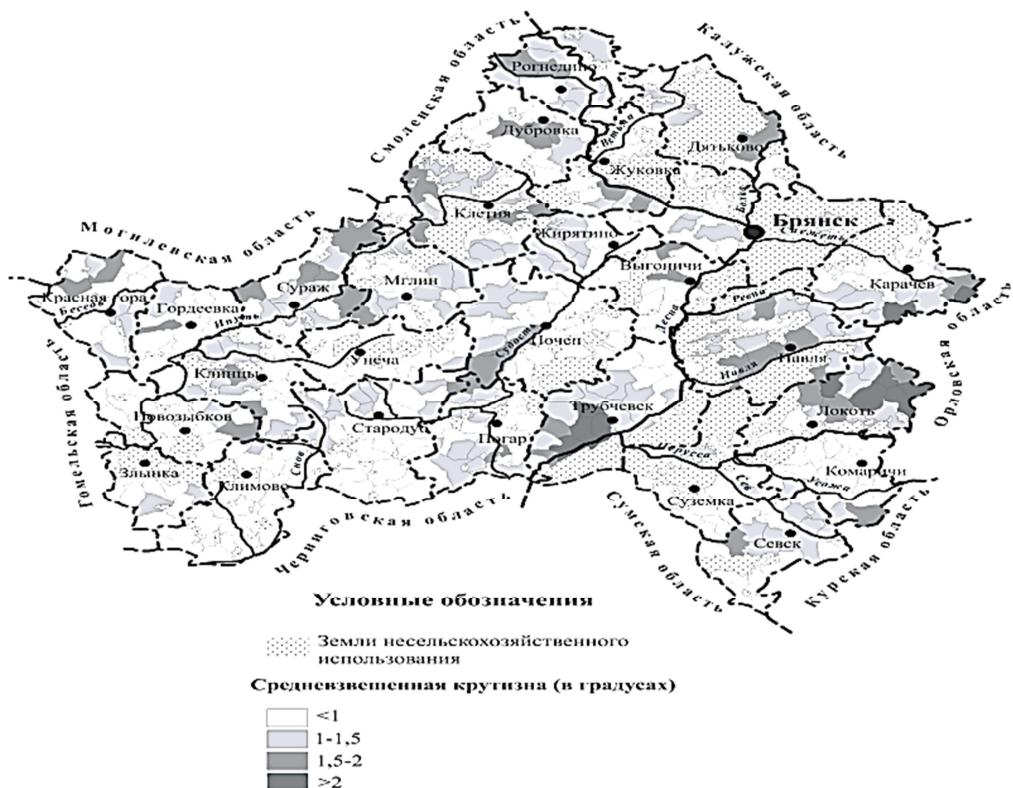


Рис. 2 Средневзвешенная по площади крутизна поверхности пахотных земель Брянской области

Однако не все пахотные территории с повышенными для области средневзвешенными значениями крутизны более 1° являются эрозионноопасными и обладают эрозионной устойчивостью менее 0,3. На некоторых из них значения Р увеличиваются преимущественно за счёт повышенных значений сопротивления размыву (например, в Карабевском, Брасовском, Погарском, Жирятинском районе и др.) и категории впитывания (в Суражском, Клинцовском районах).

Таким образом, впервые применённая в масштабе области методика анализа эрозионной устойчивости позволила дать объективную территориальную оценку эрозионного потенциала пахотных земель Брянской области. Составленная схема районирования эрозионной устойчивости пахотных угодий может быть эффективно использована для определения состава и объёмов противоэрзионных мер на стадии генеральной схемы. Рациональная организация землепользования в пределах каждой категории эрозионной устойчивости должна отличаться специфическим комплексом мероприятий, учитывающим конкретные местные условия [1].

In article the technique of mesoscale mapping (division into districts) of erosive stability of arable lands is short described and results of the made quantitative estimation of the given indicator for territory of the Bryansk region are resulted. For studied territory territorial specificity of erosive stability of arable lands is described and its interrelation with the major factors influencing its values is analyzed.

The key words: erosion, erosive stability, a steepness of slopes, resistance of soils to washout, a category of absorption of soils.

Список литературы

1. Бастрakov Г.В. Эрозионная устойчивость рельефа и противоэрзионная защита земель / Г.В. Бастрakov. Брянск: Издательство БГПИ, 1993. 260с.
2. Литвин, Л. Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России / Л. Ф. Литвин. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 255 с.

Об авторе

Хорина Е.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, khorina@list.ru

ОНКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ РАДИОАКТИВНО-ХИМИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

К.В. Чусовитина

В статье рассматриваются онкологические заболевания, вызванные радиоактивно-химическим загрязнением территории Брянской области. Дается анализ и оценка заболеваемости населения Брянской области, проживающего в районах с разной плотностью радиоактивно-химического загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: онкология, заболевания, радиация, загрязнение.

