

**ВЕСТНИК
Брянского
государственного
университета**

The Bryansk State University Herald

№4

2013

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

ББК 74.58

В 38

Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2013): Точные и естественные науки. Брянск: РИО БГУ, 2013. – 196 с.

Редакционная коллегия

А.В. Антюхов – ректор БГУ, доктор филологических наук, профессор, председатель редакционной коллегии;

Ф.А. Шамоян – доктор физико-математических наук, профессор БГУ (отв. редактор);

Н.А. Широков – доктор физико-математических наук, профессор Петербургского государственного университета;

А.Д. Булохов – доктор биологических наук, профессор БГУ (отв. редактор);

С.Л. Будько – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Национальной лаборатории в Эймсе, университет штата Айова, США

Л.М. Ахромеев – кандидат географических наук, доцент 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.

Editorial board

A.V. Antyukhov - BSU Rector, Doctor of Philology, professor; chairman of the editorial board;

F.A. Shamoyan - Doctor of Physics and Mathematics , professor BSU (managing editor deputy);

N. A. Shirokov - Doctor of Physics and Mathematics , professor of Saint Petersburg State University;

L.M. Akhromeev - Candidate of Geographical Sciences, associate professor BSU;

S. L. Budko – Candidate of physics and mathematics , the research associate of National laboratory in Ames, university of the State of Iowa, the USA;

A.D. Bulokhov – Doctor of Biological Sciences , professor BSU (managing editor);

V. V. Novikov - Doctor of Physics and Mathematics , professor BSU (managing editor);

S. V. Trubnikov - Candidate of Physics and Mathematics , associate professor BSU;

O. S. Shchetinskaya - Candidate of Chemical Sciences, associate professor BSU

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

<i>Баранова И.М., Евтюхов К.Н.</i> НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КРЕМНИИ И В КРЕМНИЕВЫХ ТОНКОСЛОЙНЫХ СТРУКТУРАХ	7
<i>Еловикова Ю.А.</i> АЛГЕБРАИЧНОСТЬ РЕШЕТОК Ω -РАССЛОЕННЫХ ФОРМАЦИЙ	13
<i>Корпачева М.А., Гриценкова Л.В., Кирюшина М.В.</i> О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ КЛАССОВ КОНЕЧНЫХ ГРУПП	16
<i>Корпачева М.А., Левищенко Ю.А.</i> Т-ЗАМКНУТЫЕ ПОДФОРМАЦИИ Ω -ВЕЕРНЫХ ФОРМАЦИЙ	18
<i>Лагерева А. В., Лагерева И. А., Мильто А. А.</i> УНИВЕРСАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ В ЗАДАЧАХ ДИНАМИКИ	21
<i>Махина Н.М., Шамоян Ф.А.</i> БАЗИСЫ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ФУНКЦИЙ, АНАЛИТИЧЕСКИХ В ОБЛАСТЯХ СО СПРЯМЛЯЕМОЙ ГРАНИЦЕЙ	27
<i>Рудаков И.А.</i> ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ БАЛКИ С ЗАКРЕПЛЕННЫМИ КОНЦАМИ	30
<i>Сидоров А.А., Холодовский В.Е., Кульченко Е.А.</i> ДИНАМИКА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ ФТОРИДОВ ЛИТИЯ И НАТРИЯ	39
<i>Сорокина М.М.</i> ПОЛУВНУТРЕННИЕ Ω -СПУТНИКИ Ω -РАССЛОЕННЫХ ФОРМАЦИЙ КОНЕЧНЫХ ГРУПП	46
<i>Шамоян Ф.А., Куриленко С.М.</i> ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ ТЕПЛИЦЕВЫХ ОПЕРАТОРОВ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ СОБОЛЕВА ГОЛОМОРФНЫХ В ШАРЕ ФУНКЦИЙ	48

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Анищенко Л.Н., Агапова А.А.</i> НАКОПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ	54
<i>Афонин А.А.</i> ФОРМОВое РАЗНООБРАЗИЕ ИВЫ ШЕРСТИСТОПОБЕГОВОЙ (<i>SALIX DASYCLADOS</i> <i>WIMM. = SALIX GMELINII PALL.</i>) НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ	57
<i>Бахтинов А.П.</i> СОВМЕСТНОЕ ПАРЕНТЕРАЛЬНОЕ ВВЕДЕНИЕ КРЫСАМ-САМЦАМ ТЕСТостерона ПРОПИОНАТА И УРОТЕШИНА 2 ЧЕЛОВЕКА, ВЫЗЫВАЮЩЕЕ ВНЕЗАПНЫЙ ЛЕТАЛЬНЫЙ ИСХОД	61
<i>Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А., Сапегин Л.М., Дайнеко Н.М.</i> ТИПОЛОГИЯ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ИПУТЬ В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ (РОССИЯ) И ГОМЕЛЬСКОЙ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ) ОБЛАСТЕЙ	63
<i>Булохов А.Д., Харин А.В.</i> ТИПЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛУГОВ РЕКИ ИПУТЬ В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ (РОССИЯ) И ГОМЕЛЬСКОЙ (БЕЛАРУСЬ) ОБЛАСТЕЙ	68
<i>Булохов А. Д., Кузьменко А. А.</i> СООБЩЕСТВА <i>RUMEX THYRSIFLORUS FINGER</i> НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	73
<i>Булохова Н.А.</i> ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРАБИДОКОМПЛЕКСА ЛУГОВЫХ АССОЦИАЦИЙ КРАТКОПОЕМНЫХ ЛУГОВ ЮГО-ЗАПАДА РОССИИ	76
<i>Голощапова С.С., Прокофьев И.Л.</i> ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛУГОВЫХ ВИДОВ ДНЕВНЫХ БУЛОВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA) НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2011 – 2013 ГГ.	79
<i>Горбачев А. А., Прокофьев И. Л.</i> ОЦЕНКА А-РАЗНООБРАЗИЯ РУКОКРЫЛЫХ (CHIROPTERA) БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РЕГИСТРАЦИИ ИХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ	83
<i>Демихов В. Т., Долганова М. В., Чучин Д. И., Хорина Е. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КЛИМАТА	87
<i>Зайцева Е.В., Тельцов Л.П., Харлан А.Л., Крикливый Н.Н., Щеглов Н.А.</i> КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ОНТОГЕНЕЗА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ROSS-308»	91
<i>Зайцева А.А., Горичев И.Г., Кузнецов С.В.</i> МЕТОДЫ СИНТЕЗА А-, В-NI(OH) ₂ И ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ	96
<i>Ивенкова И.М.</i> ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ <i>CONYZA CANADENSIS</i> (L.) CRONQUIST В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	99
<i>Кадыркулов А.К.</i> ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ АТБАШЫ-КАРАКОЮНСКОЙ ДОЛИНЫ И ИХ АНТРОПОГЕННЫЕ МОДИФИКАЦИИ	104
<i>Костюкова Е.Е., Заякин В.В., Нам И.Я.</i> ПОЛУЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ <i>LILUM MARTAGON L.</i> ИЗ ЛУКОВИЧНЫХ ЧЕШУЙ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИДИАЗУРОНА	110
<i>Кузьменко А.А.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ <i>CARPINUS BETULUS</i> И <i>ALNUS INCANA</i> НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.	112
<i>Куница М.Н.</i> ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ	115

Литвин Ф.Б., Голощапова С.С., Аверьянов М.А., Мартынов С.В., Жигало В.Я., Аносов И.П. ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКТА ЛИМОННИКА КИТАЙСКОГО НА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ КРОВИ У СПОРТСМЕНОВ	120
Литвин Ф.Б., Прохода И.А., Морозова Е.П., Мартынов С.В., Голощапова С.С., Силуванов В.В., Аверьянов М.А. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «БИЛАР» НА ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ	124
Лужецкий В.А., Дубовой И.И. ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ АНТРОПОГЕННЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ ГОРТАНИ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	130
Любимов В.Б., Логачева Е.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПО СТЕПЕНИ АКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПЕРОКСИДАЗ	133
Москаленко И. В., Любимов В. Б., Смирнов С.И. СОСТОЯНИЕ ОСОБИ QUERCUS ROBUR L.- ПАМЯТНИКА ЖИВОЙ ПРИРОДЫ ВСЕРОССИЙСКОГО ЗНАЧЕНИЯ (С. ГЛИННОЕ, НАВЛИНСКОГО Р-ОНА, БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ).....	136
Панасенко Н. Н., Харин А.В., Ивенкова И.М., Зайцев С.А. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О БИОЛОГИИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	139
Перевозчикова Т.А. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	142
Петренко Г.С., Сеникова Л.И., Зайцев С.А., Чиграй О.Н. ДИНАМИКА ИНДЕКСОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ROSS-308».....	147
Семениченков Ю.А. СИНТАКСОНОМИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДНЕПРА В ПРЕДЕЛАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	151
Слюнченко Р.А., Ахромеев Л.М. К ВОПРОСУ О РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ НА ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ И ПАРКИ ГОРОДА БРЯНСКА	154
Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Петелько А.И., Иванеха Т. Л. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СМЫВА В ЭЛЕМЕНТАХ МИКРОРУЧЕЙКОВОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОЦЕЗИЕВОГО МЕТОДА	156
Фучило Я.Д., Сбитная М.В., Кайдык В.Ю., Рябухин А.Ю., Левин С.В. ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСАДКОЙ И ПОСЕВОМ	160
Харлампиева М.В. СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА ВЫСОКОТРАВНОГО ЕЛЬНИКА УРОЧИЩА «БОЛОТО РЫЖУХА» (НЕРУССО-ДЕСНЯНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ, БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	163
Хлопяников А.М., Наумкин В.Н., Хлопяникова Г.В., Крюков А.Н. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ	167
Чиграй О.Н., Зайцева Е.В. ДИНАМИКА АБСОЛЮТНОЙ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ МАСС ЛИМФОИДНОГО ДИВЕРТИКУЛА БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ROSS-308» С 1 ПО 40 СУТКИ	171
Чиграй О.Н. ДИНАМИКА ОБОЛОЧЕК ЛИМФОИДНОГО ДИВЕРТИКУЛА БРОЙЛЕРОВ.....	174
Шкотова О. Н. РЕАКЦИЯ СМЕШАННЫХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ НА ВНЕСЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРТЫ В УСЛОВИЯХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЮГО - ЗАПАДА РОССИИ	177
Шкотова О.Н., Кононов А.С., Шкотов А.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ В АКТИВИЗАЦИИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У ЯЧМЕНЯ.....	180
Штилев Н.С., Ториков В.Е., Высоцкий О.Г., Юхневская Л.Г. ВАРИАНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА	184
Яковлева С.Е. ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛОШАДЕЙ	188
Яковлева С.Е. РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В ЗОНАХ РАЗВЕДЕНИЯ ЛОШАДЕЙ РУССКОЙ РЫСИСТОЙ ПОРОДЫ	191

CONTENTS

<i>Baranova I.M., Evtyukhov K.N.</i> NONLINEAR AND OPTICAL DIAGNOSTICS OF MECHANICAL TENSION IN SILICON I IN SILICON THIN LAYER STRUCTURES.....	7
<i>Elovikova Yu.A.</i> THE ALGEBRAIC LATTICES OF Ω -FOLIATED FORMATIONS.....	13
<i>Korpachova M.A., Grichenkova L.V., Kiryushina M.V.</i> ON SOME PROPERTIES ON CLASS A FINITE GROUP.....	16
<i>Korpacheva M.A., Levshenkova J.A.</i> T-CLOSED SUBFORMATIONS OF Ω -FIBERED FORMATIONS.....	18
<i>Lagerev A.V., Lagerev I.A., Milto A. A.</i> UNIVERSAL TECHNIQUE FOR STRESS ANALYSIS OF BEAM ELEMENTS OF ARTICULATING CRANES IN CASE OF DYNAMIC LOAD.....	21
<i>Mahina N.M., Shamoyan E.A.</i> BASES IN WEIGHTED SPACES OF FUNCTIONS ANALYTIC IN DOMAINS WITH RECTIFIABLE BOUNDARY.....	27
<i>Rudakov I.A.</i> FORCED VIBRATIONS OF BEAM WITH FIXED ENDS.....	30
<i>Sidorov A.A., Kholodovskii V.E., Kulchenkov E.A.</i> THE LATTICE DYNAMICS AND THE ELECTRON DENSITY DISTRIBUTION OF LITHIUM FLUORIDE AND SODIUM.....	39
<i>Sorokina M.M.</i> SEMI-INNER Ω -SATELLITES OF Ω -FOLIATED FORMATIONS OF FINITE GROUPS.....	46
<i>Shamoyan E.A., Kurilenko S.M.</i> ABOUT LIMITATION OF TOEPLITZ OPERATORS IN SOBOLEV'S WEIGHT SPACES OF HOLOMORPHIC FUNCTIONS IN THE SPHERE.....	48

NATURAL SCIENCES

<i>Anishchenko L.N., Agapova A.A.</i> THE ACCUMULATION OF ELEMENTS OF THE GROUP OF HEAVY METALS IN VARIOUS COMPONENTS OF THE FOREST ECOSYSTEMS OF THE TERRITORIES WITH DIFFERENT ANTHROPOGENIC LOAD.....	54
<i>Afonin A.A.</i> SHAPED VARIETY OF THE WILLOW OF SHERSTISTOPOBEGOVA (SALIX DASYCLADOS WIMM. = SALIX GMELINII PALL.) IN THE TERRITORY OF EASTERN EUROPE.....	57
<i>Bakhtinov A.P.</i> JOINT PARENTERAL INTRODUCTION TO RATS MALES TESTOSTERONE OF PROPIONATE AND UROTESHIN 2 PERSONS, DEFIANT SUDDEN LETHAL OUTCOME.....	61
<i>Bulokhov A.D., Semenishchenkov YU.A., Sapegin L.M., Dainieko N. M.</i> TYPOLOGY OF INUNDATED MEADOWS OF THE VALLEY OF THE RIVER IPUT IN LIMITS BRYANSK (RUSSIA) AND GOMEL (REPUBLIC OF BELARUS) OF AREAS.....	63
<i>Bulokhov A.D., Harin A.V.</i> TYPES OF TERRITORIAL COMPLEXES OF MEADOWS OF THE RIVER IPUT LIMITS BRYANSK (RUSSIA) AND GOMEL (BELARUS) OF AREAS.....	68
<i>Bulochev A. D., Kuzmenko A. A.</i> COMMUNITY RUMEX THYRSIFLORUS FINGER IN THE NORTHWEST OF THE BRYANSK REGION.....	73
<i>Bulokhova N. A.</i> EKOLOGO-FAUNISTICHESKAYA KARABIDOKOMPLEKS CHARACTERISTIC KRATKOPOYEMNYKH MEADOW ASSOCIATIONS OF MEADOWS SOUTHWEST OF RUSSIA.....	76
<i>Goloshchapova S. S., Prokofiev I.L.</i> DYNAMICS OF NUMBER OF MEADOW TYPES DAY BULAVOUSYKH LEPIDOPTEROUS (LEPIDOPTERA) IN THE TERRITORY BRYANSK AREAS IN 2011 - 2013.....	79
<i>Gorbachev A. A. Prokofiev I. L.</i> ASSESSMENT A-РАЗНООБРАЗИЯ WING-HANDED ANIMALS (CHIROPTERA) OF THE BRYANSK REGION ON THE BASIS OF DATA OF REGISTRATION OF THEIR ULTRASONIC SIGNALS.....	83
<i>Demihov V.T., Dolganova M.V., Chuchin D.I., Horina E.V.</i> RESEARCH OF THE SOIL-EROSION DEPENDENCE ON THE BASIC CLIMATE OPTIONS ON THE BRYANSK REGION TERRITORY.....	87
<i>Zaytseva E.V., Teltsov L.P., Harlan A.L., Krikliiv N. N., Shcheglov N. A.</i> SYNTHESIS METHODS A-, B-NI (OH) 2 I DETECTION OF DISTINCTIONS THEIR PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS.....	91
<i>Zaytseva A.A., Gorichev I.G., Kuznetsov S. V.</i> CRITICAL PERIODS OF ONTOGENESIS OF BROILERS OF CROSS-COUNTRY OF "ROSS-308".....	96
<i>Ivenkova I.M.</i> PHYTOCENOLOGICAL ACTIVITY CONYZA CANADENSIS (L.) CRONQUIST IN PLANT COMMUNITIES BRYANSK REGION.....	99
<i>Kadyrkulov A.K.</i> NATURAL LANDSCAPES OF ATBASHY-KARAKOYUNSKOY OF THE VALLEY AND THEIR ANTHROPOGENOUS MODIFICATIONS.....	104
<i>Kostyukova E.E., Zayakin V. V., Nam I.YA.</i> RECEIVING RASTENIY-REGENERANTOV OF LILIUM MARTAGON L. FROM THE BULBOUS CHESHUY IN CULTURE OF IN VITRO WITH TIDIAZURONA USE.....	110
<i>Kuzmenko A.A.</i> CARPINUS BETULUS AND ALNUS INCANA DISTRIBUTION ON NORTHWEST OF THE BRYANSK REGION.....	112
<i>Kunica M.N.</i> DEMOGRAPHIC FACTOR OF THE DEVELOPMENT OF RURAL SETTLEMENT PATTERN OF CENTRAL RUSSIA.....	115

Litvin F.B., Goloshchapova S.S., Averyanov M.A., Martinov S.V., Jigalo V.Ya. THE INFLUENCE OF SHOT-TERM USE OF SCHIZANDRA CHINENSIS (TURKZ.) BAILL) EXTRACT ON SPORTSMEN BLOOD MICROCIRCULATION	120
Litvin F.B., Morozova E.P., Goloshchapova S.S., Siluanov V.V., Averianov M.A. THE INFLUENCE OF PREPARATION «BILAR ON VEGETATIVE REGULATION OF HEART RATE OF YOUNG SPORTSMEN	124
Luzhetsky V.A. RESEARCH OF COMMUNICATIONS BETWEEN ANTHROPOGENOUS POLLUTION ENVIRONMENT AND INCIDENCE OF THE POPULATION MALIGNANT NEW GROWTHS OF THE THROAT IN THE BRYANSK REGION	130
Lyubimov V. B., Logacheva E.A. THE FINDING OF SPECIES OF ORNAMENTAL BUSHES RESISTIBLE TO ENVIRONMENTAL POLLUTION ACCORDING TO THE DEGREE OF ACTIVITY AND TRANSFORMATION OF VEGETABLE PEROXIDASES.	133
Moskalenko I.V., Ljubimov V.B., Smirnov S.I. THE STATUES OF SPECIES QUERCUS ROBUR L. AS A MONUMENT OF WILDLIFE OF THE ALL-RUSSIA VALUE (GLINNOE VILLAGE, NAVLINSKY AREA, BRYANSK REGION)	136
Panasenko N. N., Kharin A. V., Ivenkova I. M., Zaitsev S. A. SOME INFORMATION ABOUT THE BIOLOGY OF HERACLEUM SOSNOWSKYI IN THE BRYANSK REGION	139
Perevozchikova T.A. TEKHNOGENOSTI'S INFLUENCE ON FUKTSIONALNY REACTIONS WARM AND VASCULAR SYSTEM OF STUDENTS OF MEDICAL COLLEGES IN THE VOLGOGRAD REGION	142
Petrenko G. S., Senyukov L.I. Zaytsev S. A. DYNAMICS OF INDEXES OF THE CONSTITUTION OF BROILERS OF CROSS-COUNTRY OF "ROSS-308"	147
Semenishchenkov Yu.A. THE SYNTAXONOMY OF THE FOREST VEGETATION OF THE UPPER DNIPER BASIN WITHIN RUSSIAN FEDERATION	151
Slyunchenko R.A., Akhromeev L.M. TO A QUESTION ABOUT THE RECREATIONAL LOAD ON THE MONUMENTS OF NATURE AND THE PARKS OF BRYANSK CITY.....	154
Trofimets L.N., Panidi E A, Petelko A I, Ivaneha T. L EXPERIMENTAL STUDIES FLUSHING CELL MIKROKUCHEYKOVOY NETWORK USING METHOD RADIOTSEZIEVOGO	156
Fuchylo Y.D., Sbytna M.V., Kaydyk V., Ryabukhin O.Y. FEATURES OF CREATION OF FOREST CULTURES OF SCOTS PINE BY PLANTING AND SOWING	160
Charlampieva M.V. COMPOSITION AND STRUCTURE OF PLANT COMMUNITY THE TALL GRASS SPRUCE FOREST TRACTS «WETLAND RYGUCHA» (NERUSSO -DESNIA NSKO POLESIE, BRYANSK REGION)	163
Khlopyanikov A.M., Naumkin V.N., Khlopyanikova G.V., Krukov A.N. BIOENERGETIC EFFICIENCY OF AGRONOMIC PRACTICES OF CULTIVATING MAIZE INTO GRAIN FOR GETTING ECOLOGICALLY PURE PRODUCTION BY THE ENTERPRISES OF THE RUSSIAN CENTRAL-CHERNOZEMIC ZONE.....	167
Chigray O.N., Zaitseva E.V. DYNAMICS OF ABSOLUTE AND RELATIVE MASS OF LYMPHOID DIVERTICULITIS OF BROILER CROSS «ROSS-308" FROM 1ST TO 40TH DAYS	171
Chigray O.N. DYNAMICS OF SHELLS LYMPHOID DIVERTICULITIS BROILER	174
Shkotova O. N. REACTION OF THE MIXED BEAN AND CEREALS AGROTSENOZOV ON INTRODUCTION AMMONIAC SELITRTA IN THE CONDITIONS OF GREY FOREST SOILS OF THE SOUTH-WEST OF RUSSIA	177
Shkotova O. N., Kononov A.S. Shkotov A.N. EFFICIENCY OF BIOLOGICAL PRODUCTS IN AKTIVITSATION PRODUCTIONAL PROCESS AT BARLEY	180
Shpilev N.S., Torikov V.E., Vysotskiy O.G., Yukhnetskaya L.G. USING ELECTROPHORESIS IN BREEDING OF CROPS	184
Iakovleva S.E. INFLUENCE OF RADIATION POLLUTION OF TERRITORIES AND WORKING CAPACITY ON REPRODUCTION OF HORSES	188
Iakovleva S.E. RADIATION AND ECOLOGICAL SITUATION IN CULTIVATION ZONES HORSES OF THE RUSSIAN RYSISTY BREED.....	191

ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА

УДК 621.378.4

НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КРЕМНИИ И В КРЕМНИЕВЫХ ТОНКОСЛОЙНЫХ СТРУКТУРАХ

И.М. Баранова, К.Н. Евтюхов

Дано обоснование нелинейно-оптической диагностики механических напряжений (стрессов) в изделиях кремниевой микроэлектроники. Проанализированы механизмы влияния стрессов на нелинейно-оптический отклик Si и Si-структур. Предложен метод диагностики стрессов по расщеплению линий в спектре отраженной второй гармоники.

Ключевые слова: отраженная вторая гармоника, механические напряжения, кремний, спектроскопия.

1. Введение

Кремний - основа современной микроэлектроники, поэтому вопрос о диагностике кремния, его поверхностей, а также микро- и наноструктур на его основе весьма актуален. Комплекс диагностических методов пополнился в последние десятилетия нелинейно-оптическими, из которых основным является метод генерации второй гармоники (ВГ) лазерного излучения, отраженной от поверхности Si или тонкослойных Si-структур. По этому направлению с 80-ых годов выполнены сотни теоретических и экспериментальных работ, обзор которых можно найти в [1-2]. Метод генерации отраженной ВГ (ОВГ) эффективен для изучения именно поверхностей, межфазных границ и тонкослойных структур, так как Si (кубический кристалл класса $m\bar{3}m$) обладает инверсионной симметрией, поэтому в его объеме дипольные переходы, обуславливающие генерацию ВГ, запрещены. В приграничных же областях инверсионная симметрия снимается, что создает условия для генерации в этих областях дипольной ОВГ. Практика подтвердила высокую чувствительность метода генерации ОВГ к состоянию поверхности кремния и различных межфазных границ на его основе, в том числе - важнейшей для электроники границы Si-SiO₂.

Качество изделий кремниевой микроэлектроники сильно зависит от наличия в них механических напряжений (стрессов), неизбежно возникающих в процессе их изготовления [3] и функционирования. В работе [2] механические напряжения разделены на макронапряжения, для которых размеры напряженной области значительно превосходят межатомные расстояния, и на микронапряжения атомарного масштаба.

Наличие стрессов проявляется и в нелинейно-оптическом отклике Si и Si-структур. Во-первых, изменяется общая интенсивность сигнала ОВГ. Во-вторых, изменяется анизотропия сигнала ОВГ, то есть вид зависимости интенсивности ОВГ от угла поворота отражающей поверхности относительно нормали к ней. В-третьих, существенно изменяется спектр ОВГ.

В ряде работ целенаправленно создавались напряжения в Si, и исследовалось их влияние на генерацию ОВГ [4]. В других обнаруживалось существенное влияние на параметры ОВГ технологических стрессов, например на границе Si-SiO₂ [5]. Зачастую влияние напряжений не было столь очевидным и рассматривалось лишь как сопутствующий фактор при анализе экспериментальных результатов [6]. Однако до сих пор не вполне ясно, каким образом осуществляется влияние стрессов на нелинейно-оптические свойства Si и Si-структур. По-видимому, существует не один, а целый ряд механизмов такого влияния, известных из физики твердого тела, в частности - из физики полупроводников. Основными из них являются снятие запрета на генерацию дипольной ВГ в анизотропно деформированных областях и стресс-модифицирование зонной структуры Si, приводящее к изменению его спектральных и электрофизических свойств. Влияние же атомарной и электронной структуры среды на ее нелинейно-оптические параметры описывается в рамках формализма нелинейно-оптических восприимчивостей среды.

Цель данной работы: на основе анализа механизмов влияния стрессов на нелинейно-оптический отклик Si и Si-структур обосновать возможности ОВГ-диагностики напряжений в изделиях кремниевой микроэлектроники.

2. Деформации и напряжения в кристалле Si. Потенциалы деформации

В теории упругости кристаллических сред [7] деформированное состояние тела характеризует тензор деформации $\vec{U}$. Он симметричен ($u_{ij} = u_{ji}$), его диагональные компоненты u_{ii} описывают деформации сжатия ($u_{ii} < 0$) или растяжения ($u_{ii} > 0$), а недиагональные - деформацию сдвига. Средняя деформация сжатия/растяжения $u_h = \frac{1}{3} \sum_i u_{ii}$ называется гидростатической.

Любая деформация есть суперпозиция деформаций всестороннего сжатия/растяжения и чистого сдвига:

$$u_{ij} = \left(\frac{1}{3} \sum_i u_{ii} \right) \cdot \delta_{ij} + \left[u_{ij} - \left(\frac{1}{3} \sum_i u_{ii} \right) \cdot \delta_{ij} \right] = u_h \cdot \delta_{ij} + (u_{shear})_{ij}.$$

Механические напряжения, возникающие в деформированном кристалле, характеризует тензор напряжений $\vec{\sigma}$. Его диагональные компоненты σ_{ii} - нормальные напряжения (при растяжении $\sigma_{ii} > 0$, при сжатии $\sigma_{ii} < 0$), недиагональные - скалывающие напряжения, $\sigma_h = \frac{1}{3} \sum_i \sigma_{ii}$ - гидростатическое напряжение. В случае всестороннего изотропного сжатия/растяжения $\sigma_h = -p$, где p - внешнее давление.

При малых деформациях, когда справедлив закон Гука, тензоры второго ранга деформации и напряжений связаны соотношением $u_{ij} = \sum_{k,l} S_{ijkl} \cdot \sigma_{kl}$, где S_{ijkl} - компоненты тензора податливости $\vec{S}$.

Для кубического кристалла Si из 81 компоненты тензора четвертого ранга $\vec{S}$ ненулевыми являются 21 компонента, причем независимы лишь три. В кристаллографической системе координат, оси которой OX , OY , OZ совпадают с направлениями $[100]$, $[010]$, $[001]$,

$$\begin{aligned} S_{xxxx} &= S_{yyyy} = S_{zzzz} = S_{11}; \\ S_{xxyy} &= S_{yyxx} = S_{xxzz} = S_{zzxx} = S_{yyzz} = S_{zzyy} = S_{12}; \\ S_{xyxy} &= S_{yxyx} = S_{xyyx} = S_{yxxy} = S_{xzzz} = S_{zzxz} = S_{zzzx} = S_{zzxx} = \\ &= S_{yzyz} = S_{zyyz} = S_{yzyy} = S_{zyzy} = \frac{S_{44}}{4}. \end{aligned}$$

Для Si при всестороннем изотропном сжатии/растяжении тензоры напряжений и деформаций упрощаются: $\vec{\sigma} = \sigma_h \cdot I$, $\vec{u} = u_h \cdot I = 3 \cdot (S_{11} + 2S_{12}) \cdot \frac{\sigma_h}{3} \cdot I$,

где I - единичная матрица.

При одноосном напряжении в кристаллографическом направлении $[001]$ ненулевой является единственная компонента тензора напряжений $\sigma_{zz} = \sigma$. При этом $u_{xx} = u_{yy} = S_{12}\sigma$, $u_{zz} = S_{11}\sigma$, $u_{xy} = u_{xz} = u_{yz} = 0$, и тензор деформации можно представить в виде

$$\vec{u} = (S_{11} + 2S_{12}) \cdot \frac{\sigma}{3} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} + 2 \frac{S_{11} - S_{12}}{2} \cdot \frac{\sigma}{3} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}.$$

При приложении одноосного напряжения σ в направлении $[111]$ все компоненты тензора напряжений одинаковы: $\sigma_{ij} = \sigma/3$. При этом $u_{xx} = u_{yy} = u_{zz} = (S_{11} + 2S_{12}) \cdot \frac{\sigma}{3}$,

$u_{xy} = u_{xz} = u_{yz} = 2 \frac{S_{44}}{4} \cdot \frac{\sigma}{3}$, и тензор деформации можно представить в виде

$$\vec{u} = (S_{11} + 2S_{12}) \cdot \frac{\sigma}{3} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} + 2 \frac{S_{44}}{4} \cdot \frac{\sigma}{3} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

При приложении одноосного напряжения σ в направлении $[110]$ отличны от нуля лишь компоненты $\sigma_{xx} = \sigma_{xy} = \sigma_{yx} = \sigma_{yy} = \sigma/2$. При этом $u_{xx} = u_{yy} = (S_{11} + S_{12}) \cdot \frac{\sigma}{2}$, $u_{zz} = S_{12}\sigma$,

$u_{xy} = \frac{S_{44}}{4} \cdot \sigma$, $u_{xz} = u_{yz} = 0$, и тензор деформации можно представить в виде

$$\vec{u} = (S_{11} + 2S_{12}) \cdot \frac{\sigma}{3} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \frac{S_{11} - S_{12}}{2} \cdot \frac{\sigma}{3} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} + \frac{S_{44}}{4} \cdot \sigma \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Формулы (3)-(5) иллюстрируют общее утверждение о том, что произвольные одноосные напряжения вызывают идентичные изотропные деформации сжатия/растяжения, но различные сдвиговые деформации.

Воздействие деформаций (напряжений) на зонную структуру кристаллов в общем случае ха-

характеризуют посредством потенциалов деформации $D_{ij}(q, \vec{k}) = \frac{\partial E(q, \vec{k})}{\partial u_{ij}}$, а в случае одноосного (σ)

или всестороннего однородного ($\sigma = \sigma_h$) напряжения с помощью потенциала $D_\sigma(q, \vec{k}) = \frac{\partial E(q, \vec{k})}{\partial \sigma}$, где

$E(q, \vec{k})$ - потенциальная энергия электрона с волновым вектором $\vec{k}$ в зоне с номером q .

3. Стресс-индуцированные нелинейно-оптические восприимчивости кремния

В нелинейной оптике в качестве источника оптического (в том числе - нелинейно-оптического) отклика среды рассматривается индуцируемая в ней под действием волны накачки поляризация $\vec{P}$, включающая в себя нелинейную поляризацию $\vec{P}^{NL}$. В дипольном приближении ее компоненты можно разложить в ряд по степеням напряженности $\vec{E}$ электрического поля волны накачки:

$$\begin{aligned} P_i &= P_i^L + P_i^{NL} = \varepsilon_0 [\chi_{ij}^{(1)} \cdot E_j + \chi_{ijk}^{(2)} : E_j E_k + \chi_{ijkl}^{(3)} : E_j E_k E_l + \dots] = \\ &= P_i^{(1)} + P_i^{(2)} + P_i^{(3)} + \dots \end{aligned}$$

где $\tilde{\chi}^{(1)}$ - линейная восприимчивость, $\tilde{\chi}^{(2)}$, $\tilde{\chi}^{(3)}$ и так далее - нелинейные восприимчивости.

Техника расчета нелинейных восприимчивостей полупроводниковых кристаллов, основанная на методе линейных комбинаций атомных орбиталей (ЛКАО), была предложена в работе [8] и использована в [5, 9] для расчета стресс-индуцированных нелинейных восприимчивостей кремния. В работе [8] для компонент тензора квадратичной восприимчивости $\tilde{\chi}^{(2)}$, описывающего генерацию ВГ, в низкочастотном приближении было получено следующее выражение (в системе СГС):

$$\chi_{ijk}^{(2)}(\omega \rightarrow 0) = -\frac{3\chi_{ii}^{(1)}e}{2E_g \langle \tilde{r}_i^2 \rangle} \cdot \langle \tilde{r}_i \tilde{r}_j \tilde{r}_k \rangle, \text{ где } E_g - \text{ширина запрещенной зоны, скобки } \langle \dots \rangle \text{ означают усреднение по основному состоянию, } \tilde{r}_i = r_i - \langle r_i \rangle, r_i - \text{координата валентного электрона кремния.}$$

В работах [5, 9] был введен тензор квадратичной стресс-индуцированной нелинейной восприимчивости $\tilde{\chi}^{(2)STR} = \tilde{\chi}^{STR}$. В типичном случае, когда величина неоднородной деформации зависит лишь от расстояния Z до поверхности кристалла, инверсионная симметрия кремния в этом направлении нарушается.

Можно показать, что при этом в деформированной области у поверхности Si(001) тензор $\tilde{\chi}^{STR}$ имеет 7 ненулевых компонент, из них независимы 3:

$$\chi_{zzz}^{STR}, \quad \chi_{xxz}^{STR} = \chi_{xxz}^{STR} = \chi_{yyz}^{STR} = \chi_{yyz}^{STR}, \quad \chi_{zxx}^{STR} = \chi_{zyy}^{STR},$$

где оси OX, OY, OZ совпадают с кристаллографическими осями.

В деформированной области у поверхности Si(111) тензор $\tilde{\chi}^{STR}$ имеет 11 ненулевых компонент, из них независимы 4:

$$\begin{aligned} \chi_{xxx}^{STR} = -\chi_{xyy}^{STR} = -\chi_{yxy}^{STR} = -\chi_{yyx}^{STR}, \quad \chi_{xxz}^{STR} = \chi_{xxz}^{STR} = \chi_{yyz}^{STR} = \chi_{yyz}^{STR}, \\ \chi_{zxx}^{STR} = \chi_{zyy}^{STR}, \quad \chi_{zzz}^{STR}, \end{aligned}$$

где оси OX, OY, OZ совпадают с кристаллографическими направлениями $[2\bar{1}\bar{1}]$, $[01\bar{1}]$, $[111]$, соответственно.

В деформированной области у поверхности Si(110) тензор $\tilde{\chi}^{STR}$ имеет 7 ненулевых компонент, из них независимы 5:

$$\chi_{xxz}^{STR} = \chi_{xxz}^{STR}, \quad \chi_{yyz}^{STR} = \chi_{yyz}^{STR}, \quad \chi_{zzz}^{STR}, \quad \chi_{zxx}^{STR}, \quad \chi_{zyy}^{STR},$$

где оси OX, OY, OZ совпадают с кристаллографическими направлениями $[\bar{1}10]$, $[001]$, $[110]$, соответственно.