После аварии на ЧАЭС прошло почти 25 лет. За это время были выявлены значительные медицинские последствия для здоровья вовлеченных в нее людей. Проведение массовой диспансеризации населения, позволили выявить болезни, связанные с радиационным облучением химическим загрязнением окружающей среды: новообразования (рост числа раков щитовидной железы у детей, катаракты и лейкозы у участников ликвидации последствий аварии и др.), возможный рост сердечнососудистых заболеваний и прочее.

Цель исследования – анализ и оценка заболеваемости населения Брянской области, проживающего в районах с разной плотностью радиоактивно-химического загрязнения окружающей среды.

Методические приемы исследования включали сбор и математико-статистическую обработку материалов по заболеваемости населения, геоинформационно-карографические методы. Заболевания исследовались по базам данных лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Брянской области» и Управления Роспотребнадзора по Брянской области.

Проблема заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований – одна из наиболее актуальных в современной медицине. Она затрагивает интересы всего человечества. Примерно 20 % всех смертных случаев в мире происходит от раковых болезней. Признаки лейкемии, вызванной ионизирующими излучением, обнаруживается через 3–7 лет после облучения. Другие виды раковых болезней развиваются более длительное время. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире умирает от рака более 4 млн. человек. Злокачественные новообразования вызываются многими факторами. Согласно данным Национального Института Рака США, 35 % случаев рака вызвано особенностями питания, 30 % – курением, 19 % – другими факторами, 10 % – инфекциями, 4 % – факторами производственной среды и только 2–3 % случаев рака вызвано загрязнением окружающей среды [2].

Эксперты ВОЗ пришли к выводу, что прекращение контакта с опухолеродными факторами, недопущение канцерогенов в сферу жизни человека или удаление подобных веществ из окружающей среды могут привести к резкому (до 70 %) снижению заболеваемости людей опухолями основных локализаций.

Главными критериями канцерогенной опасности вещества для человека являются экспериментально полученные данные о канцерогенности вещества и результаты эпидемиологических исследований, проведенных по методу «случай – контроль» или когортные исследования. К неблагоприятным факторам, способствующим возникновению злокачественных новообразований, относятся некоторые химические соединения, производственные процессы, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение, радон, вирусы. Наиболее опасными химическими канцерогенами являются полифункциональные ароматические углеводороды (источники: жиры, фрукты, овощи, злаки, а также минеральные масла, сажа, деготь, воздух и вода загрязненных водоемов), нитрозамины и их предшественники (источники: пищевые продукты, травы, пестициды, кормовые добавки, загрязненные воздух и вода), ароматические амины и амиды (используются в производстве красителей, фармацевтических препаратов, пестицидов), асбест (источники: воздух жилых помещений, некоторые напитки и лекарства), винилхлорид (входит в состав пластмасс), афлатоксины (источники: орехи, зерновые и бобовые культуры, фрукты, овощи, корма для животных), некоторые металлы (мышьяк, никель, хром, кадмий). Основным источником загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы промышленных предприятий и выхлопные газы автомобильного транспорта, воздуха помещений – курение, термическая обработка пищи, строительные материалы [3]. Из атмосферного воздуха канцерогены попадают в почву, растения, водоемы.

В России выполняются преимущественно описательные эколого-эпидемиологические исследования, в которых данные о злокачественных новообразованиях на загрязненной территории сопоставляются с аналогичными показателями на экологически более благоприятных территориях. Статистически достоверно повышенный уровень онкологической заболеваемости и смертности по сравнению с контрольными территориями выявлен также в таких городах с металлургическим производством, как Магнитогорск и Норильск; в городах с развитой химической промышленностью – Уфе, Стерлитамаке и Ишимбае; Чапаевске Самарской области, имеющем высокий уровень содержания диоксинов в окружающей среде [2].

Загрязнение окружающей природной среды в Брянской области промышленными предприятиями,

предприятиями теплоэнергетики, автотранспортом, вызывающее ухудшение качества среды обитания и влияющее на состояние здоровья населения, по-прежнему остается проблемой, имеющей приоритетное социально-экономическое значение.

В 2007 г. предприятиями и автотранспортом области выброшено в атмосферный воздух 141,5 тыс. т различных загрязняющих веществ, что на 7,5 тыс. т больше по сравнению с 2006 г. Из них на передвижные источники загрязнения атмосферного воздуха приходится 95,4 тыс. т – 67 %, объем выбросов от промышленных предприятий составляет 46,1 тыс. т – 33 %. Объем выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями в 2007 г. увеличился на 0,8 тыс. т по сравнению с 2006 г. [1]. Наиболее крупными загрязнителями атмосферного воздуха являются ОАО «Мальцовский портландцемент», ООО ПК «Бежицкий сталелитейный завод», Брянское ОАО «Брянские коммунальные системы».