В работе [5] рассмотрен случай, когда на поверхности Si(111) действует тангенциальное двусное поверхностное напряжение $\sigma = \sigma_{xx} = \sigma_{yy}$, и напряжения совместно с деформациями экспоненциально уменьшаются при увеличении расстояния Z до поверхности: $u_{x_0x_0}(z) = u_{x_0x_0}(0) \cdot e^{-\Gamma \cdot z} =$

$\frac{2\sigma}{3}(S_{11} + 2S_{12}) \cdot e^{-\Gamma \cdot z}$ ($OX_0Y_0Z_0$ - кристаллографическая система координат). В этой работе применен метод ЛКАО, а гамильтониан связи атомов Si-Si представлен в виде $\hat{H}^\eta = \hat{H}_0 + \hat{H}_{e-ph}^\eta$, где $\eta = 1, 2, 3, 4$ - номер одной из ковалентных связей атома Si, $\hat{H}_0$ - невозмущенный гамильтониан, $\hat{H}_{e-ph}^\eta = \sum_{ij} D_{ij} u_{ij} = 3D_{x_0x_0} \cdot u_{x_0x_0}$ - гамильтониан возмущения данной связи, то есть энергия электрон-фоонного взаимодействия в деформированном кристалле, $D_{x_0x_0}$ - потенциал деформации.

В работе [5] получено выражение для одной из компонент тензора $\tilde{\chi}^{STR}$:

$$\chi_{zy}^{STR} [\text{ед. СГС}] = -11.40 \cdot \frac{eD_{x_0x_0} \Gamma \cdot a_0^2 \cdot \chi^{(1)}}{E_g^2} \cdot u_{xx}(0) = 5.0 \cdot \sigma [\text{кбар}]'$$

где a_0 - борковский радиус.

В работе [9] аналогично получены выражения для ряда других компонент тензора $\tilde{\chi}^{STR}$ для поверхностей Si(111) и Si(001).

Сравнительный анализ стресс-индуцированного и других вкладов в нелинейную восприимчивость показал, что влияние напряжений существенно, если толщина деформированного слоя Γ^{-1} много меньше характерной глубины d_{SH} проникновения ВГ в Si. Например, при использовании лазера на гранате с неодимом с длиной волны излучения накачки 1.06 мкм $d_{SH} = 780$ нм.

В работах [5, 9] изучались неоднородные по глубине механические напряжения, возникающие в Si при остывании после термического окисления поверхности из-за различия коэффициентов теплового расширения Si и SiO₂. Наличие таких напряжений проявлялось как в увеличении (до 20-кратного) общей интенсивности сигнала ОВГ по сравнению с неокисленными образцами, так и в изменении анизотропии сигнала ОВГ. Поверхностное напряжение, оцененное по результатам нелинейно-оптической диагностики, имело величину порядка 1 ГПа, что соответствовало значениям, найденным независимыми методами.

4. Влияние механических напряжений на спектр ВГ

В спектроскопии ВГ, отраженной от кремния, основное внимание уделяется спектральной линии (группе линий) с энергией ≈ 3.4 эВ. Природа этой спектральной особенности является предметом дискуссий. По-видимому, этот резонанс обусловлен наложением двух близлежащих линий E'_0 и E_1 . На рисунке 1 показан фрагмент зонной структуры кремния и прямые межзонные переходы, обуславливающие появление этих линий. Линии E'_0 с несколько меньшей энергией (≈ 3.3 -3.4 эВ) соответствует переход $\Gamma_{15} \rightarrow \Gamma_{25'}$, либо $\Delta_1^c \rightarrow \Delta_5^v$ вблизи точки Γ - центра зоны Бриллюэна. Линии E_1 с несколько большей энергией (≈ 3.4 -3.5 эВ) соответствует переход $\Lambda_1^c \rightarrow \Lambda_3^v$, либо $L_1^c \rightarrow L_3^v$ (верхние индексы c и v в обозначениях точек и направлений в зоне Бриллюэна указывают на отношение к зоне проводимости или к валентной зоне, соответственно).

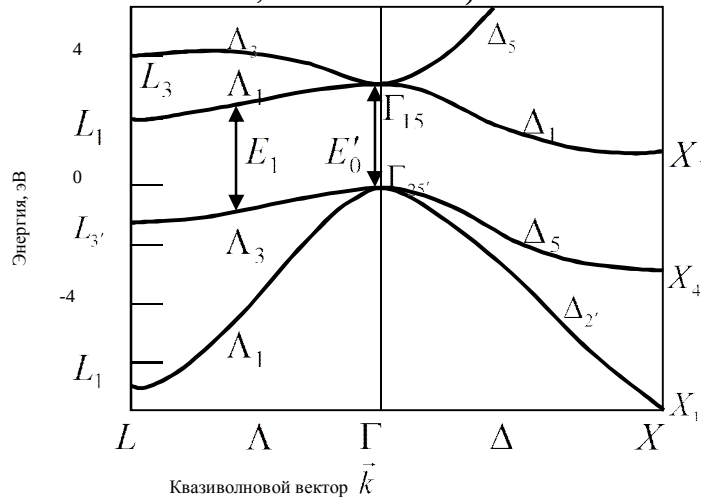


Рисунок 1. Фрагмент зонной структуры кремния.

Точка Γ - центр зоны Бриллюэна ($k = 0$), Λ , Δ - эквивалентные направления высокой симметрии $\langle 111 \rangle$, $\langle 001 \rangle$, соответственно, L , X - точки пересечения этих направлений высокой симметрии с поверхностью зоны [10].

Мы считаем, что в нелинейно-оптической стресс-диагностике Si и Si-структур можно использовать следующие механизмы влияния напряжений на спектр ОБГ.

Во-первых, неизбежные при любых одноосных или всесторонних напряжениях изотропные деформации сжатия/растяжения вызывают изменение энергии оптических переходов. Так, зависимость энергии перехода E'_0 от изотропной деформации характеризует потенциал $D_h(E'_0) = -3,09$ эВ, а от напряжения - потенциал $D_{oh}(E'_0) = -13,5$ мэВ/ГПа (при расчете этих потенциалов использованы данные работы [11]). Так как эти потенциалы отрицательны, то растяжение кристалла и удлинение связей Si-Si должно вести к красному смещению линии E'_0 , что неоднократно наблюдалось на опыте, например, в работе [4].

Во-вторых, всестороннее сжатие/растяжение ведет к изменению ширины запрещенной зоны E_g , что характеризуют потенциалы $D_h(E_g) \approx 4,5$ эВ и $D_{oh}(E_g) \approx 20$ мэВ/ГПа. Так как эти потенциалы положительны, то при всестороннем сжатии запрещенная зона сужается. Отметим, что происходящее вследствие этого изменение концентрации носителей в Si для нелинейной оптики является сопутствующим фактором, что и отмечалось, например, в работе [2].

Нам представляется, что для спектроскопии ВГ перспективен третий механизм: анизотропная составляющая стрессов, изменяя симметрию решетки, вызывает расщепление энергетических зон, то есть дисперсионных кривых $E(k)$, и соответствующее расщепление спектральных линий. Различают межзонное и внутризонное расщепление (МЗР и ВЗР). МЗР происходит из-за устранения эквивалентности некоторых кристаллографических направлений и соответствующих дисперсионных кривых, если проекции на эти направления приложенного напряжения различны. Например, шесть эквивалентных направлений Δ станут неэквивалентными при приложении напряжения в направлении $[001]$. ВЗР обуславливается расщеплением дисперсионных кривых, вырожденных в отсутствие стресса, например расщеплением в точке Γ двух дисперсионных кривых, образующих потолок валентной зоны.

Лучше изучено влияние напряжений на линию E_1 . Обобщим результаты работ [12-14], посвященных этому вопросу. По мнению авторов этих работ, линия E_1 обусловлена переходами $\Lambda_1^c \rightarrow \Lambda_3^v$ в восьми эквивалентных точках зоны Бриллюэна, лежащих на направлениях Λ , то есть $\langle 111 \rangle$. На рисунке 2 показаны изменения дисперсионных кривых Λ_1^c и Λ_3^v при приложении одноосных напряжений в направлениях $[001]$ и $[111]$. Напряжение в направлении $[001]$ не нарушает эквивалентности направлений $\langle 111 \rangle$ и вызывает лишь сдвиг кривых и ВЗР двукратно вырожденной кривой Λ_3^v (изменение межзонного расстояния показано как смещение лишь кривой Λ_1^c). Таким образом, линия E_1 разделяется на две линии E_{1a} и E_{1b} . Напряжение $\sigma \parallel [111]$, устраняя эквивалентность направлений Λ , ведет, наряду со сдвигом зон, к МЗР кривых Λ_1^c и Λ_3^v , а также к ВЗР линии Λ_3^v . При этом разрешены лишь три из множества возможных переходов, которым соответствуют линии E_{1c} , E_{1d} и E_{1e} .

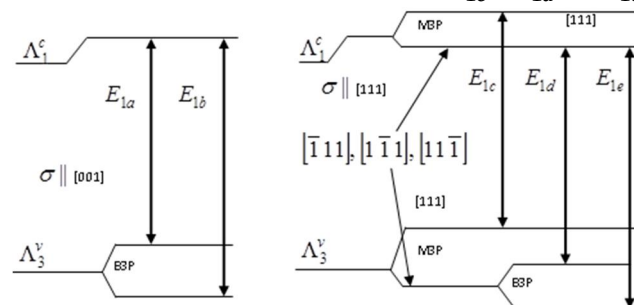


Рисунок 2. Расщепление дисперсионных кривых Λ_3^v и Λ_1^c при приложении одноосного сжимающего напряжения в направлениях $[001]$ (левая часть) и $[111]$ (правая часть).

Стрелки – переходы, возникающие при расщеплении перехода E_1 . По работам [12, 14].

Оценим величину расщепления линии E_1 при $\sigma \parallel [001]$. Как следует из работы [14]

$$\Delta E_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot D_3^3 (S_{11} - S_{12}) \cdot \sigma. \quad \text{Используя значения } D_3^3 = 5 \text{ эВ} \quad [14], \quad S_{11} = 8.63 \text{ МПа}^{-1},$$

$$S_{12} = -2.13 \text{ МПа}^{-1} [2], \text{ получаем } \frac{\Delta E_1}{\sigma} = 0.088 \text{ эВ/ГПа.}$$

Из расчета следует, что расщепление линии E_1 , возникающее при реально существующих напряжениях (~1 ГПа), вполне может быть обнаружено методом спектроскопии ОБГ. Однако это до сих пор не реализовано.

5. Заключение

Таким образом, метод генерации ОБГ весьма перспективен для диагностики механических напряжений в кристаллах Si и в структурах Si-SiO₂. Особый интерес может представлять предложенный в данной работе способ определения напряжений по величине расщепления линий в спектре ОБГ.

The prove of nonlinear-optical diagnostics of mechanical stresses in silicon microelectronic devices is given. Mechanism of action of stresses on nonlinear-optical response of Si and Si-structures is analyzed. The method of stress-diagnostics by means of line splitting in the reflected second harmonic spectrum is proposed.

The key words: *reflected second harmonic, mechanical stresses, silicon, spectroscopy.*

Список литературы

1. Lüpke G. Characterization of semiconductor interfaces by second-harmonic generation // Surf. Sci. Rep. 1999. V. 35. Pp. 75-161.
2. Акципетров О.А., Баранова И.М., Евтюхов К.Н. Нелинейная оптика кремния и кремниевых наноструктур. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2012. 544 с.
3. Hu S.M. Stress-related problems in silicon technology // J. Appl. Phys. 1991. V. 70. № 6. Pp. R53-R80.
4. 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.
5. Huang J.Y. Probing inhomogeneous lattice deformation at interface of Si(111)/SiO₂ by optical second-harmonic reflection and Raman spectroscopy // Jpn. J. Appl. Phys. 1994. V. 33. Pp. 3878-3886.
6. Kulyuk L.L., Shutov D.A., Strumban E.E., Aktsipetrov O.A. Second – harmonic generation by an SiO₂-Si interface: influence of the oxide layer // J. Opt. Soc. Am. B. 1991. V. 8. № 8. Pp. 1766-1769.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10-ти томах. Т. VII. Теория упругости. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. 264 с.
8. Jha S.S., Bloembergen N. Nonlinear optical susceptibilities in group-IV and III-V semiconductors // Phys. Rev. 1968. V. 171. Pp. 891-898.
9. Govorkov S.V., Emel'yanov V.I., Koroteev N.I., Petrov G.I., Shumay I.L., Yakovlev V.V. Inhomogeneous deformation of silicon surface layers probed by second-harmonic generation in reflection // J. Opt. Soc. Am. B. 1989. № 6. Pp. 1117-1124.
10. Ю П., Кардона М. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит. 2002. 560 с.
11. Goroff I., Kleiman L. Deformation potentials in silicon. III. Effects of a general strain on conduction and valence levels // Phys. Rev. 1963. V. 132. № 3. Pp. 1080-1084.
12. Pollak F.H., Rubloff G.W. Piezo-optical evidence for Λ transitions at the 3.4-eV optical structure of silicon // Phys. Rev. Lett. 1972. V. 29. № 12. Pp. 789-792.
13. Kondo K., Moritani A. Symmetry analysis and uniaxial-stress effect on the low-field electroreflectance of Si from 3.0 to 4.0 eV // Phys. Rev. B. 1976. V. 14. № 4. Pp. 1577-1592.
14. Etchegoin P., Kircher J., Cardona M. Elasto-optical constants of Si // Phys. Rev. B. 1993. V. 47. № 16. Pp. 10292-10303.

Об авторах

Баранова И.М. – кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой Брянской государственной инженерно-технологической академии, prbarano@yandex.ru

Евтюхов К.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент, профессор Брянской государственной инженерно-технологической академии, kne1952@yandex.ru

УДК 512.542

АЛГЕБРАИЧНОСТЬ РЕШЕТОК Ω -РАССЛОЕННЫХ ФОРМАЦИЙ

Ю.А. Еловикова

Исследуются решетки ΩF_n^φ всех n -кратно Ω -канонических формаций конечных групп. Доказано, что ΩF_n^φ для произвольного $n \in \mathbb{N}$ и φ такого, что $\varphi_0 \leq \varphi$ является алгебраической решеткой.

Ключевые слова: конечная группа, формация, решетка, n -кратно Ω -расслоенная формация, алгебраичность решетки.

Классом групп называется совокупность групп X , содержащая вместе с каждой своей группой G и все группы, ей изоморфные. Через $H(X)$ обозначается класс всех гомоморфных образов всех групп из X , $R_0(X)$ – класс всех изоморфных копий конечных подпрямых произведений групп из X . Формацией называется класс групп F , замкнутый относительно взятия гомоморфных образов и конечных подпрямых произведений групп из F .

В рамках функционального подхода к заданию формаций конечных групп в работах В.А. Ведерникова и М.М. Сорокиной (1999 г.) было введено понятие Ω -расслоенных формаций с различными направлениями. Оно позволило ввести в рассмотрение бесконечное множество новых типов формаций, каждый из которых характеризуется определенным направлением φ . Частным случаем Ω -расслоенных формаций являются композиционные формации, играющие важную роль при изучении конечных неразрешимых групп.

Через Ω обозначается непустой подкласс класса I всех конечных простых групп, а направление формации определяется как отображение φ класса I во множество всех непустых формаций Фиттинга.

Результаты и методы общей теории решеток с успехом используются в различных областях современной математики. Решеткой называется частично упорядоченное множество, в котором каждое двухэлементное множество имеет как точную верхнюю, так и точную нижнюю грани. Отсюда следует, что указанные грани имеет и каждое непустое конечное подмножество.

Рассматривая множество формаций θ , упорядоченное относительно включения « $\subseteq$ », точную нижнюю и точную верхнюю грань находят, соответственно, при помощи операций пересечения и формационного объединения, и обозначают: $\inf(F, H) = F \wedge H = F \cap H$ и $\sup(F, H) = F \vee H = \theta \text{form}(F \cup H)$ – пересечение всех формаций из θ , содержащих $F \cup H$. Если множество θ замкнуто относительно пересечения и в θ имеется такая формация M , что $L \subseteq M$ для любой $L \in \theta$, то $\inf(F, H) \in \theta$ и $\sup(F, H) \in \theta$, тем самым на множестве θ задана структура решетки. В этом случае θ называется полной решеткой формаций.

В [3] исследуется полная решетка I_n^τ всех n -кратно локальных τ -замкнутых формаций. Ряд работ автора [4-7] посвящен разработке специального аппарата для применения методов общей теории решеток при изучении n -кратно Ω -расслоенных формаций. Основным результатом данной работы – доказательство алгебраичности решетки ΩF_n^φ всех n -кратно Ω -расслоенных формаций для произвольного $n \in \mathbb{N}$ и φ такого, что $\varphi_0 \leq \varphi$.

Все группы предполагаются конечными. Через G обозначают класс всех конечных групп. Необходимые определения и обозначения можно найти в [1-3]. В частности, функция $f: \Omega \cup \{\Omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, принимающая одинаковые значения на изоморфных группах из Ω , называется Ω -формационной функцией или, коротко, ΩF -функцией. Функция $\varphi: I \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$, принимающая одинаковые значения на изоморфных группах из I , называется формационно-радикальной функцией или, коротко, FR -функцией. Согласно [1], формация F называется Ω -расслоенной с направлением φ , если

$$F = \Omega F(f, \varphi) = (G \in G \mid G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in \varphi(A) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G)),$$

где f и φ – некоторые ΩF -функция и FR -функция соответственно. Функцию f называют Ω -спутником формации F .

Пусть θ – полная решетка формаций. Будем называть Ω -формационную функцию θ -значной или, коротко, $\Omega\theta$ -функцией, если все ее значения принадлежат θ . Через $\Omega F^\varphi \theta$ обозначим множество всех Ω -расслоенных формаций с направлением φ , обладающих хотя бы одним $\Omega\theta$ -спутником. Обозначим также $\Omega F\theta(X, \varphi) = \Omega F^\varphi \theta \text{form}(X)$ – пересечение всех формаций, принадлежащих решетке $\Omega F^\varphi \theta$, и содержащих класс групп X . Множество всех Ω -расслоенных формаций с направлением φ обозначим через ΩF^φ .

Как показано в [4], ΩF^φ образует полную решетку формаций. Всякую формацию считают 0-кратно ΩF^φ -формацией. Формацию F называют n -кратно ΩF^φ -формацией для некоторого натурального n , если она обладает Ω -спутником, все непустые значения которого являются $(n-1)$ -кратно ΩF^φ -формациями. Обозначим ΩF_n^φ – множество всех n -кратно Ω -расслоенных формаций с направлением φ . Если X – некоторый непустой класс групп, то $\Omega F_n(X, \varphi) = \Omega F_n^\varphi \text{form}(X)$ – пересечение всех форма-

ций из ΩF_n^φ , содержащих X .

Элемент F полной решетки формаций θ называется компактным, если для любого подмножества $\{F_i \mid i \in I\} \subseteq \theta$ из $F \subseteq \sup (F_i \mid i \in I) = \vee_\theta (F_i \mid i \in I) = \theta \text{form}(F_i \mid i \in I)$ вытекает существование такого конечного подмножества $\{F_j \mid j=1,2,\dots, s\} \subseteq \{F_i \mid i \in I\}$, что $F \subseteq \sup (F_j \mid j=1,2,\dots, s) = \vee_\theta (F_j \mid j=1,2,\dots, s) = \theta \text{form}(F_j \mid j=1,2,\dots, s)$. Полная решетка формаций называется алгебраической, если любой ее элемент является решёточным объединением компактных элементов.

Лемма 1 ([4], лемма 1). Пусть X – непустой класс групп, θ – полная решетка формаций. Тогда Ω -расслоенная формация $F = \Omega F_\theta(X, \varphi)$, где $\varphi_0 \leq \varphi$, обладает единственным минимальным $\Omega\theta$ -спутником f таким, что

$$f(\Omega') = \theta \text{form}(G / O_\Omega(G) \mid G \in X),$$

$$f(A) = \theta \text{form}(G / G_{\varphi(A)} \mid G \in X) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(X), \quad f(A) = \emptyset, \text{ если } A \in \Omega \cap K(X).$$

Лемма 2 ([1], стр 133). Пусть f_i – минимальный Ω -спутник Ω -расслоенной формации F_i с направлением φ , где $\varphi_0 \leq \varphi$, $i=1,2$. Тогда и только тогда $F_1 \subseteq F_2$, когда $f_1 \leq f_2$.

Лемма 3. Пусть θ – полная решетка формаций, φ – направление Ω -расслоенной формации, $\varphi_0 \leq \varphi$, f_i – минимальный $\Omega\theta$ -спутник Ω -расслоенной с направлением φ формации F_i , $i \in I$. Тогда $\vee_\theta (f_i \mid i \in I)$ – минимальный θ -значный Ω -спутник формации $F = \vee_{\Omega F_\theta} (F_i \mid i \in I)$.

Доказательство.

Пусть f – минимальный θ -значный Ω -спутник формации F , а $h = \vee_\theta (f_i \mid i \in I)$ – спутник, описанный в условии. Покажем, что $f = h$. Рассмотрим формацию $H = \Omega F(h, \varphi)$. Поскольку $f_i \leq h$, то $F_i \subseteq H$, значит $F \subseteq H$.

Заметим также, что из строения минимального θ -значного Ω -спутника формации $F = \Omega F_\theta(X, \varphi) = \Omega F_\theta(F, \varphi)$ (лемма 1) справедливо $K(F) \cap \Omega = K(X) \cap \Omega$. В нашем случае

$$K(F) \cap \Omega = K(\cup_{i \in I} F_i) \cap \Omega = (\cup_{i \in I} K(F_i)) \cap \Omega.$$

С учетом этого, для любой простой группы $A \in K(F) \cap \Omega$ имеем $A \in K(F_k) \cap \Omega$ для некоторого $k \in I$. Тогда $f_k(A) \neq \emptyset$ и

$$h(A) = \theta \text{form}(\cup_{i \in I} f_i(A)) \subseteq \theta \text{form}(\cup_{i \in I} \theta \text{form}(G / G_{\varphi(A)} \mid G \in F_i)) = \theta \text{form}(G / G_{\varphi(A)} \mid G \in \cup_{i \in I} F_i) = f(A) \neq \emptyset$$

При $A \in \Omega \cap K(F)$ получим $h(A) = f(A) = \emptyset$ для всех $i \in I$. Таким образом, $h \leq f$ и $H \subseteq F$.

По доказанному выше, $H = F$ и F обладает спутником h .

Из минимальности f и условия $h \leq f$ заключаем, что $f = h$. Лемма доказана.

Теорема 1. Для произвольного $n \in \mathbb{N}$ и направления Ω -расслоенной формации φ такого, что $\varphi_0 \leq \varphi$, решетка ΩF_n^φ является алгебраической.

Доказательство. Применяя индукцию по n , покажем, что каждая однопорождённая ΩF_n^φ -формация F является компактным элементом в ΩF_n^φ . Пусть

$$F = \Omega F_n(G, \varphi) \subseteq H = \Omega F_n(\cup_{i \in I} F_i, \varphi),$$

где F_i – n -кратно Ω -расслоенная формация с направлением φ . Покажем, что существуют такие $j_1, j_2, \dots, j_s \in I$, что

$$F \subseteq \Omega F_n(\bigcup_{r=1}^s F_{j_r}, \varphi).$$

Пусть $n=0$. Тогда $F = \text{form}(G) \subseteq H = \text{form}(\cup_{i \in I} F_i)$, следовательно,

$$G \in \text{form}(\cup_{i \in I} F_i) = HR_0(\cup_{i \in I} F_i)$$

Значит, $G \cong M/N$ для некоторой группы $M \cong R_0(\cup_{i \in I} F_i)$, и найдутся $i_1, i_2, \dots, i_t \in I$, такие что $G \in R_0(F_{i_1} \cup F_{i_2} \cup \dots \cup F_{i_t})$. Отсюда следует, что $G \in \text{form}(F_{i_1} \cup F_{i_2} \cup \dots \cup F_{i_t})$ и

$$F \subseteq \text{form}(F_{i_1} \cup F_{i_2} \cup \dots \cup F_{i_t}).$$

Пусть $n > 0$ и однопорожденные ΩF_{n-1}^φ формации являются компактными элементами в ΩF_n^φ . По лемме 1, существуют следующие спутники: f – минимальный ΩF_{n-1}^φ -значный Ω -спутник формации F , h – минимальный ΩF_{n-1}^φ -значный Ω -спутник формации H , f_i – минимальный ΩF_{n-1}^φ -значный Ω -спутник формации F_i , $i \in I$.

Принимая в лемме 1 $\theta = \Omega F_{n-1}^\varphi$, получим

$$f(\Omega') = \Omega F_{n-1}(G / O_\Omega(G), \varphi), \quad f(A) = \Omega F_{n-1}(G / G_{\varphi(A)}, \varphi) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G),$$

$f(A) = \emptyset$, если $A \in \Omega \setminus K(G)$.

Таким образом, все непустые значения Ω -спутника f являются однопорожденными ΩF_{n-1}^φ -формациями. По лемме 2, $f \leq h$. Для произвольной группы $A \in \Omega \cup \{\Omega'\}$, ввиду леммы 3,

$$h(A) = \bigvee_{\Omega F_{n-1}^\varphi} (f_i \mid i \in I)(A) = \Omega F_{n-1}(\bigcup_{i \in I} f_i(A), \varphi).$$

Поскольку $f(A) \subseteq h(A)$, то, по предположению индукции, для каждой группы $A \in \Omega \cap K(G)$ можно найти такие индексы $i_1, i_2, \dots, i_t \in I$, что

$$G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \subseteq \bigvee_{\Omega F_{n-1}^\varphi} (f_{i_k}(A) \mid k=1, 2, \dots, t) = \Omega F_{n-1}(\bigcup_{k=1}^t f_{i_k}(A), \varphi) \text{ и}$$

$$G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \subseteq \bigvee_{\Omega F_{n-1}^\varphi} (f_{i_k}(\Omega') \mid k=1, 2, \dots, t) = \Omega F_{n-1}(\bigcup_{k=1}^t f_{i_k}(\Omega'), \varphi).$$

Так как G – конечная группа, то $K(G)$ содержит конечное число попарно неизоморфных простых групп, и из доказанного выше заключаем, что найдутся индексы $j_1, j_2, \dots, j_s \in I$, такие что

$$G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \subseteq \bigvee_{\Omega F_{n-1}^\varphi} (f_{j_k}(\Omega') \mid k=1, 2, \dots, s) = \Omega F_{n-1}(\bigcup_{k=1}^s f_{j_k}(\Omega'), \varphi),$$

$$G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \subseteq \bigvee_{\Omega F_{n-1}^\varphi} (f_{i_k}(A) \mid k=1, 2, \dots, t) = \Omega F_{n-1}(\bigcup_{k=1}^t f_{i_k}(A), \varphi) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G).$$

Таким образом, $G \in \bigvee_{\Omega F_n^\varphi} (F_{j_k} \mid k=1, 2, \dots, s)$. Отсюда

$$F \subseteq \bigvee_{\Omega F_n^\varphi} (F_{j_k} \mid k=1, 2, \dots, s) = \Omega F_n(\bigcup_{k=1}^s F_{j_k}, \varphi)$$

и F – компактный элемент решётки ΩF_n^φ .

Для доказательства алгебраичности решётки ΩF_n^φ осталось показать, что каждая ΩF_n^φ -формация есть объединение в решетке ΩF_n^φ своих однопорожденных ΩF_n^φ -подформаций. Действительно, для любой формации $L \in \Omega F_n^\varphi$ справедливо $L = \bigvee_{\Omega F_n^\varphi} (\Omega F_n(G, \varphi) \mid G \in L)$.

Теорема доказана.

Как следствие из теоремы 1 можно установить алгебраичность решеток формаций, рассматриваемых в работах [1-7].

Следствие 1. Для произвольного $n \in \mathbb{N}$ и направления Ω -расслоенной формации φ такого, что $\varphi(A) = S_{cA}$ при всех $A \in I$, решетка $\Omega F_n^\varphi = \Omega C_n$ всех n -кратно Ω -композиционных формаций является алгебраической.

Следствие 2. Для произвольного $n \in \mathbb{N}$ и направления Ω -расслоенной формации φ такого, что $\varphi(A) = G_{A'} G_A$ при всех $A \in I$, решетка $\Omega F_n^\varphi = \Omega K_n$ всех n -кратно Ω -канонических формаций является алгебраической.

Следствие 3. Для произвольного $n \in \mathbb{N}$ и направления Ω -расслоенной формации φ такого, что $\varphi(A) = G_{A'}$ при всех $A \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus A)$ и $\varphi(A) = G_{A'} G_A$ при всех $A \in \Omega \cap A$, решетка $\Omega F_n^\varphi = \Omega B_n$ всех n -кратно Ω -биканонических формаций является алгебраической.

The lattice ΩF_n^φ of all n -multiply Ω -foliated formations of finite groups considered. It is proved, that the lattice ΩF_n^φ is algebraic for every natural n and φ such that $\varphi_0 \leq \varphi$.

The key words: finite group, formation, lattice, n -multiply Ω -foliated formation, algebraic lattice.

Список литературы

1. Ведерников В.А., Сорокина М.М. Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга// Дискретная математика. 2001. Т.13, Вып.3. С.125-144.
2. Ведерников В.А. Максимальные спутники Ω -расслоенных формаций и классов Фиттинга// Труды ИММ УрО РАН. 2001. Т.8. С.1-23.
3. Скиба А.Н. Алгебра формаций. Мн.: Беларуская навука, 1997.
4. Скачкова Ю.А. Решетки Ω -расслоенных формаций// Дискретная математика. 2002. Т.14, Вып.2. С.85-94.
5. Скачкова Ю.А. Булевы решетки кратно Ω -расслоенных формаций // Дискретная математика. 2002. Т.14, Вып.3. С.42-46.

6. Еловикова Ю.А. G-отделимость решетки ΩK_n // Вестник БГУ. 2004. Вып.4. С.95-98.
7. Еловикова Ю.А. Свойства решетки всех кратно Ω -канонических формаций// Дискретная математика. 2006. Т.18, Вып.2. С.146-158.
8. Скиба А.Н. О локальных формациях длины 5 // В сб. Арифметическое и подгрупповое строение конечных групп. Минск: Наука и техника, 1986. С.135-149.

Об авторе

Еловикова Ю. А.- кандидат физико-математических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, elov77@yandex.ru

УДК 512.542

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ КЛАССОВ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

М.А. Корпачева, Л.В. Грищенкова, М.В. Кирюшина

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 $(\theta(G))^{\varphi} = \theta(G^{\varphi})$ для любого изоморфизма φ каждой группы $G \in X$. В настоящей работе изучаются некоторые свойства классов конечных групп.

Ключевые слова: конечная группа, класс групп, подгрупповой функтор, произведение классов групп.

После выхода в 1963 году знаменитой работы Гашюца “Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen” началось интенсивное развитие теории классов конечных групп. Следует отметить, что первоначально они играли лишь вспомогательную роль. В дальнейшем по мере необходимости стали исследоваться и сами классы. При этом для приложений особенно полезными оказались формации и классы Фиттинга. Напомним, что классом групп называется совокупность групп, содержащая со всякой своей группой и все группы, изоморфные ей.

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 классов групп. Существенное продвижение в решении отмеченных задач сделано в работе С.Ф. Каморникова и М.В. Селькина «Подгрупповые функторы в теории классов конечных групп». В книге С.Ф. Каморникова, М.В. Селькина [4] приведена классификация подгрупповых функторов и разработаны связи подгрупповых функторов с различными классами групп.

В дальнейшем 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 свойства τ -замкнутых классов групп и некоторых классов групп, индуцированных подгрупповыми функторами.

Рассматриваются только конечные группы. Определения и обозначения, не приведенные в работе, можно найти в [4,6].

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 $(\theta(G))^{\varphi} = \theta(G^{\varphi})$. Подгрупповой X -функтор называется подгрупповым функтором, если $X = G$ – класс всех конечных групп. Подгрупповой функтор θ называется регулярным, если выполняются два условия: 1) из того, что $N \triangleright G$ и $M \in \theta(G)$, следует, что $MN/N \in \theta(G/N)$; 2) из того, что $M/N \in \theta(G/N)$, следует, что $M \in \theta(G)$. Гашюцовым произведением классов групп X и F называется класс групп $XF = \{G \mid \exists N \triangleleft G, N \in X, G/N \in F\}$. Класс групп F называется τ -замкнутым, если из $G \in F$ всегда следует, что $\tau(G) \subseteq F$, где τ – некоторый подгрупповой функтор.

Класс групп F называется формацией, если выполняются два условия: 1) из $G \in F$ и $N \triangleright G$ всегда следует, что $G/N \in F$; 2) из $G/A \in F$ и $G/B \in F$ всегда следует, что $G/A \cap B \in F$. В монографии [5] рассмотрен класс $F^{\tau} = \{G \in F \mid \tau(G) \subseteq F\}$, где F – класс групп, τ – регулярный подгрупповой функтор. Очевидно, что класс F^{τ} является τ -замкнутым.

В следующих теоремах рассмотрены некоторые свойства классов групп данного строения.

Теорема 1. Пусть F – класс групп, τ – регулярный подгрупповой функтор. Тогда $N_p F^{\tau} \subseteq (N_p F)^{\tau}$.

Доказательство. Пусть $G \in N_p F^{\tau}$. Тогда, по определению гашюцова произведения классов групп, $\exists N \triangleright G$ такая, что $N \in N_p$ и $G/N \in F^{\tau}$. Значит, по заданию класса F^{τ} имеем $G/N \in F$, $\tau(G/N) \subseteq F$. Из

того, что $N \triangleright G$, $N \in N_p$ и $G/N \in F$ следует, что $G \in N_p F$.

Покажем, что $\tau(G) \subseteq N_p F$. Пусть $M \in \tau(G)$. Так как $N \in N_p$, то $M \cap N \in N_p$. В силу регулярности подгруппового функтора τ из $M \in \tau(G)$ следует, что $MN/N \in \tau(G/N)$. Значит, из $\tau(G/N) \subseteq F$ заключаем, что $MN/N \in F$. Тогда $M \in N_p F$ и $G \in (N_p F)^\tau$. Тем самым мы показали, что $N_p F^\tau \subseteq (N_p F)^\tau$. Теорема доказана.

Следствие 1.1. Пусть F – формация, причем $N_p F \subseteq F$. Если τ – регулярный подгрупповой функтор, то $N_p F^\tau = (N_p F)^\tau$.

Доказательство. По теореме 1, $N_p F^\tau \subseteq (N_p F)^\tau$ (1).

Покажем, что $(N_p F)^\tau \subseteq N_p F^\tau$. Пусть $G \in (N_p F)^\tau$. Тогда $G \in N_p F$ и $\tau(G) \subseteq N_p F \subseteq F$. Так как $G \in N_p F$, то $\exists N \triangleright G$ такая, что $N \in N_p$ и $G/N \in F$. Покажем, что $\tau(G/N) \subseteq F$. Пусть $M/N \in \tau(G/N)$. Так как τ – регулярный подгрупповой функтор, то $M \in \tau(G)$. Значит, $M \in F$. По условию F – формация. Тогда $M/N \in F$ и, следовательно, $\tau(G/N) \subseteq F$. По заданию класса F^τ заключаем, что $G/N \in F^\tau$. Таким образом, из $N \triangleright G$, $N \in N_p$ и $G/N \in F^\tau$ следует, что $G \in N_p F^\tau$. Значит, $(N_p F)^\tau \subseteq N_p F^\tau$ (2).

Из (1) и (2) следует, что $N_p F^\tau = (N_p F)^\tau$. Следствие доказано.

В [4] на множестве $F(X)$ всех подгрупповых X -функторов была введена операция умножения. 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 $\theta(G) = \{K \mid K \in \theta_1(H), H \in \theta_2(G)\}$, называется произведением подгрупповых X -функторов θ_1 и θ_2 , и обозначается $\theta_1 \circ \theta_2$.

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 $G \in X$.

Одним из важных видов подгрупповых функторов являются транзитивные подгрупповые X -функторы. Подгрупповой функтор θ называется транзитивным, если для любой группы G из $K \in \theta(H)$ и $H \in \theta(G)$ всегда следует, что $K \in \theta(G)$.

Лемма 1. 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 $\theta_1 \circ \theta_2 \leq \theta_2 \circ \theta_1$.

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

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 $A \in \theta_1(B)$. В силу того, что $\theta_1 \leq \theta_2$ имеем $\theta_1(B) \subseteq \theta_2(B)$ 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 $\theta_1 \circ \theta_2 \leq \theta_2 \circ \theta_1$. Лемма доказана.

Теорема 2. Пусть F – класс групп, τ – регулярный транзитивный подгрупповой функтор, θ – регулярный подгрупповой функтор, причем $\theta \leq \tau$. Тогда $F^{\tau \circ \theta} = (F^\tau)^\theta$.