Анализ объема выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями по районам области (табл. 1, рис. 2) показал, что:

- на долю Дятьковского района приходится 64 % общего объема загрязняющих веществ по области;
- доля города Брянска составляет 21 %;
- все остальные районы вместе выбрасывают в атмосферу 15 % общего объема загрязняющих веществ.

После Чернобыльской катастрофы территории Брянской области подверглась радиоактивному загрязнению. Загрязненной оказалась территория 22 административных районов. Общая площадь, загрязнения цезием-137 составила 11442 км², на которой проживало 484,5 тыс. чел. [2].

Однако разные территории области подвергались радиоактивному загрязнению не одинаково: было загрязнено более 85 % территории Новозыбковского, Гордеевского, Злынковского, Красногорского, Клинцовского и Стародубского районов, менее 10 % – Суземского, Унечского, Севского, Мглинского, Выгоничского, Брянского, Жирятинского и Жуковского районов; от 10 до 85 % – 10 районов области.

Современное состояние радиационной обстановки в Брянской области формируется за счет техногенного загрязнения территории области радионуклидами, выпавшими после аварии на Чернобыльской АЭС, за счет ионизирующих излучений от природных радиоактивных источников или естественных радионуклидов, а также за счет источников ионизирующих излучений, находящихся в использовании и эксплуатации на предприятиях и в организациях области. Основным дозообразующим компонентом на радиоактивно-загрязненных территориях области является ¹³⁷Cs. Площадь загрязнения стронцием и трансурановыми радионуклидами менее обширна. В юго-западных районах области плотность загрязнения ⁹⁰Sr составляет 0,7–1,0 Ки/км², трансурановыми радионуклидами – не превышает 0,01 Ки/км² по ²³⁹Pu, 0,015 Ки/км² – по ²³⁸Pu и по ²⁴¹Am [1].

Таблица 1
Выброс загрязняющих веществ и заболеваемость населения Брянской области новообразованиями в 2007 г. (дети, подростки, взрослые), человек на 1000 жителей [3, 5]

Города, административные районы	Выброс загрязняющих веществ от стационарных источников за 2007 г., т	Новообразования		
		Дети	Подростки	Взрослые
Дятьковский	29561,2	9,5	10,1	42,8
г. Брянск	9622,8	12,7	7,3	60,2
Стародубский	1793,5	1,5	8,8	46,9
Клинцовский	902,0	8,1	24,5	70,4
Трубчевский	807,3	10,6	7,0	45,9
Почепский	761,2	7,9	10,3	34,0
Брянский	520,0	1,4	4,9	27,8
Унечский	404,2	13,6	11,2	51,6
Севский	231,6	31,6	226,7	124,3
Караблевский	230,7	3,9	4,1	31,2
Новозыбковский	220,1	8,0	16,0	39,2
Жуковский	155,4	7,2	5,5	32,0
Комаричский	105,6	2,4	8,0	34,6
Суражский	90,0	0,7	2,6	47,7
Дубровский	89,9	9,7	4,9	51,3
Брасовский	88,6	2,0	9,6	38,4
Погарский	85,1	5,7	5,9	45,8
Выгоничский	72,3	2,6	6,7	31,4
Навлинский	70,0	8,7	7,4	38,4

Климовский	64,2	7,9	13,9	44,3
Гордеевский	63,2	9,2	3,0	51,0
Жирятинский	46,3	13,1	7,4	44,0
Злынковский	40,3	2,3	1,6	41,3
Суземский	36,6	13,2	15,1	83,0
Рогнединский	31,7	7,6	2,1	40,2
Клетнянский	19,8	4,3	5,4	27,9
Красногорский	19,0	12,9	8,9	55,1
Мглинский	15,6	8,0	4,7	50,8

В настоящее время радиационная обстановка на загрязненных территориях стабилизировалась (табл. 2, 3). Однако анализ данных Брянского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды показывает, что в загрязненных районах Брянской области, вследствие ветрового подъема пыли с загрязненной почвы и хозяйственной деятельности населения, до сих пор наблюдается некоторое повышенное содержание радионуклидов в воздухе и в атмосферных выпадениях по сравнению с доаварийным уровнем.