Доказательство. I. Покажем, что $F^{\tau \circ \theta} \subseteq (F^\tau)^\theta$. Пусть $G \in F^{\tau \circ \theta}$. Тогда $G \in F$ и $\tau \circ \theta(G) \subseteq F$. Покажем, что $G \in (F^\tau)^\theta$. Для этого достаточно показать, что $G \in F^\tau$ и $\theta(G) \subseteq F^\tau$.

1) Покажем, что $G \in F^\tau$. Пусть $A \in \tau(G)$. Так как θ – регулярный подгрупповой функтор, то $G \in \theta(G)$. Значит, $A \in \tau \circ \theta(G)$. Из $\tau \circ \theta(G) \subseteq F$ имеем $A \in F$ и, значит, $\tau(G) \subseteq F$. Таким образом, $G \in F^\tau$.

2) Покажем, что $\theta(G) \subseteq F^\tau$. Пусть $X \in \theta(G)$. Так как τ – регулярный подгрупповой функтор, то $G \in \tau(G)$. Из $X \in \theta(G)$ и $G \in \tau(G)$ следует, что $X \in \theta \circ \tau(G)$. По лемме 1, $\theta \circ \tau \leq \tau \circ \theta$.

Значит, $X \in \tau \circ \theta(G) \subseteq F$ (1).

Далее, покажем, что $\tau(X) \subseteq F$. Пусть $Y \in \tau(X)$. Из $X \in \theta(G)$ следует, что $Y \in \tau \circ \theta(G) \subseteq F$. Значит, $\tau(X) \subseteq F$ (2).

Из (1)–(2) следует, что $\theta(G) \subseteq F^\tau$.

Из 1)–2) следует, что $G \in (F^\tau)^\theta$ и, следовательно, $F^{\tau \circ \theta} \subseteq (F^\tau)^\theta$.

II. Покажем, что $(F^\tau)^\theta \subseteq F^{\tau \circ \theta}$. Пусть $H \in (F^\tau)^\theta$. Тогда $H \in F^\tau$ и $\theta(H) \subseteq F^\tau$. Это означает, что $H \in F$, $\tau(H) \subseteq F$ и $\theta(H) \subseteq F^\tau$. Покажем, что $H \in F^{\tau \circ \theta}$. Для этого достаточно показать, что $\tau \circ \theta(H) \subseteq F$. Пусть $M \in \tau \circ \theta(H)$. По определению произведения подгрупповых функторов следует, что $\exists N \in \theta(H)$ такая, что $M \in \tau(N)$. Так как $\theta(H) \subseteq F^\tau$, то $N \in F^\tau$. Значит, $N \in F$ и $\tau(N) \subseteq F$. Из $M \in \tau(N)$ заключаем, что $M \in F$. Таким образом, $\tau \circ \theta(H) \subseteq F$. Из $H \in F$ и $\tau \circ \theta(H) \subseteq F$ следует, что $H \in F^{\tau \circ \theta}$. Тем самым мы показали, что $(F^\tau)^\theta \subseteq F^{\tau \circ \theta}$.

Из I–II следует, что $F^{\tau \circ \theta} = (F^\tau)^\theta$. Теорема доказана.

Подгрупповой функтор τ называется радикальным, если для любой группы G , $N \triangleright G$ выполняется $\tau(N) = N \cap \tau(G)$.

Теорема 3. Пусть F , H – классы групп. Если τ – регулярный радикальный подгрупповой функтор, то $F^\tau H^\tau \subseteq (FH)^\tau$.

Доказательство. Пусть $G \in F^\tau H^\tau$. Тогда, по определению гашюцова произведения классов

групп, $\exists N \triangleright G$ такая, что $N \in F^\tau$ и $G/N \in H^\tau$. Значит, по заданию классов F^τ и H^τ имеем $N \in F$, $\tau(N) \subseteq F$ и $G/N \in H$, $\tau(G/N) \subseteq H$. Таким образом, из $N \triangleright G$, $N \in F$ и $G/N \in H$ заключаем, что $G \in FH$ (1).

Покажем, что $\tau(G) \subseteq FH$. Пусть $H \in \tau(G)$. Из регулярности подгруппового функтора τ следует, что $HN/N \in \tau(G/N)$. Так как $\tau(G/N) \subseteq H$, то $HN/N \cong H/(H \cap N) \in H$. Далее, в силу радикальности подгруппового функтора τ имеем $H \cap N \in \tau(G) \cap N = \tau(N) \subseteq F$. Тогда из $H \cap N \triangleright H$, $H/(H \cap N) \in H$ и $H \cap N \in F$ следует, что $H \in FH$. Тем самым мы показали, что $\tau(G) \subseteq FH$ (2).

Из (1) и (2) следует, что $G \in (FH)^\tau$ и, значит, в силу произвольности группы G , $F^\tau H^\tau \subseteq (FH)^\tau$. Теорема доказана.

Теорема 4. Пусть τ – регулярный транзитивный подгрупповый функтор и $S_n \leq \tau$. Если F – класс групп, H – τ -замкнутый класс групп, причем $FH \subseteq F$, то $(FH)^\tau \subseteq F^\tau H$.

Доказательство. Пусть $G \in (FH)^\tau$. Тогда, по заданию класса $(FH)^\tau$ имеем $G \in FH$ и $\tau(G) \subseteq FH \subseteq F$. Так как $G \in FH$, то по определению гашюцова произведения классов групп, $\exists N \triangleright G$ такая, что $N \in F$ и $G/N \in H$. По условию, $S_n \leq \tau$. Значит, $N \in \tau(G)$ и, в силу транзитивности подгруппового функтора τ , получаем $\tau(N) \subseteq \tau(G) \subseteq F$. Таким образом, из $N \in F$ и $\tau(N) \subseteq F$ следует, что $N \in F^\tau$. Но так как $G/N \in H$, то $G \in F^\tau H$. Тем самым мы показали, что $(FH)^\tau \subseteq F^\tau H$. Теорема доказана.

Следствие 4.1. Пусть τ – регулярный радикальный транзитивный подгрупповый функтор и $S_n \leq \tau$. Если F – класс групп, H – τ -замкнутый класс групп, причем $FH \subseteq F$, то $(FH)^\tau = F^\tau H^\tau$.

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 $(\theta(G))^\varphi = \theta(G^\varphi)$ for any isomorphism φ of every group G from X . In this paper we study some properties of class of finite groups.

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

Список литературы

1. Курош А.Г. Радикалы колец и алгебр. Матем. сб., Т. 13. 1953. С. 13 – 26.
2. Amitsur S. A general theory of radicals. Amer. J. Math. V. 74. 1952. P. 774 – 786.
3. Amitsur S. A general theory of radicals. Amer. J. Math. V. 76. 1954. P. 100 – 136.
4. С.Ф. Каморников, М.В. Селькин. Подгрупповые функторы и классы конечных групп.

Минск: Беларуская навука, 2003. 254 с.

5. Скиба А.Н. Алгебра формаций. Минск: Беларуская навука, 1997. 240 с.

6. В.С. Монахов. Введение в теорию конечных групп и их классов. – Гомель, УО ГГУ им. Ф. Скорины, 2003.

7. М.А. Корпачева, Л.В. Грищенко О произведениях τ -замкнутых классах групп // «Алгебра и логика: теория и приложения». Материалы международной конференции, посвященной 80-летию В.П. Шункова. Красноярск, 2013. С. 74-75.

8. М.А. Корпачева, М.В. Кирюшина О Классах групп, индуцированных подгрупповыми функторами // «Алгебра и логика: теория и приложения». Материалы международной конференции, посвященной 80-летию В.П. Шункова. Красноярск, 2013. С. 75-76.

Об авторах

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

Грищенко Л. В.-магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Кирюшина М. В.-магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК 512.542

τ -ЗАМКНУТЫЕ ПОДФОРМАЦИИ ω -ВЕРНЫХ ФОРМАЦИЙ

М.А. Корпачева, Ю.А. Левшенкова

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 $(\theta(G))^\varphi = \theta(G^\varphi)$ для любого изоморфизма φ каждой группы $G \in X$. Пусть τ – подгрупповый функтор. Формация F называется τ -замкнутой, если из $G \in F$ всегда следует, что $\tau(G) \subseteq F$. В настоящей работе исследуются τ -замкнутые подформации ω -верных формаций конечных групп.

Ключевые слова: конечная группа, формация групп, τ -замкнутая формация, ω -верная формация, подгрупповый функтор.

Характерной особенностью развития алгебры является увеличивающаяся общность рассматриваемых ею структур. Так, в последние годы, важное место в алгебре занимает понятие класса. В теории групп класс представляет собой совокупность групп, содержащую вместе с каждой своей группой G и все группы, изоморфные G . После выхода в 1963 году работы В. Гашюца “Zur Theorie der endlichen auflösbaren Gruppen” началось интенсивное изучение различных классов конечных групп, ключевую роль среди которых заняли формации групп. Основные положения теории формаций конечных групп представлены в монографии Л.А. Шеметкова [1] и монографии А.Н. Скибы [2].

В 1999 году профессором В.А. Ведерниковым была введена в рассмотрение концепция частичной веерности, которая позволила на языке функций описать все формации конечных групп (см., например, [5-6]). Наличие у исследуемой формации F тех или иных подформаций и их взаимное расположение в F является важной характеристикой этой формации. В данной работе рассмотрены некоторые τ -замкнутые подформации ω -веерных формаций.

Рассматриваются только конечные группы. Основные определения и обозначения можно найти в [2-5]. Приведем лишь некоторые из них. 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 $\pi(G) \subseteq \omega$; $G_{q'}$ - класс всех q' -групп, где $q' = \mathbb{P} \setminus \{q\}$; $O_\omega(G) = G_{G_\omega}$ - G_ω -радикал группы G . 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 $F = (G: G/O_\omega(G) \in f(\omega'), G/G_{\delta(p)} \in f(p) \text{ для всех } p \in \pi(G) \cap \omega)$ называется ω -веерной формацией с ω -спутником f и направлением δ и обозначается $F = \omega F(f, \delta)$; формация $F = (G: G/G_{\delta(p)} \in g(p) \text{ для всех } p \in \pi(G))$ называется веерной формацией со спутником g и направлением δ и обозначается $F = \mathbb{P}F(g, \delta)$. Через δ_0 обозначается направление ω -полной формации, то есть $\delta_0(p) = G_p$ для любого $p \in \mathbb{P}$.

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 $p \in \mathbb{P}$).

Пусть τ - отображение, ставящее в соответствие каждой группе G некоторую непустую систему $\tau(G)$ ее подгрупп. Говорят, что τ - подгрупповой функтор, если $(\tau(G))^g = \tau(G^g)$ для любого изоморфизма ϕ каждой группы G . Подгрупповой функтор τ называется регулярным, если выполняются следующие два условия: 1) из того, что N - нормальная подгруппа группы G и $M \in \tau(G)$, следует $MN/N \in \tau(G/N)$; 2) из $M/N \in \tau(G/N)$ следует $M \in \tau(G)$.

Формация F называется τ -замкнутой, если из $G \in F$ всегда следует, что $\tau(G) \subseteq F$, где τ - некоторый подгрупповой функтор.

Пусть δ - некоторая $\mathbb{P}FR$ -функция. Подгрупповой функтор τ назовем $\omega\delta$ -радикальным, если τ является ω -радикальным, то есть для всякой τ -подгруппы N любой группы G (т.е. для всякой $N \in \tau(G)$) выполняется равенство $O_\omega(G) \cap N = O_\omega(N)$, и τ является δ -радикальным, то есть для всякой τ -подгруппы N любой группы G $G_{\delta(p)} \cap N = N_{\delta(p)}$ для всех $p \in \mathbb{P}$.

В монографии [2] рассмотрен класс $F^\tau = (G \in F \mid \tau(G) \subseteq F)$, где F - класс групп, τ - регулярный подгрупповой функтор. Очевидно, что класс F^τ является τ -замкнутым. В следующих теоремах изучаются некоторые τ -замкнутые подформации ω -веерных формаций конечных групп.

Теорема 1. Пусть δ - $\mathbb{P}FR$ -функция, причем $\delta_0 \leq \delta$, τ - регулярный $\omega\delta$ -радикальный подгрупповой функтор. Если $F = \omega F(f, \delta)$, то $F^\tau = \omega F(h, \delta)$, где $h(\omega') = (f(\omega'))^\tau$, $h(p) = (f(p))^\tau$ для всех $p \in \omega$.

Доказательство. Пусть $H = \omega F(h, \delta)$, где h - функция, описанная в заключении теоремы. Покажем, что $H = F^\tau$.

1. Покажем, что $F^\tau \subseteq H$. Пусть $G \in F^\tau$. Тогда $G \in F$ и $\tau(G) \subseteq F$.

а) Покажем, что $G/O_\omega(G) \in h(\omega')$. Так как $G \in F$, то $G/O_\omega(G) \in f(\omega')$. Пусть $K/O_\omega(K) \in \tau(G/O_\omega(G))$. В силу регулярности функтора τ имеем $K \in \tau(G) \subseteq F$. Тогда $K/O_\omega(K) \in f(\omega')$. Так как τ - $\omega\delta$ -радикальный подгрупповой функтор и $K \in \tau(G)$, то $O_\omega(G) \cap K = O_\omega(K)$. Значит, $O_\omega(G) = O_\omega(G) \cap K = O_\omega(K)$ и $K/O_\omega(K) = K/O_\omega(G) \in f(\omega')$. Таким образом, $\tau(G/O_\omega(G)) \subseteq f(\omega')$. В силу задания класса $(f(\omega'))^\tau$ получили, что $G/O_\omega(G) \in (f(\omega'))^\tau = h(\omega')$.

б) Покажем, что $G/G_{\delta(p)} \in h(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(G)$. Пусть $p \in \omega \cap \pi(G) \subseteq \omega$. Значит, $h(p) = (f(p))^\tau$. Так как $G \in F$, то $G/G_{\delta(p)} \in f(p)$. Покажем, что $\tau(G/G_{\delta(p)}) \subseteq f(p)$. Пусть $N/G_{\delta(p)} \in \tau(G/G_{\delta(p)})$. Тогда $N \in \tau(G) \subseteq F$. Значит, для любого $q \in \omega \cap \pi(N)$ $N/N_{\delta(q)} \in f(q)$. По условию, τ - $\omega\delta$ -радикальный подгрупповой функтор. Поэтому для $N \in \tau(G)$ справедливо равенство $G_{\delta(q)} \cap N = N_{\delta(q)}$. Тогда $G_{\delta(q)} = G_{\delta(q)} \cap N = N_{\delta(q)}$ и $N/G_{\delta(q)} = N/N_{\delta(q)} \in f(q)$ для любого $q \in \omega \cap \pi(N)$.

Пусть $p \in (\omega \cap \pi(G)) \setminus (\omega \cap \pi(N))$. Так как $p \in \omega \cap \pi(G)$ и $G \in F$, то $G/G_{\delta(p)} \in f(p)$. Значит, $f(p) \neq \emptyset$. Так как $N \in G_p \subseteq \delta(p)$, то $N = N_{\delta(p)}$. Тогда $G_{\delta(p)} = G_{\delta(p)} \cap N = N_{\delta(p)} = N$ и $N/G_{\delta(p)} = N/N \cong 1 \in f(p)$. Таким образом, $\tau(G/G_{\delta(p)}) \subseteq f(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(G)$. Тем самым мы показали, что $G/G_{\delta(p)} \in (f(p))^\tau = h(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(G)$.

Из а) и б) следует, что $G \in H$ и, значит, $F^\tau \subseteq H$.

2. Покажем, что $H \subseteq F^\tau$. Пусть $H \in H$. Покажем, что $H \in F^\tau$. Для этого достаточно показать, что $H \in F$

и $\tau(H) \subseteq F$.

а) Покажем, что $H \in F$. Так как $H \in H$, то $H/O_\omega(H) \in h(\omega')$ и $H/H_{\delta(p)} \in h(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(H)$. По заданию h имеем $H/O_\omega(H) \in h(\omega') = (f(\omega'))^\tau$ и $H/H_{\delta(p)} \in h(p) = (f(p))^\tau$ для всех $p \in \omega$. Значит, $H/O_\omega(H) \in f(\omega')$ и $H/H_{\delta(p)} \in f(p)$ для всех $p \in \omega \cap \pi(H)$. Следовательно, $H \in F$. Кроме того, $\tau(H/O_\omega(H)) \subseteq f(\omega')$ и $\tau(H/H_{\delta(p)}) \subseteq f(p)$ для всех $p \in \omega$.

б) Покажем, что $\tau(H) \subseteq F$. Пусть $A \in \tau(H)$ и $p \in \omega \cap \pi(A)$. Так как τ – регулярный подгрупповой функтор, то $AH_{\delta(p)}/H_{\delta(p)} \in \tau(H/H_{\delta(p)}) \subseteq f(p)$ для любого. Тогда $AH_{\delta(p)}/H_{\delta(p)} \cong A/A \cap H_{\delta(p)} = A/A_{\delta(p)} \in f(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(A) \subseteq \omega \cap \pi(H)$. Далее, из $A \in \tau(H)$ следует, что $AO_\omega(H)/O_\omega(H) \in \tau(H/O_\omega(H)) \subseteq f(\omega')$. Тогда $AO_\omega(H)/O_\omega(H) \cong A/A \cap O_\omega(H) = A/O_\omega(A) \in f(\omega')$. Таким образом, $A \in F$ и $\tau(H) \subseteq F$.

Из а)-б) следует, что $H \in F^\tau$ и $H \subseteq F^\tau$.

Значит, $H = F^\tau$. Теорема доказана.

Следствие 1.1. Пусть δ – $\mathbb{PFR}$ -функция, причем $\delta_0 \leq \delta$, τ – регулярный δ -радикальный подгрупповой функтор. Если $F = \mathbb{PFR}(f, \delta)$, то $F^\tau = \mathbb{PFR}(h, \delta)$, где $h(p) = (f(p))^\tau$ для всех $p \in \mathbb{P}$.

Теорема 2. Пусть δ – $\mathbb{PFR}$ -функция, τ – регулярный δ -радикальный подгрупповой функтор, причем $\delta_0 \leq \delta$. Если $F = \omega F(f, \delta)$, то формация F^τ является подформацией ω -всерной формации $H = \omega F(h, \delta)$, где $h(\omega') = F$, $h(p) = N_p(f(p))^\tau$ для всех $p \in \omega$.

Доказательство. Пусть $H = \omega F(h, \delta)$, где h – функция, описанная в заключении теоремы. Покажем, что $F^\tau \subseteq H$.

Пусть $G \in F^\tau$. Тогда $G \in F$ и $\tau(G) \subseteq F$.

Покажем, что $G/O_\omega(G) \in h(\omega')$. Действительно, так как $G \in F$, то $G/O_\omega(G) \in F = h(\omega')$.

Покажем, что $G/G_{\delta(p)} \in h(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(G)$. Пусть $p \in \omega \cap \pi(G)$. По условию, $G/G_{\delta(p)} \in f(p)$. Пусть $N/G_{\delta(p)} \in \tau(G/G_{\delta(p)})$. Тогда $N \in \tau(G) \subseteq F$. Значит, для любого $q \in \omega \cap \pi(N) \subseteq \omega \cap \pi(G)$ $N/N_{\delta(q)} \in f(q)$. По условию, τ – δ -радикальный подгрупповой функтор. Поэтому для $N \in \tau(G)$ справедливо равенство $G_{\delta(q)} \cap N = N_{\delta(q)}$. Тогда $G_{\delta(q)} = G_{\delta(q)} \cap N = N_{\delta(q)}$ и $N/G_{\delta(q)} = N/N_{\delta(q)} \in f(q)$ для любого $q \in \omega \cap \pi(N)$.

Пусть $p \in (\omega \cap \pi(G)) \setminus (\omega \cap \pi(N))$. Так как $p \in \omega \cap \pi(G)$ и $G \in F$, то $G/G_{\delta(p)} \in f(p)$. Значит, $f(p) \neq \emptyset$. Так как $N \in G_p \subseteq \delta(p)$, то $N = N_{\delta(p)}$. Тогда $G_{\delta(p)} = G_{\delta(p)} \cap N = N_{\delta(p)} = N$ и $N/G_{\delta(p)} = N/N \cong 1 \in f(p)$. Таким образом, $\tau(G/G_{\delta(p)}) \subseteq f(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(G)$. Тем самым мы показали, что $G/G_{\delta(p)} \in (f(p))^\tau \subseteq N_p(f(p))^\tau = h(p)$ для любого $p \in \omega \cap \pi(G)$.

Из а) и б) следует, что $G \in H$ и, значит, $F^\tau \subseteq H$. Теорема доказана.

Следствие 2.1. Пусть δ – $\mathbb{PFR}$ -функция, τ – регулярный δ -радикальный подгрупповой функтор, причем $\delta_0 \leq \delta$. Если $F = \mathbb{PFR}(f, \delta)$, то формация F^τ является подформацией всерной формации $H = \mathbb{PFR}(h, \delta)$, где $h(p) = N_p(f(p))^\tau$ для всех $p \in \mathbb{P}$.

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 $(\theta(G))^\varphi = \theta(G^\varphi)$ for any isomorphism φ of every group G from X . Let τ be a subgroup functor. A formation F is called τ -closed if from $G \in F$ it follows that $\tau(G) \subseteq F$. In this paper we study τ -closed subformations of ω -fibered formations of finite groups.

The key words: a finite group, a formation of groups, a τ -closed formation, a ω -fibered formation, a subgroup functor.

Список литературы

1. Шеметков Л.А. Формации конечных групп. М.: Наука, 1978.
2. Скиба А.Н. Алгебра формаций. Минск: Беларуская навука, 1997. 240 с.
3. В.С. Монахов. Введение в теорию конечных групп и их классов. Гомель, УО ГГУ им. Ф. Скорины, 2003.
4. С.Ф. Каморников, М.В. Селькин. Подгрупповые функторы и классы конечных групп. Минск: Беларуская навука, 2003. 254 с.
5. Ведерников В.А., Сорокина М.М. ω -всерные формации и классы Фиттинга конечных групп // Математические заметки. 2002. Т. 71. Вып. 1. С. 43 - 60.
6. Ведерников В.А. О новых типах ω -всерных формаций конечных групп // Укр. матем. конгресс. Алг. і теор. чисел. Праці. Киев, 2002. С. 36 - 45.
7. М.А Корпачева, Ю.А. Левшенкова О τ -замкнутых подформациях ω -всерных формаций // «Алгебра и логика: теория и приложения». Материалы международной конференции, посвященной 80-летию В.П. Шункова. Красноярск, 2013. С. 76-77.

Об авторах

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

Левшенкова Ю. А. - магистрант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК 621.86

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ В ЗАДАЧАХ ДИНАМИКИ

А. В. Лагереv, И. А. Лагереv, А. А. Мильто

В работе представлен алгоритм определения напряжений в стержневых элементах конструкций гидравлических кранов-манипуляторов. Изложены методики вычисления геометрических и инерциальных характеристик поперечных сечений и участков стержней произвольной формы. Уделено внимание переходу от решения задачи динамики к постановке задачи определения напряжений. Выполнен динамико-прочностной анализ рукояти крана-манипулятора АСТ-4-А.

Ключевые слова: кран-манипулятор, напряжение, стержень, поперечное сечение, динамика.

На сегодняшний день можно выделить три основных алгоритма для решения задач динамики манипуляторов [1]:

- Ньютона-Эйлера (RNEA – Recursive Newton-Euler Algorithm);
- составного твердого тела (CRBA – Composite Rigid Body Algorithm);
- шарнирно-сочлененного тела (ABA – Articulated Body Algorithm).

В них манипулятор рассматривается как система абсолютно твердых тел (звеньев), соединенных шарнирами (рис. 1). В качестве звеньев в гидравлических кранах-манипуляторах выступают, как правило, тонкостенные стержни.



Рис. 1. Кран-манипулятор на гусеничном шасси и его кинематическая схема:
а – кран-манипулятор; б – кинематическая схема

Вышеперечисленные алгоритмы используют одинаковый набор из четырех обобщенных параметров:

- q_i – обобщенные координаты, в качестве которых выступают перемещения в призматических и повороты в петлевых шарнирах конструкции;
- $\dot{q}_i$ – обобщенные скорости;
- $\ddot{q}_i$ – обобщенные ускорения;
- τ_i – усилия, развиваемые приводами манипулятора в сочленениях.

В прямой задаче динамики неизвестными являются обобщенные ускорения $\ddot{q}_i$, в обратной – усилия τ_i . В результате решения задачи динамики все обобщенные параметры становятся известными.

Прежде чем перейти непосредственно к вычислению значений напряжений в стержневых элементах конструкции, необходимо определить скорости и ускорения звеньев манипулятора, а также реактивные усилия, возникающие в его сочленениях. Для этого на первом этапе используется методика, аналогичная прямому ходу в алгоритме Ньютона-Эйлера: двигаясь от закрепленного основания крана-манипулятора к грузозахватному устройству, определяются скорости и ускорения звеньев на основе известных значений q_i , $\dot{q}_i$, $\ddot{q}_i$. На втором этапе используется методика, аналогичная обратной рекурсии в алгоритме Ньютона-Эйлера: двигаясь от захвата манипулятора к основанию, определяются силы инерции, действующие на звенья; а также усилия, передаваемые через шарниры.

В задаче динамики абсолютно твердого тела разрешается переносить точку приложения момента; а также силы вдоль линии ее действия, либо вне этой линии, добавляя при этом компенсирующий момент. Однако при определении напряжений это недопустимо. Следовательно, требуется перейти от приведенных к сочленениям усилий τ_i , развиваемых приводами крана-манипулятора, к реальным усилиям, действующим на штоки и корпуса гидроцилиндров (рис. 2).



Рис. 2. Усилia, развиваемые гидравлическим приводом:

а – приведенные к сочленению; б – действующие на корпус гидроцилиндра и шток

Кроме того, реактивную силу и момент в призматическом шарнире телескопической стрелы следует распределить между двумя областями, где через скользящие пластины происходит контакт внешней и внутренней балки (рис. 3).

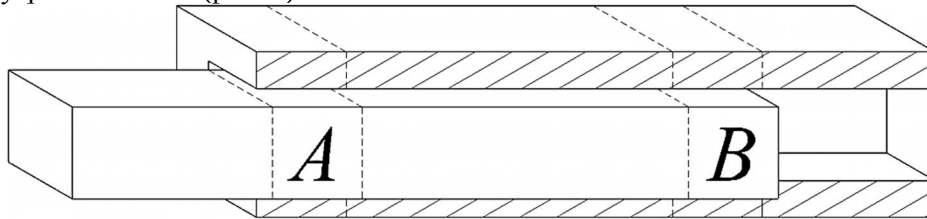


Рис. 3. Стержни телескопической стрелы взаимодействуют в областях А и В

В большинстве случаев стержневые элементы конструкций гидравлических кранов-манипуляторов имеют тонкостенный замкнутый профиль с одной осью симметрии. Существуют специальные теории для расчета напряжений в тонкостенных стержнях открытого и замкнутого профиля. Однако поскольку поперечные сечения тонкостенных стержней замкнутого профиля подвержены значительно меньшим деформациям, чем сечения аналогичных стержней открытого профиля при одинаковой нагрузке, допускается для определения в них напряжений использовать обычную теорию кручения и изгиба стержней [2, с. 345]. При этом нормальные напряжения определяются по формуле, которая в главных центральных осях сечения имеет вид:

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y - \frac{M_y}{J_y} x, \quad (1)$$

где σ_z – нормальное напряжение в точке сечения с координатами x, y ; N, M_x, M_y – внутренние силовые факторы: продольная сила и изгибающие моменты; A, J_x, J_y – характеристики сечения: площадь и осевые моменты инерции.

Так как поперечное сечение балки гидравлического крана-манипулятора зачастую имеет одну ось симметрии, то одна из главных осей совпадает с ней, а вторая – расположена ортогонально ей; то есть задача об определении главных осей сечения имеет тривиальное решение. В случае отсутствия у поперечного сечения балки осей симметрии, используется формула для нормальных напряжений, записанная в центральных осях:

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M_x J_y + M_y J_{xy}}{J_x J_y - J_{xy}^2} y - \frac{M_y J_x + M_x J_{xy}}{J_x J_y - J_{xy}^2} x, \quad (2)$$

где J_{xy} – центробежный момент инерции сечения.

Касательными напряжениями от поперечных сил ввиду их относительной малости допустимо пренебречь [3, с. 256, 263]. Так как не существует универсальной методики определения касательных напряжений от крутящего момента (аналитические зависимости получены для ограниченного набора сечений, а в общем случае они определяются с помощью численных методов), их вклад в напряженное состояние также не учитывается. Таким образом, расчет прочности ведется только по нормальным напряжениям.

В начале расчета стержень разбивается поперечными сечениями на участки (рис. 4).

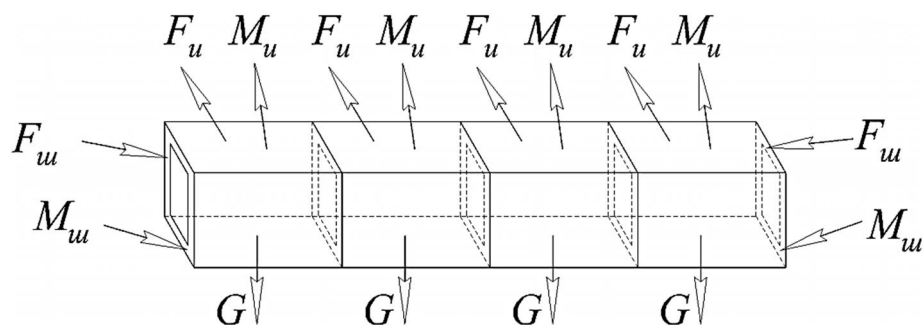


Рис. 4. Расчетная схема для определения внутренних усилий и напряжений в сечениях стержня

Для каждого участка определяются его инерциальные характеристики (масса, центр тяжести, тензор инерции). На их основе вычисляются сила тяжести G , действующая на данный участок, а также инерциальные сила F_u и момент M_u . Действие на балку соединенных с ней шарниров заменяют эквивалентными силами $F_{ш}$ и моментами $M_{ш}$. Другие силовые факторы (ветровая нагрузка, вес груза и т.д.) при их наличии прикладываются к соответствующим участкам стержня. Внутренние усилия в сечениях определяются поочередно, двигаясь от одного из концов балки к другому. Для определения напряжений по формулам (1-2) необходимо предварительно вычислить геометрические характеристики сечений (площадь, положение центра тяжести, осевые моменты инерции, центробежный момент инерции).

Поперечное сечение стержня произвольной формы может быть описано конечным набором отрезков с определенной степенью точности. Аналогично трехмерная модель участка балки может быть задана конечным набором треугольников (рис. 5).

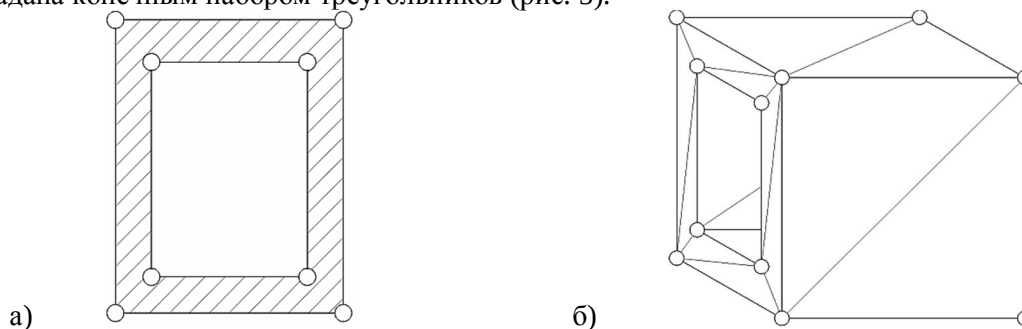


Рис. 5. Описание геометрии сложного тела:

а – плоское тело, ограниченное отрезками; б – объемное тело, заданное набором треугольников

Если для отрезков, описывающих профиль стержня, заданы внешние нормали, то площадь поперечного сечения может быть найдена как сумма ориентированных (знаковых) площадей треугольников, образованных произвольно взятой точкой O и отрезками контура сечения. Площадь i -го треугольника принимает положительное значение, если вектор из точки O до i -го отрезка направлен в ту же сторону, что и нормаль этого отрезка (рис. 6).

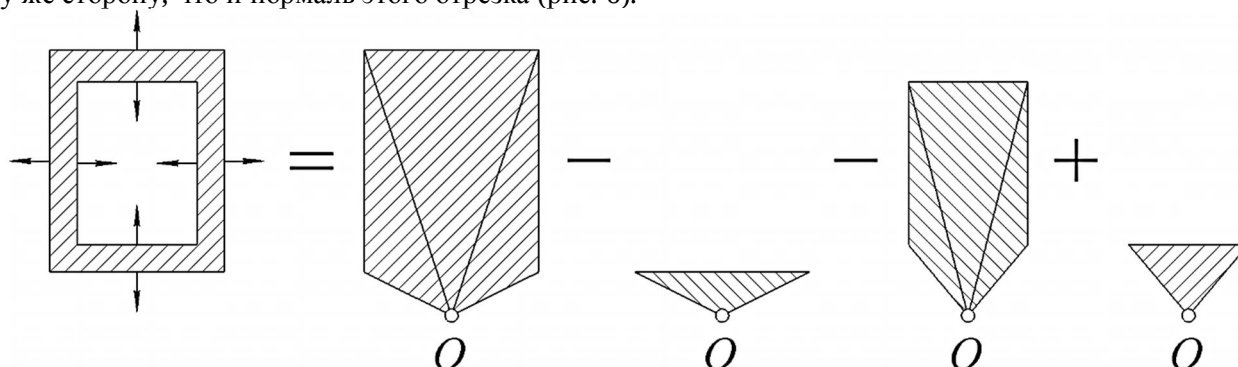


Рис. 6. Определение площади плоской фигуры, ограниченной набором отрезков с заданными внешними нормальными

Аналогичным образом объем произвольного тела, заданного набором треугольников, может быть найден как сумма знаковых объемов тетраэдров, образованных этими треугольниками и произвольно выбранной точкой. Данная методика была предложена в работе [4]. Она позволяет определять и другие характеристики, описываемые интегральной функцией по площади или объему, в том числе моменты инерции плоских фигур и объемных тел.

Формулы для определения площади и центра тяжести треугольника, а также объема и центра тяжести тетраэдра по координатам вершин имеют вид:

$$\begin{aligned} A^{2D} &= \frac{1}{2} |(v_1 - v_0) \times (v_2 - v_0)|, \quad C^{2D} = \frac{1}{3} (v_0 + v_1 + v_2), \\ V^{3D} &= \frac{1}{6} \det(v_1 - v_0, v_2 - v_0, v_3 - v_0), \quad C^{3D} = \frac{1}{4} (v_0 + v_1 + v_2 + v_3), \end{aligned} \quad (3)$$

где A^{2D}, C^{2D} – площадь и центр тяжести треугольника; V^{3D}, C^{3D} – объем и центр тяжести тетраэдра; $v_0 \dots v_3$ – координаты вершин.

Поскольку положение точки O выбирается произвольно, для упрощения вычислений целесообразно расположить ее в начале координат. Тогда зависимости (3) примут вид:

$$\begin{aligned} A^{2D} &= \frac{1}{2} |v_1 \times v_2|, \quad C^{2D} = \frac{1}{3} (v_1 + v_2), \\ V^{3D} &= \frac{1}{6} \det(v_1, v_2, v_3), \quad C^{3D} = \frac{1}{4} (v_1 + v_2 + v_3). \end{aligned} \quad (4)$$

В общем виде выражения для определения моментов инерции треугольника и тетраэдра имеют вид:

$$\begin{aligned} J_x^{2D} &= \iint_A y^2 dx dy, \quad J_y^{2D} = \iint_A x^2 dx dy, \quad J_{xy}^{2D} = \iint_A xy dx dy, \\ J_{xx}^{3D} &= \rho \iiint_V (y^2 + z^2) dx dy dz, \quad J_{xy}^{3D} = \rho \iiint_V xy dx dy dz, \quad J_{xz}^{3D} = \rho \iiint_V xz dx dy dz, \\ J_{yx}^{3D} &= J_{xy}^{3D}, \quad J_{yy}^{3D} = \rho \iiint_V (x^2 + z^2) dx dy dz, \quad J_{yz}^{3D} = \rho \iiint_V yz dx dy dz, \\ J_{zx}^{3D} &= J_{xz}^{3D}, \quad J_{zy}^{3D} = J_{yz}^{3D}, \quad J_{zz}^{3D} = \rho \iiint_V (x^2 + y^2) dx dy dz, \end{aligned} \quad (5)$$

где J^{2D}, J^{3D} – моменты инерции плоского и объемного тела; ρ – плотность.