Таблица 2
Динамика мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории Брянской области в 2003–2008 гг. (мкР/час) [1]

Населенный пункт	Зона КИ/км ²	max min	2003		2005		2007		2008	
			зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето
			max	40	65	34	59	43	51	45	60
Ущерпье	15–40	min	25	39	19	37	32	34	30	35
		max	30	39	27	35	26	32	26	33
Творишино Красная Гора	5–15	min	14	16	13	14	13	15	13	14
		max	17	20	14	21	15	19	16	20
Мартыновка	1–5	min	11	13	12	14	12	14	13	14

Таблица 3
Динамика радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха на территории Брянской области в 2003–2008 гг. [1]

Метеостанция	Среднемесячной плотности радиоактивных выпадений, Бк/м ²				Среднемесячной концентрации радиоактивных веществ, Бк/м ³				Среднегодовые уровни мощности дозы гамма-излучения, мкР/час			
	2003	2005	2007	2008	2003	2005	2007	2008	2003	2005	2007	2008
Красная Гора	0,7–0,9	0,6–0,9	0,7–1,2	0,7–1,6	$4,1 \times 10^{-5}$	$6,3 \times 10^{-5}$	$5,1 \times 10^{-5}$	$9,6 \times 10^{-5}$	17–20	16–22	18–22	18–22
Жуковка	0,7–1,0	0,7–0,8	0,7–1,6	0,9–1,4	$11,2 \times 10^{-5}$	$14,3 \times 10^{-5}$	$19,8 \times 10^{-5}$	$18,9 \times 10^{-5}$	10–13	9–14	9–14	9–14
Брянск	0,6–0,8	0,6–0,8	0,7–1,1	0,7–1,1					10–13	9–14	9–14	9–14

В 2007 г. радиационные показатели окружающей среды на территории Брянской области были близки к фоновым значениям и не достигали высоких или экстремально высоких уровней. Однако, на территории области, после 1991 г. произошло существенное увеличение онкологическими заболеваниями населения (рис. 1). Так, в 2007 г. наиболее высокая заболеваемость была зарегистрирована Севском, Суземском, Клинцовском районах, а также городах Клинцы, Сельцо и Брянск. Среди населения юго-западных районов, которое было детьми и подростками в 1986 г., наблюдался повышенный уровень заболеваемости превышающий среднеобластные показатели. Порайонные различия в уровне заболеваемости новообразованиями населения (взрослые, подростки, дети) представлены на рисунке 2.

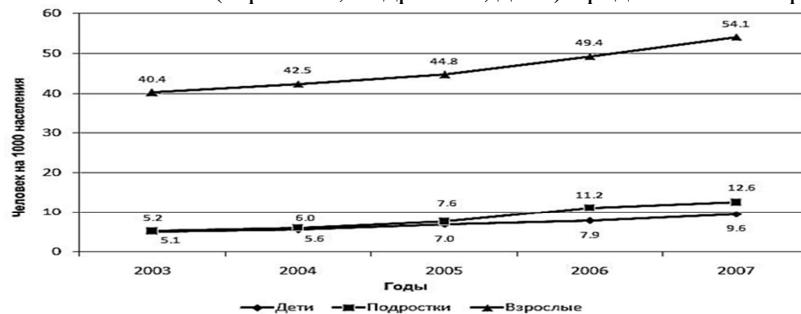


Рисунок 1 – Динамика новообразований среди различных категорий населения Брянской области за 2003–2007 гг. [4, 6]

Анализ уровня заболеваемости населения онкологическими болезнями показал слабую корреляцию с общим загрязнением окружающей среды. Лишь в городах Брянске, Клинцах и Клинцовском районе эта связь прямая. Высокий уровень онкологических заболеваний в Красногорском и Клинцовском районах можно объяснить повышенным радиационным фоном их территорий, а в Брянске – химическим загрязнением. В тоже время в относительно «чистых» районах (Севском и Суземском) наблюдается высокий уровень онкологи по всем категориям населения. Тем не менее, в юго-западных районах области за последние годы наблюдался рост числа заболеваний верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, нарушение действия иммунитета, психических расстройств, болезней системы кровообращения, разных нарушений беременности. Проявляется ряд неспецифических нарушений – цитологических, биохимических, иммунных, которые могут быть связанные как с действием радиации, так и с ухудшением экологической обстановки и стрессовыми ситуациями.

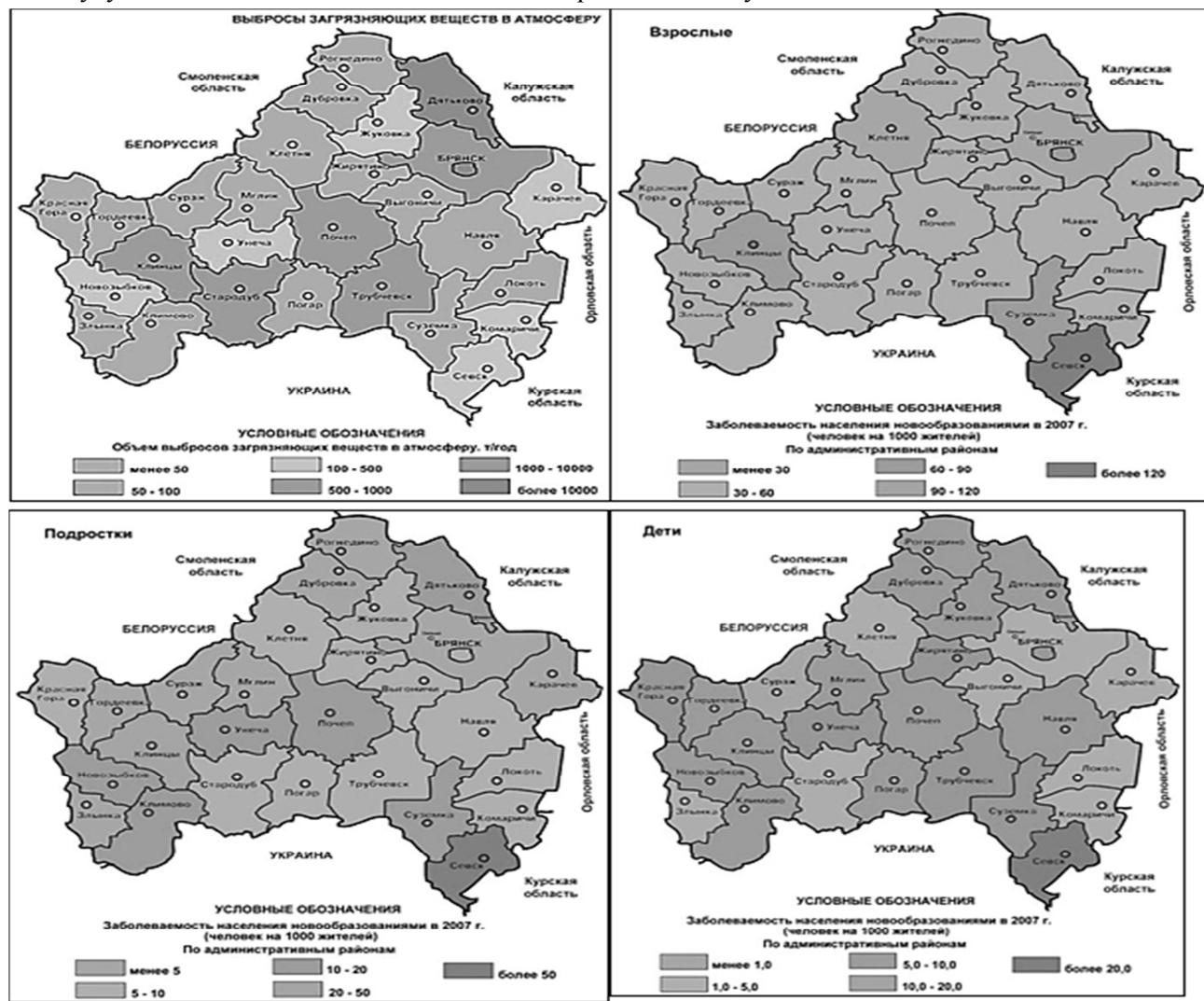


Рисунок 2 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и заболеваемость населения Брянской области новообразованиями на 1000 жителей в 2007 г. [4, 6]

The article concerns the oncology diseases caused by the radioactive chemical pollution of Bryansk region. It analyses and evaluates the sick rates of the population of Bryansk region that lives in the areas with different density of radioactive chemical pollution of the environment.

The key words: oncology, diseases, radiation, pollution

Список литературы

- Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Брянской области в 2008 году» // Комитет природопользования и охраны окружающей среды, лицензирования отдельных видов деятельности Брянской области / сост.: С. А. Ахременко, А. В. Городков, Г. В. Левкина, О. А. Фильченкова, А. И. Сахаров. Брянск, 2009. 306 с.
- Радиационно-экологическая обстановка Брянской области / Е. С. Мурахтанов, С. А. Ахременко, Н. В. Акименков, В. М. Самойленко. Брянск: Институт экологии Международной

инженерной академии, Брянский технологический институт, 1994. 80 с.

3. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. Учебное пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 264 с.

4. Фондовые материалы лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Брянской области». Брянск, 2008.

5. Фондовые материалы Брянского облонкодиспансера. Брянск, 2001.

6. Фондовые материалы Управления Роспотребнадзора по Брянской области. Брянск, 2008.

Об авторе

Чусовитина К.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kristya58610@mail.ru

УДК – 338.48

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДОХРАНИЛИЩ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Шарапаев

В статье дается оценка рекреационного потенциала водохранилищ Брянской области.

Ключевые слова: рекреация, водохранилище, Брянская область

Все большее значение приобретает рекреационное использование водохранилищ. Рекреационное использование водохранилищ представляет большой интерес в силу многих причин.