Для упрощения выражений (5) были предложены различные подходы. В работе [5] для вычисления инерциальных характеристик объемного тела, ограниченного набором плоских многоугольников использована теорема Гаусса-Остроградского для перехода от объемных интегралов к плоским и теорема Грина для перехода от интегралов по площади к криволинейным интегралам. Идеи данного метода получили дальнейшее развитие в исследовании [6], где был упрощен ряд вычислений для частного случая, когда геометрия тела задана набором треугольников. Иной подход к определению компонентов тензора инерции произвольного тетраэдра, основанный на использовании матрицы ковариаций, предложен в статье [7]. В явном виде формулы для зависимостей моментов инерции тетраэдра от координат его вершин впервые были получены в работе [8]. Однако, наиболее простое решение предложено в исследовании [9] – осевые и центробежные моменты инерции треугольника и тетраэдра могут быть рассчитаны по формулам:

$$\begin{aligned} J^{3D} &= \rho \frac{V^{3D}}{20} (f(v_1) + f(v_2) + f(v_3) + f(v_1 + v_2 + v_3)), \\ J^{2D} &= \frac{A^{2D}}{12} (f(v_1) + f(v_2) + f(v_1 + v_2)), \end{aligned} \quad (6)$$

где $f(v)$ – подынтегральная функция из формулы (5) для соответствующего момента инерции.

Выражения (5-6) справедливы только для случая, когда плотность – величина постоянная по всему объему. При этом масса и объем тела связаны линейной зависимостью:

$$m^{3D} = \rho V^{3D} \quad (7)$$

По формулам (4-7) могут быть найдены площади, центры тяжести и моменты инерции отдельных взятых треугольников, построенных на контуре поперечного сечения; а также массы, центры тяжести и тензоры инерции отдельных взятых тетраэдров, образующих участки стержня. В совокупности с приведенной выше методикой из работы [4], это позволяет определить все геометрические и инерциальные характеристики сечений и участков балки, необходимые для определения внутренних усилий и напряжений. При этом центр тяжести составной плоской или объемной фигуры вычисляется по формулам:

$$C^{2D} = \frac{\sum C_i^{2D} A_i^{2D}}{\sum A_i^{2D}}, \quad C^{3D} = \frac{\sum C_i^{3D} m_i^{3D}}{\sum m_i^{3D}}.$$

Для переноса тензора инерции из начала координат в центр тяжести используется теорема Штейнера.

Таким образом алгоритм определения напряжений в стержневых элементах конструкции гидравлических кранов-манипуляторов состоит из следующих этапов:

1. Создание стержневых элементов: задание геометрии поперечных сечений с помощью конечного набора отрезков, построение на их основе полигональных моделей участков стержня, вычисление геометрических и инерциальных характеристик сечений, участков балок и балок как единого твердого тела.
2. Соединение стержневых элементов шарнирами, приложение внешней нагрузки.
3. Решение задачи динамики.
4. Определение скоростей и ускорений звеньев манипулятора, а также усилий, передаваемых через шарниры. Переход от приведенных усилий в сочленениях τ_i к истинным усилиям на штоке и корпусе гидроцилиндра. Перераспределение усилия, передаваемого призматическим шарниром телескопической стрелы.
5. Вычисление силовых факторов, действующих на участки стержневых элементов. Определение внутренних усилий и напряжений в сечениях балок.

В рамках исследования разработан программный комплекс, реализующий данную методику. С его помощью выполнен анализ напряженного состояния рукояти крана-манипулятора машины для сварки трубопроводов АСТ-4-А (рис. 7).

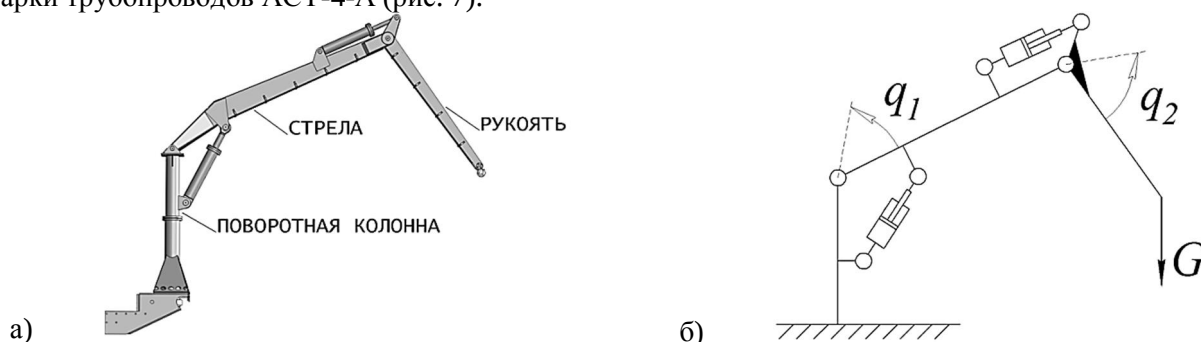


Рис. 7. Кран-манипулятор машины для сварки трубопроводов АСТ-4-А:

а – кран-манипулятор; б – расчетная схема

Смоделирован подъем груза рукоятью крана-манипулятора при фиксированном положении стрелы $q_1 = 141^\circ$ и поворотной колонны. Расчет выполнен для трех начальных положений рукояти: $q_2^{t=0} = 90^\circ$, $q_2^{t=0} = 129^\circ$ и $q_2^{t=0} = 145^\circ$. Учтено ограничение скорости движения штока гидроцилиндра, связанное с максимальной подачей насоса. В результате расчета получены зависимости обобщенной координаты и скорости, усилия, развиваемого гидроцилиндром и максимальных напряжений в рукояти от времени (рис. 8).

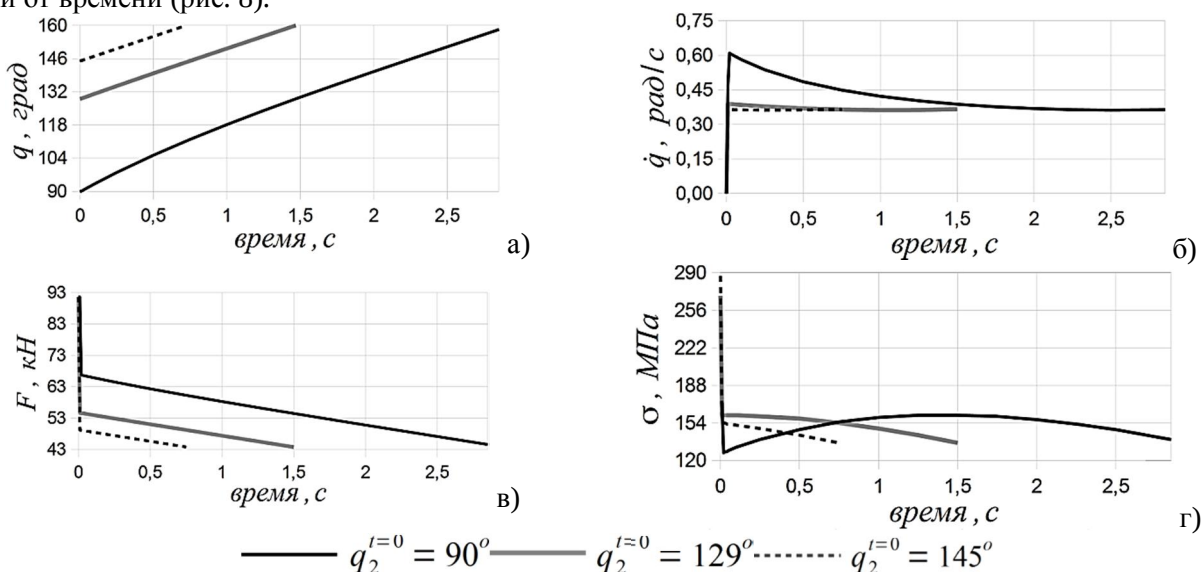


Рис. 8. Поворот рукояти: а – угол поворота; б – угловая скорость; в – усилие, развиваемое гидроцилиндром; г – максимальное напряжение

Во всех расчетных случаях движение начинается с большим ускорением, так как в начальный момент времени шток находится в состоянии покоя и гидроцилиндр развивает максимальное усилие; что приводит к возникновению в рукояти значительных по величине сил инерции и напряжений. При этом максимальные напряжения наблюдаются в области шарнира, соединяющего рукоять со стрелой. Для случая начала движения целесообразно провести более точный расчет напряженно-деформированного состояния с использованием метода конечных элементов (МКЭ), приняв начальное положение рукояти $q_2 = 152^\circ$, при котором сила от гидроцилиндра действует на максимальном плече.

В процессе движения шток достигает максимальной скорости, обеспечиваемой подачей насоса; при этом усилие, развиваемое гидроцилиндром уменьшается.

В момент, когда рукоять принимает горизонтальное положение, она работает преимущественно на изгиб и в области сочленения со стрелой также наблюдаются максимальные напряжения, величину которых следует уточнить в расчете с использованием МКЭ.

The algorithm for stress analysis of beam elements of knuckle-boom cranes is described. The methods for calculating geometrical properties of arbitrary cross sections and inertial properties of arbitrary beams are demonstrated. The attention is paid to formulation of the problem of stress definition based on solution of dynamics problem. The dynamic and stress analysis of articulated arm grip is performed.

The key words: articulating crane, stress, beam, cross-section, dynamics.

Список литературы

1. Featherstone R. Robot dynamics / R. Featherstone // Scholarpedia. vol. 2. № 10. 2007. p. 3829. URL: <http://dx.doi.org/10.4249/scholarpedia.3829>. Дата обращения: 17.03.2013.
2. Биргер, И.А. Сопротивление материалов: Учебное пособие / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 560 с.
3. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad / Е.Г. Макаров. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 512 с.
4. Lien S. A symbolic method for calculating the integral properties of arbitrary nonconvex polyhedra / S. Lien, J.T. Kajiya // IEEE Computer Graphics and Applications. vol. 4. № 10. 1984. pp. 35-42
5. Mirtich B. Fast and Accurate Computation of Polyhedral Mass Properties / B. Mirtich // Journal of Graphics Tools. vol. 1. № 2. 1996. pp. 31-50.
6. Eberly D. Polyhedral Mass Properties (Revisited) / D. Eberly // Technical Report, Magic Software, January 25, 2003. pp. 1-7.
7. Blow J. How to find the inertia tensor (or other mass properties) of a 3D solid body represented by a triangle mesh / J. Blow, A.J. Binstock. URL: http://www.number-none.com/blow/inertia/bb_inertia.doc. Дата обращения: 6.10.2013.
8. Tonon F. Explicit Exact Formulas for the 3-D Tetrahedron Inertia Tensor in Terms of its Vertex Coordinates / F. Tonon // Journal of Mathematics and Statistics. vol. 1. № 1. 2005. pp. 8-11.
9. Kallay M. Computing the Moment of Inertia of a Solid Defined by a Triangle Mesh / M. Kallay // Journal of Graphics, GPU, and Game Tools. vol. 11. № 2. 2006. pp. 51-57.

Об авторах

Лагерева А. В. – доктор технических наук, профессор Брянского государственного технического университета, avl-bstu@yandex.ru.

Лагерева И.А. – кандидат технических наук, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, lagerev-bgu@yandex.ru.

Мильт А.А. – аспирант Брянского государственного технического университета, miltoandrey@ya.ru.

УДК – 517.53+517.54

БАЗИСЫ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ ФУНКЦИЙ, АНАЛИТИЧЕСКИХ В ОБЛАСТЯХ СО СПРЯМЛЯЕМОЙ ГРАНИЦЕЙ¹

Н.М. Махина, Ф.А. Шамоян

В статье строится система функций, являющаяся ортогональным базисом в весовых пространствах функций, аналитических в областях со спрямляемой границей.

Ключевые слова: базис, весовые пространства, класс ВМОА

Пусть $S = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$, G – некоторая односвязная область на комплексной плоскости $\mathbb{C}$; функция φ конформно отображает S на G , ψ – обратная функция для φ .

Обозначим (L) – класс кривых таких, что $l(w_1, w_2) \leq c|w_1 - w_2|$, где $c = \text{const} > 0$, w_1, w_2 – произвольные точки на кривой, $l(w_1, w_2)$ – длина кратчайшей дуги кривой, соединяющей точки w_1, w_2 (см., например, [1]); (K) – класс кривых, являющихся жордановыми аналитическими всюду, кроме конечного числа точек $a_i, i = 1, 2, \dots, n$, в которых кривая образует углы $\frac{\pi}{\alpha_i}, \frac{1}{2} \leq \alpha_i < +\infty, i = 1, 2, \dots, n$ (см. [3]).

Пусть также $L^p_\beta(G)$ – класс измеримых по Лебегу в области G функций f таких, что $\int_G |f(w)|^p \frac{(1-|\psi(w)|)^\beta}{|\psi'(w)|^\beta} dm_2(w) < +\infty, 0 < p < +\infty, \beta > -1$, где dm_2 – плоская мера Лебега; $A^p_\beta(G)$ – подпространство пространства $L^p_\beta(G)$, состоящее из аналитических функций; $\tilde{L}^p_\beta(G)$ – пространство измеримых по Лебегу в области G функций f таких, что $\int_G |f(w)|^p d^\beta(w, \partial G) dm_2(w) < +\infty, 0 < p < +\infty, \beta > -1$, $d(w, \partial G)$ – расстояние от точки w до границы области G ; $\tilde{A}^p_\beta(G)$ – соответствующее подпространство пространства $\tilde{L}^p_\beta(G)$.

В работе [3] для односвязной области G , $\partial G \in (K)$, показано, что система функций $e_n(w) = \sqrt{\frac{n+1}{\pi}} (\psi(w))^n \psi'(w)$, $n = 0, 1, 2, \dots$, является базисом в пространстве $A^p_0(G)$, если $p \in (2 - \alpha, \frac{2 - \alpha}{1 - \alpha})$ при $\frac{1}{2} \leq \alpha < 1$, и если $p \in (1, +\infty)$ при $\alpha \geq 1$, где $\alpha = \min_{1 \leq i \leq n} \alpha_i$.

В нашей работе мы строим ортогональные базисы вида $e_n(w) = \sqrt{\frac{1}{2\pi\beta} \frac{\Gamma(n+\beta)}{\Gamma(n+1)\Gamma(\beta)}} (\psi(w))^n (\psi'(w))^{\frac{\beta}{2}+1}$, $n = 0, 1, 2, \dots$ в весовых пространствах функций $A^p_\beta(G), 1 < p < +\infty, \beta \in \mathbb{Z}_+, \beta > p - 1$, аналитических в областях с границей класса (L) , т.е. в областях Лаврентьева.

Кроме того, полученные результаты позволяют построить базисы (не ортогональные) в соответствующих пространствах $\tilde{A}^p_\beta(G)$.

Лемма 1. (см. [6]). Для функции $f \in \text{ВМОА}$, $|t| < 1$, и произвольного $a \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$ существует такое $M = M(a)$, что справедливо неравенство

$$\frac{1}{2\pi} \int_{|s|=1} |e^{af(s)}|^2 \frac{(1-|t|^2)}{|1-ts|^2} |ds| \leq M |e^{af(t)}|^2.$$

Следующая теорема используется при доказательстве основного результата статьи и представля-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 13-01-97508)

ет, на наш взгляд, самостоятельный интерес. Аналог подобной теоремы доказан авторами в работе [7].

Теорема 1. Пусть G – односвязная ограниченная область, $\partial G \in (L)$, функция φ конформно отображает S на G , причем $\varphi(0) = w_0$, w_0 – некоторая точка из G , $\varphi'(0) > 0$. Пусть

также $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, $\zeta \in S$. Тогда при $1 < p < +\infty$ справедлива оценка

$$\int_S \frac{|\varphi'(z)|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} (1-|z|)^\beta}{(1-|\bar{\zeta}z|)^\beta (1-|z|)^{\gamma/q-p+1}} dm_2(z) \leq \frac{c_2 |\varphi'(\zeta)|^{\beta+2-(\beta/2+1)p}}{(1-|\zeta|)^{\gamma/q-p+1}} \quad (1)$$

где $p < \gamma/q < \beta + 1$, $\beta > p - 1$.

Доказательство. Отметим, что так как G – односвязная область с границей класса (L) , то $a \ln |\varphi'(z)| \in BMOA$, $a \in C \setminus \{0\}$, а значит, к данной функции можно применить результаты леммы 1.

Полагая $f = \frac{\beta+2-(\beta/2+1)p}{2} \ln |\varphi'(z)|$, $z \in S$, $z = re^{i\sigma}$, учитывая утверждения леммы 1, имеем:

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |\varphi'(e^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} \frac{(1-|t|^2)}{|1-\bar{t}e^{i\sigma}|^2} d\sigma \leq M |\varphi'(t)|^{\beta+2-(\beta/2+1)p}, \quad (2)$$

где $0 < |t| < 1$.

Докажем (1) и оценим $I = \int_S \frac{|\varphi'(z)|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} (1-|z|)^\beta}{(1-|\bar{\zeta}z|)^\beta (1-|z|)^{\gamma/q-p+1}} dm_2(z)$.