Большинство водохранилищ комплексного назначения создаётся вблизи городов, небольшие водохранилища рекреационного назначения могут создаваться и в пределах городских территорий. Во многих районах, особенно бедных на природные водоемы, водохранилища повышают рекреационную ценность и емкость ландшафтов, а в некоторых случаях служат ядром, которое создает такие ландшафты.

При планировании, проектировании, подготовке и эксплуатации водохранилищ могут учитываться определенные требования рекреации. Специальные водохранилища для рекреационной цели могут создаваться в наиболее благоприятных в данном районе микроклиматических условиях. Благодаря наличию при строительстве гидроузлов базы индустрии и квалифицированных кадров сооружения на берегах водохранилищ гостиниц, турбаз и других рекреационных объектов может осуществляться в короткие сроки.

Общий объем воды прудов и водохранилищ области составляет в настоящее время около 134,12 млн. м³. Средние естественные ресурсы речных вод в меженный период, почти в 2 раза меньше, чем аккумулированный полезный объем воды в многочисленных водоемах области. Средняя величина коэффициента запруженности области, определяемая как отношение площади зеркала (74,89 км²) искусственных водоёмов к площади территории области (34,9 тыс. км²) составляет 0,23 %. Таким образом, площадь прудов и водохранилищ, расположенных на территории Брянской области имеет достаточно низкий показатель. Имеющиеся в области пруды и водохранилища распределяются по её территории крайне неравномерно. В области имеются районы, где количество искусственных водоёмов не превышает двадцати. К их числу можно отнести Гордеевский – 18, Дубровский – 16 (в том числе 2 водохранилища), Красногорский – 8 и Суражский – 16 районы. Но это не означает, что данные районы являются вододефицитными, в частности в Красногорском районе протекает река Беседь, в Дубровском – река Сеща, а в Суражском – река Ипуть. Низкое водопотребление является следствием низкого уровня экономического развития районов и незначительного числа населения.

Наиболее запруженными районами Брянской области являются Брасовский – 42 (в том числе 1 водохранилище), Брянский – 34 (3), Дятьковский – 37 (2), Клетнянский – 40 (3), Климовский – 34, Комаричский – 54, Почепский – 44, Севский – 34 (1), Стародубский – 58 (4) и Унечский 43 (2). Районы с наибольшей плотностью искусственных водоёмов сосредотачиваются на своей территории более половины прудов (404) и водохранилищ (16), и являются при этом самыми вододефицитными в области. Это объясняется высоким уровнем водопотребления, вследствие динамично развивающейся экономики данных районов. Более половины прудов находятся в стадии зрелости и старости, состояние некоторых крайне неудовлетворительное.

Крупных водохранилищ на территории Брянской области не много, их насчитывается 29 и расположены они не во всех районах области. Самые крупные из них созданы вблизи населённых пунктов: Кожушье (Клинцовский район), площадью 260 га и объёмом 4300 тыс. м³; Бытошь (Дятьковский район), соответственно 170 га 4240 тыс. м³; Лужки (Стародубский район) – 186 га и 3500 тыс. м³; Белые Берега (Брянский район) – 163 га и 3950 тыс. м³; Глинки (Погарский район) – 161 га и 5160 тыс. м³. Общая площадь зеркала всех водохранилищ области составляет 28,107 км² или 2810,7 га. Это около 0,1

% от общей площади территории Брянской области и составляет примерно половину площади всех искусственных водоёмов области. Суммарный объём воды в них составляет 57386 тыс. м³ [1].

В настоящее время, прудов, на которые выданы лицензии для использования в качестве зон рекреации для населения очень мало. Они расположены в Брянском (пруд на р. Добротовка, пруд на ручье Безымянном у н.п. Шибинец, пруд на ручье Подольховка у н.п. Дубровка, пруд на р. Радица, пруд на реке Свень, пруд на ручье Подольховка, пруд на ручье Безымянном у н.п. Пальцо), Дубровском (пруд на р. Ивот в н.п. Салынь), Дятьковском (пруд на р. Бредовка, пруд на ручье Безымянный на р. Ветьма), Жуковском (пруд на р. Прудовая, пруд на ручье Жерновец у н.п. Матрёновка), Карабинском (пруд на ручье Безымянном у д. Горки), Клинцовском (пруд на ручье Безымянном у н.п. Павличи), Почепском (пруд на ручье Безымянном у н.п. Громыки), Стародубском (Бруснянское водохранилище на р. Солова у н.п. Лужки) районах [2]. Но это лишь официально выданные лицензии, большинство прудов используется для отдыха населением самостоятельно. В последние годы рекреационные нагрузки на природную среду усиливаются.

Но одновременно нельзя забывать, что создание водохранилищ в ряде случаев затрудняет рекреационное использование территории. Это происходит из-за подтопления и затопления существующих территорий, ценных для организации отдыха; а также из-за ухудшения условий отдыха на участках рек в нижней части гидроузлов с резкими суточными и недельными колебаниями уровня и снижением температуры воды. К негативным условиям отдыха также следует отнести и «цветение» воды в некоторых водохранилищах, интенсивную переработку берегов на крупных водохранилищах, отсутствие на тех или иных участках берега пляжей и лесных массивов, зарастание мелководных участков.

Для изучения рекреационного потенциала водохранилищ Брянской области необходима детальная экологическая паспортизация данных водоемов. Подобная работа была проведена нами в северных районах области. В качестве примера приведем результаты исследований на Бытошском водохранилище.

Бытошское водохранилище расположено на северной окраине пгт. Бытошь Дятьковского района. Поселок Бытошь расположен в 32 км от райцентра, а г. Дятьково находится в 53 км от областного центра.

Водохранилище образовано в результате строительства плотины на реке Бытошинка, впадающей слева в 7 км ниже по течению в р. Ветьма (левый приток р. Десны).

Берега водохранилища высокие, пологие. Верховья водохранилища и места впадения ручьев заболочены. Нижняя правобережная часть водохранилища используется в качестве поселкового пляжа. Здесь имеются кабинки для переодевания, беседки, мостки, много кострищ. Кроме того, водохранилище используется для рыбаловства. Ранее в акватории водохранилища проводились соревнования по водомоторным видам спорта районного и областного уровня.

Берега сложены песком и суглинками, что наряду с перепадами высот в 8–12 м определяет хорошую дренированность и соответственно доступность и возможность использования в рекреационных целях.

Берега водохранилища живописны и обладают достаточно высоким рекреационным потенциалом.

Водохранилище вытянуто практически с северо-северо-востока на юг более чем на 2,5 км при ширине до 400 м в средней и до 250–300 м в нижней частях. Площадь водного зеркала – 1700 тыс. м², объем воды – около 4240 тыс. м³.

Данные исследований температур воды на водохранилище Бытошь свидетельствуют об отсутствии прямой температурной стратификации (характерной для лета) и о летней гомотермии связанной с малыми глубинами и хорошем перемешивании водной массы водохранилища за счет ветрового воздействия. Это способствует обогащению придонных слоев кислородом и питательными для организмов веществами.

Прозрачность в водохранилище очень малая – 0,5 м, цвет воды на фоне диска интенсивно желтый. Эти показатели свидетельствуют о наличии в воде значительного количества водорослей и минеральных взвесей, а так же об интенсивном антропогенном воздействии на водохранилище. Гидробиологический режим водохранилища ярко выраженной эвтрофический и даже можно говорить об антропогенной эвтрофикации. Дальнейшая эвтрофикация вод может привести к формированию дистрофического типа водной массы водохранилища Бытошь.

Данный водоем представляет собой малое водохранилище, в котором можно выделить 3 плеса и два мелководных участка.

Береговая линия водоема зарастает прибрежно-водной растительностью (кувшинка белая, кубышка желтая, рогоз широколистный, камыш озерный, рдест плавающий, рдест курчавый, ряска малая).

Мелководные участки ограничены и представляют особую ценность для водоема, являясь нерестовыми участками для большинства видов рыб, а также местом преимущественного обитания таких ценных видов как линь, золотистый карась, плотва, окунь, красноперка.

Крупные плесовые участки являются территорией нагула для крупных стай леща – наиболее ценного в хозяйственном отношении вида ихтиофауны Бытошского водохранилища.

В целом трофика и сапробность водоема определялась преимущественно по показателям фитопланктона.

Фитопланктон оз. Бытошское слагается видами из шести отделов водорослей: диатомовые, зеле-

ные, динофитовые, криптофитовые, синезеленые и эвгленовые. Планктон водохранилища довольно обилен при численности 7,6 млн. кл./л и биомассе 7,28 мг/л.

По численности в планктоне преобладают криптофитовые и зеленые, а по биомассе – синезеленые. Фитопланктон водохранилища многообразен, доминирующий комплекс слагался 25 видами.

Зообентос представлен личинками поденок стрекоз, хирономид, ручейников, но так как исследование водохранилища проводились в августе, то идентифицировать большинство видов не представлялось возможным. На значительных площадях дна водохранилища в большом количестве встречаются двустворчатые и брюхоногие моллюски.

На основании проведенных исследований можно заключить что водохранилище относится к β сапробной зоне, а по трофности к гипертрофным водоемам.

Такое сочетание говорит о чрезвычайно большой скорости пропускания органического вещества в водоеме, а также высокой скорости потребления этого вещества гидробионтами. Данное утверждение подтверждается тем, что водное зеркало водоема в течение всего безледного сезона остается свободным от высшей водной растительности, опасного развития водорослей «цветения» практически не наблюдается, и отложения ила на дне водохранилища довольно малы. Все вместе это говорит о большом потенциале и высокой степени устойчивости водной экосистемы.

При учете значительного возраста, оз. Бытошское является уникальным искусственным водоемом, в котором сформировался устойчивый баланс в сообществах гидробионтов обеспечивающий неизменность в экосистеме на протяжении почти 100 лет. Необходимо продолжение изучения данного водоема с целью разработки мер по наиболее эффективным и безопасным видам использования его потенциала.

Анализ концентрации тяжелых металлов в водах исследованного водоема показывает, что ни в одной пробе нет превышения предельно допустимых концентраций (ПДК для водопользования) загрязняющих элементов. Установлено, что распределение концентраций элементов жестко связано с береговой линией. Всплески концентраций (не превышающих ПДК) наблюдаются вблизи участков берега подверженных антропогенному воздействию.

Однако необходимо указать, что pH воды в Бытошском водохранилище лежит практически на границе ПДК по pH (6,0–9,0) и составляет в среднем 8,9. Высокое значение pH в свою очередь, очевидно, обуславливает невысокое содержание тяжелых металлов в воде (гидроксидные формы большинства из них имеют очень низкие значения произведения растворимости (ПР)). Суммарный индекс загрязнения Бытошского водохранилища по тяжелым металлам менее 0,6.

Водохранилище Бытошь, расположено в черте п. Бытошь является главным гидрологическим рекреационным объектом поселка. Оно используется жителями для летнего отдыха: наличие пляжа (южная часть водохранилища) и базы отдыха (северо-восточная часть); рыбалки и охоты. При общей площади прибрежной зоны в 67,5 га, количество проживающих в населенном пункте людей составляет около 4 тысяч человек. Даже с учетом лишь местных жителей рекреационная нагрузка составляет 60 чел/га; с учетом приезжих отдыхающих этот показатель увеличивается примерно до 100 чел/га, что не превышает допустимой уровень рекреационной нагрузки по ГОСТ-17.1.5.02. –80.

Для улучшения рекреационных качеств прибрежной зоны водохранилища, в первую очередь зоны пляжа необходимо: а) провести работы по очистке пляжа от мусора; б) лучше обустроить прибрежную зону (наращивание песчаного слоя в зоне купания); в) перспективно создание лодочной станции на водохранилище для предоставления отдыхающим услуг по прокату водно-прогулочных средств (лодки, катамараны, скутеры и т.п.); г) желательно развертывание в зоне пляжа сезонной лоточной торговли для отдыхающих; д) водохранилище имеет значительные рыбные запасы (лещ, плотва, щука, карась, окунь, линь и т.д.), что может служить поводом для ведения организованного любительского лова рыбы.

Очевидно, что экологическая ситуация на данный момент вполне может способствовать развитию на водохранилище рекреационной инфраструктуры.

Создавая возможности для организации отдыха населения, водохранилища необходимо охранять, как и другие природные объекты.

Для этого необходимо разрабатывать нормы нагрузки на акваторию и природно-территориальные комплексы в прибрежной зоне водохранилищ. Эти нормы, несомненно, будут изменяться в зависимости от природно-климатической зоны, почвенно-растительного покрова, гидрологического режима водохранилища и других факторов.

Оптимальное использование с рекреационной целью акваторий и прибрежной зоны водохранилищ возможно лишь при удовлетворении требований рекреации режиму уровней, которые заключаются, в основном, в необходимости поддержки в летний период постоянного или близкого к нему уровня водохранилища.

Таким образом, в условиях количественного и качественного дефицита водных рекреационных ресурсов в Брянской области роль водохранилищ в организации отдыха населения неуклонно растет, а потенциал данных водных объектов далеко не исчерпан.

Article assesses the recreational potential of reservoirs in the Bryansk region.

The key words: recreation, reservoir, Bryansk area

Список литературы

1. Природа и природные ресурсы Брянской области: Учеб. пособие для учителей и студентов / Под ред. Ахромеева Л.М. Брянск, 2001. 215 с.
2. www//region 32.ru

Об авторе

Шарапаев И. В. – старший преподаватель Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

**ВЕСТНИК
Брянского государственного университета
имени академика И.Г. Петровского**

ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Подписано в печать 20.12.2010. Формат 60x84/8.
Печать на ризографе. Бумага офсетная.
Усл. п.л. 30,5. Тираж 500 экз.

РИО Брянского государственного университета
имени академика И.Г. Петровского.
241036, г. Брянск, Бежицкая, 14.

Отпечатано в типографии РИО БГУ