Пусть $\zeta = \rho e^{i\theta}$, тогда

$$I = \int_0^1 \frac{(1-r)^{\beta-\gamma/q+p-1}}{(1-r\rho)^\beta} \int_{-\pi}^{\pi} |\varphi'(re^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} \frac{|1-r\rho e^{i(\sigma-\theta)}|^2}{|1-r\rho e^{i(\sigma-\theta)}|^2} d\sigma dr \leq$$

$$\leq c \int_0^1 \frac{(1-r)^{\beta-\gamma/q+p-1}}{(1-r\rho)^\beta} \int_{-\pi}^{\pi} |\varphi'(re^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} \frac{1}{|1-r\rho e^{i(\sigma-\theta)}|^2} d\sigma dr.$$

Но функция $\varphi'(z) \neq 0$, $z \in S$, то $(\varphi'(z))^{\beta+2-(\beta/2+1)p}$, где выбрана главная ветвь степенной функции, голоморфна в S , функция $\Psi_\zeta(z) = \frac{1}{(1-\bar{\zeta}z)^2}$ также является голоморфной в S при фиксированном $\zeta \in S$. Следовательно, $\Psi_\zeta(z)(\varphi'(z))^{\beta+2-(\beta/2+1)p}$ – голоморфная в S функция. Поэтому

$$\int_{-\pi}^{\pi} |\varphi'(re^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} \frac{1}{|1-r\rho e^{i(\sigma-\theta)}|^2} d\sigma = \int_{-\pi}^{\pi} |\varphi'(re^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} |\Psi_\zeta(re^{i\sigma})| d\sigma = I_1(r)$$

монотонно растет на $[0,1)$. Значит,

$$I_1(r) = \int_{-\pi}^{\pi} |\varphi(re^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} \frac{1}{|1-r\rho e^{i(\sigma-\theta)}|^2} d\sigma \leq \frac{1}{(1-\rho^2)} \int_{-\pi}^{\pi} |\varphi'(e^{i\sigma})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} \frac{(1-\rho^2)}{|1-\rho e^{i(\sigma-\theta)}|^2} d\sigma.$$

И из оценки (2), положив $t = \zeta$, получим: $I_1(r) \leq \frac{c |\varphi'(\rho e^{i\theta})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p}}{(1-\rho^2)}$.

$$\text{То есть } I \leq \frac{c |\varphi'(\rho e^{i\theta})|^{\beta+2-(\beta/2+1)p}}{(1-\rho^2)} \int_0^1 \frac{(1-r)^{\beta-\gamma/q+p-1}}{(1-r\rho)^\beta} dr.$$

$$\text{Но } \int_0^1 \frac{(1-r)^{\beta-\gamma/q+p-1}}{(1-r\rho)^\beta} dr \leq \frac{c}{(1-\rho)^{\gamma/q-p}} \text{ при } p < \gamma/q < \beta+1.$$

$$\text{Тогда } \int_S \frac{|\varphi'(z)|^{\beta+2-(\beta/2+1)p} (1-|z|)^\beta}{(1-|\bar{\zeta}z|)^\beta (1-|z|)^{\gamma/q-p+1}} dm_2(z) \leq \frac{\tilde{n} |\varphi'(\zeta)|^{\beta+2-(\beta/2+1)p}}{(1-|\zeta|)^{\gamma/q-p+1}}$$

при $p < \gamma/q < \beta+1$, $\beta > p-1$. Теорема доказана.

Теорема 2. Пусть G – односвязная ограниченная область, $\partial G \in (L)$, функция φ конформно отображает S на G , причем $\varphi(0) = w_0$, w_0 – некоторая точка из G , $\varphi'(0) > 0$, ψ – обратная функция для φ ; $e_n(w) = \sqrt{\frac{1}{2\pi\beta} \frac{\Gamma(n+\beta)}{\Gamma(n+1)\Gamma(\beta)}} (\psi(w))^n (\psi'(w))^{\frac{\beta+1}{2}}$, $n = 0, 1, 2, \dots$

Если $1 < p < +\infty$, $\beta \in \mathbb{Z}_+$, $\beta > p-1$, то система функций $\{e_n(w)\}$, $n = 0, 1, 2, \dots$, образует ортогональный базис в пространстве $A_\beta^p(G)$.

Доказательство теоремы проводится в соответствии с леммами:

Лемма 2. Пусть справедливы условия теоремы 2. Тогда последовательность функций $\{e_n(w)\}$, $n = 0, 1, 2, \dots$, составляет полную систему в пространстве $A_\beta^p(G)$.

Доказательство леммы строится на основе результатов Шамояна Ф.А., Никольского Н.К. (см. [4], [5]) о слабообратимых элементах в весовых пространствах аналитических в областях Смирнова функций и известного факта о вложении областей Лаврентьева в области Смирнова (см., например, [2]).

Лемма 3. Пусть справедливы условия теоремы 2. Тогда система функций $\{e_n(w)\}$, $n = 0, 1, 2, \dots$, является ортогональной в пространстве $A_\beta^p(G)$.

Для доказательства леммы достаточно удостовериться, что

$$\int_G e_k(w) \overline{e_l(w)} \frac{(1-|\psi(w)|)^\beta}{|\psi'(w)|^\beta} dm_2(w) = 0, k \neq l.$$

Лемма 4. Пусть справедливы условия теоремы 2. Тогда $\exists M > 0$: $\forall f \in A_\beta^p(G)$

$$\left\| \sum_{k=0}^n (f, e_k) e_k \right\| \leq M \|f\|, n = 1, 2, \dots$$

Доказательство леммы проводится с помощью «пересадки в единичный круг» и результатов теоремы 1.

Заметим, что пространство $L_\beta^p(G)$ в определенном смысле эквивалентно пространству $\tilde{L}_\beta^p(G)$ измеримых по Лебегу в области G функций f таких, что $\int_G |f(w)|^p d^\beta(w, \partial G) dm_2(w) < +\infty$, $0 < p < +\infty$, $\beta > -1$, $d(w, \partial G)$ – расстояние от точки w до границы области G . Тогда справедлива следующая теорема:

Теорема 3. Пусть G – односвязная ограниченная область, $\partial G \in (L)$, функция φ конформно отображает S на G , причем $\varphi(0) = w_0$, w_0 – некоторая точка из G , $\varphi'(0) > 0$, ψ – обратная функция для φ .

Если $1 < p < +\infty$, $\beta \in \mathbb{Z}_+$, $\beta > p-1$, то система функций

$$e_n(w) = \sqrt{\frac{1}{2\pi\beta} \frac{\Gamma(n+\beta)}{\Gamma(n+1)\Gamma(\beta)}} (\psi(w))^n (\psi'(w))^{\frac{\beta}{2}+1}, n=0,1,2,\dots,$$

образует базис в пространстве $\tilde{A}_\beta^p(G)$.

Для доказательства достаточно воспользоваться оценками, следующими из известной теоремы Кебе (см. [1, с. 51]):

$$\frac{1}{4} \frac{(1-|\psi(w)|)}{|\psi'(w)|} \leq d(w, \partial G) \leq 4 \frac{(1-|\psi(w)|)}{|\psi'(w)|}$$

и результатами теоремы 2.

Constructed in the article the system of functions, which is orthogonal basis in weighted spaces of functions analytic in domains with rectifiable boundary.

The key words: basis, weighted spaces, class BMOA

Список литературы

1. Голузин Г.М. Геометрическая теория функций комплексного переменного / Г.М. Голузин. М.: Наука, 1966. 628 с.
2. Привалов И. И. Граничные свойства аналитических функций / И.И. Привалов. М.-Л.: ГИТТЛ. 1950.
3. Шихватов А.М. Об L^p -пространствах функций, аналитических в области с кусочно-аналитической границей / А.М. Шихватов // Математические заметки. 1976. Т. 20, № 4. С. 537-548.
4. Шамоян Ф.А. О слабой обратимости в некоторых пространствах аналитических функций / Ф.А. Шамоян // Докл. АН Арм. ССР. 1982. Т. 74, № 4. С. 157-160.
5. Никольский Н.К. Избранные задачи весовой аппроксимации и спектрального анализа / Н.К. Никольский // Труды МИАН. 1974. Т. 120.
6. Pommerenke Ch. On univalent functions, Bloch functions and VMOA / Ch. Pommerenke // Math. An. 1978. V. 236. P. 199-208.
7. 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 / N.M. Tkachenko, F.A. Shamoyan // Журнал математической физики, анализа, геометрии. 2009. Vol.5, No 2. P. 192-210.

Об авторах

Махина Н.М. – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, mahinanm@yandex.ru

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

УДК 517.956.35

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ БАЛКИ С ЗАКРЕПЛЕННЫМИ КОНЦАМИ

И.А. Рудаков

Доказано существование счетного числа периодических по времени решений квазилинейного уравнения колебаний балки с закрепленными концами. Нелинейное слагаемое имеет степенной рост.

Ключевые слова: колебания балки, периодическое по времени решение, вариационный метод, возмущение четных функционалов.

1. Введение. Рассмотрим задачу о периодических колебаниях балки с закрепленными концами

$$u_{tt} + u_{xxxx} + g(x, t, u) = f(x, t), \quad 0 < x < \pi, \quad t \in R; \quad (1)$$

$$u(x, t+T) = u(x, t), \quad 0 < x < \pi, \quad t \in R; \quad (2)$$

$$u(0, t) = u_x(0, t) = u(\pi, t) = u_x(\pi, t) = 0, \quad t \in R. \quad (3)$$

Период времени T имеет вид

$$T = 2\pi \frac{b}{a}, \quad a, b \in N, (a, b) = 1 \quad (4)$$

Функции g и f являются T -периодическими по t .

Обозначим $\Omega = [0, \pi] \times R / (TZ)$, $G(x, t, u) = \int_0^u g(x, t, s) ds$. Нелинейное слагаемое g удовлетворяет следующим условиям [1]:

(A)

$g \in C^1([0, \pi] \times R^2)$, строго возрастает по u и T -периодична по t ;

(B) существуют $\mu > 2, r \geq 0$ такие, что $0 < \mu G(x, t, u) \leq u g(x, t, u)$ при всех $(x, t) \in \Omega$, $u \in (-\infty, -r] \cup [r, +\infty)$;

(C) существуют $p \in [\mu - 1, \mu)$, $C_1, C_2, C_3, C_4 > 0$ такие, что

$$C_1 |u|^p - C_2 \leq |g(x, t, u)| \leq C_3 |u|^p + C_4 \quad \forall (x, t) \in \Omega, \forall u \in R.$$

(D) $g(x, t, -u) = -g(x, t, u) \quad \forall (x, t) \in \Omega, \forall u \in R$.

Задача о существовании периодических колебаний балки со свободно опертыми концами исследована в работах [2] – [4]. В [5] доказана счетная разрешимость задачи (1), (2) с однородными граничными условиями, когда $f \equiv 0$, или f не зависит от t . Целью данной работы является доказательство существования счетного числа периодических решений задачи (1)-(3) при любой периодической правой части $f(x, t)$ в случае, когда нелинейное слагаемое g имеет степенной рост.

2. Свойства дифференциального оператора. Решение задачи (1)-(3) будем искать в виде ряда Фурье. Соответствующая ортонормированная система строится с помощью следующей задачи Штурма–Лиувилля:

$$\frac{d^4 X}{dx^4} = \lambda X, \quad 0 < x < \pi; \quad (5)$$

$$X(0) = X'(0) = X(\pi) = X'(\pi) = 0. \quad (6)$$

Собственные значения задачи (5), (6) являются решениями уравнения $ch(\bar{\lambda}_n \pi) \cdot \cos(\bar{\lambda}_n \pi) = 1$. В работе [4] доказано, что собственные значения задачи (5), (6) можно представить в виде

$$\lambda_n = \bar{\lambda}_n^4, \quad \bar{\lambda}_n = n + \frac{1}{2} + (-1)^{n-1} \theta_n, \quad n \in N \quad (7)$$

Здесь θ_n удовлетворяет неравенствам

$$0 < \frac{b_0}{d^n} < \theta_n < \frac{1}{d^n}, \quad n \in N, \quad (8)$$

где $d = e^\pi$, $b_0 = \frac{2d}{\pi(d^3 + 1)}$. Соответствующая система собственных функций имеет вид

$$X_n = A_n (ch(\bar{\lambda}_n x) - \cos(\bar{\lambda}_n x) - \alpha_n (sh(\bar{\lambda}_n x) - \sin(\bar{\lambda}_n x))),$$

где $\alpha_n = \frac{ch(\bar{\lambda}_n \pi) - \cos(\bar{\lambda}_n \pi)}{sh(\bar{\lambda}_n \pi) - \sin(\bar{\lambda}_n \pi)}$. Если $X_n(x)$ нормировать соотношением $\int_0^\pi X_n^2(x) dx = 1$,

то выполняются следующие оценки:

$$|X_n(x)| \leq C_0, \quad |d^k X_n(x) / d x^k| \leq D_k n^k \quad \forall x \in [0, \pi],$$

C_0, D_k не зависит от x , $A_n = A_0 + \beta_n$, где $A_0 > 0$, $A_n > 0$, $\beta_n \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$.

Обозначим $Z_+ = N \cup \{0\}$, $\Omega = [0, \pi] \times R / (TZ)$, $\mu_{nm} = \lambda_n - \left(\frac{a}{b} m\right)^2$, $(n, m) \in N \times Z_+$ и

рассмотрим полную ортонормированную в $L_2(\Omega)$ систему функций

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{T}} X_n(x), \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{T}} X_n(x) \cos\left(\frac{a}{b} m t\right), \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{T}} X_n(x) \sin\left(\frac{a}{b} m t\right) \right\}_{m, n \in N} \quad (9)$$

Норму и скалярное произведение в $L_2(\Omega)$ обозначим $\| \cdot \|$ и $(\cdot, \cdot)$ соответственно. Введем оператор $A: L_2(\Omega) \rightarrow L_2(\Omega)$ с областью определения

$$D(A) = \left\{ u = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} X_n \left(a_{nm} \cos\left(\frac{a}{b} mt\right) + b_{nm} \sin\left(\frac{a}{b} mt\right) \right) \mid \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \mu_{nm}^2 (a_{nm}^2 + b_{nm}^2) < \infty \right\},$$

действующий по правилу $A(u) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \mu_{nm} X_n \left(a_{nm} \cos\left(\frac{a}{b} mt\right) + b_{nm} \sin\left(\frac{a}{b} mt\right) \right)$ для всех

$$u = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} X_n \left(a_{nm} \cos\left(\frac{a}{b} mt\right) + b_{nm} \sin\left(\frac{a}{b} mt\right) \right) \in D(A).$$

Обозначим $N(A)$, $R(A)$ соответственно ядро и образ A . Оператор $A : L_2(\Omega) \rightarrow L_2(\Omega)$ является самосопряженным, система функций (10) является системой собственных функций оператора A с собственными значениями μ_{nm} . Все собственные значения μ_{nm} имеют конечную кратность. В работе [5] доказано конечномерность ядра $N(A)$ и следующие свойства оператора A .

Лемма 1. Пусть выполнено условие (4) и b не кратно 4. Тогда для любой функции $f \in R(A)$ имеет место включение

$$u = A^{-1} f \in L_2([0, 2\pi]; H_2) \cap C(\Omega) \cap H_1(\Omega)$$

и существует классическая производная $u_x \in C(\Omega)$.

Лемма 2. Пусть выполнено условие (4) и b не кратно 4. Тогда для любой функции $f \in H_1(\Omega) \cap R(A)$ и $u = A^{-1} f$ имеет место включение $u \in H_2(\Omega) \cap C^1(\Omega) \cap R(A)$ и классические производные $u_{xx}, u_{xxx} \in C(\Omega)$.

Лемма 3. Оператор $A^{-1} : R(A) \rightarrow C(\Omega)$ является вполне непрерывным.

3. Квазилинейное уравнение. Обозначим $\sigma(A) = \{\mu_{nm} \mid n \in N, m \in Z_+\}$. Множество $\sigma(A)$ не имеет конечных предельных точек, если b не кратно 4.

Определение. Обобщенным решением задачи (1)-(3) называется функция $u \in D(A)$ такая, что

$$\int_0^T \int_0^{2\pi} (u A \varphi + g(x, t, u) \varphi - f(x, t) \varphi) dx dt \quad \forall \varphi \in D(A).$$

Основным результатом данной работы является следующая теорема.

Теорема. Пусть выполнено условие (4), b не кратно 4 и функция g удовлетворяет условиям (A), (B), (C), (D). Тогда для любой T -периодической по t функции $f(x, t) \in H_1(\Omega)$ задача (1)-(3) имеет неограниченную в $L^{p+1}(\Omega)$ последовательность обобщенных решений из $H_2(\Omega) \cap C^1(\Omega)$, для которых вторые и третьи классические производные по x непрерывны в Ω .

Доказательство. При доказательстве теоремы будем использовать метод Рабиновича-Танаки-Bahri-Berestycki [6], [1], [7] и следовать плану работы [1].

Для функций $u \in L_q(\Omega)$ обозначим $\|u\|_q = \left(\int_{\Omega} |u(x, t)|^q dx dt \right)^{1/q}$. Если $u \in L_q(\Omega)$, $v \in L_{q/(q-1)}(\Omega)$, то будем использовать обозначение $(u, v) = \int_{\Omega} u v dx dt$.

На множестве $D(A)$ рассмотрим функционал

$$F(u) = -\frac{1}{2} (Au, u) + \int_{\Omega} (-G(x, t, u) + f \cdot u) dx dt.$$

Решения задачи (1)-(3) являются критическими точками функционала F . Для функций $u, v \in D(A)$, $u = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} X_n (a_{nm} \cos(\frac{a}{b} mt) + b_{nm} \sin(\frac{a}{b} mt))$,

$$v = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} X_n (a'_{nm} \cos(\frac{a}{b} mt) + b'_{nm} \sin(\frac{a}{b} mt)) \text{ определим}$$

$$\langle u, v \rangle = T \sum_{n=1}^{\infty} \lambda_n a_{n0} a'_{n0} + \frac{T}{2} \sum_{\mu_{nm} \neq 0} |\mu_{nm}| (a_{nm} a'_{nm} + b_{nm} b'_{nm}) + \frac{T}{2} \sum_{\mu=0} (a_{nm} a'_{nm} + b_{nm} b'_{nm}),$$

$\|u\|_E = \sqrt{\langle u, u \rangle}$. Для $\alpha > 0$ обозначим

$$g_\alpha(x, t, u) = g(x, t, u) + \alpha u, \quad G_\alpha(x, t, u) = G(x, t, u) + \frac{1}{2} \alpha u^2.$$

Из условия (B) вытекает существование положительных констант A_1, A_2, A_3 таких, что

$$\frac{1}{\mu} (u \cdot g(x, t, u) + A_1) \geq G(x, t, u) + A_2 \geq A_3 |u|^\mu \quad \forall (x, t) \in \Omega, \forall u \in \mathbb{R}. \quad (9)$$

Обозначим как в [1] $E^+ = \overline{\text{span}}\{X_n \cos(\frac{a}{b} mt), X_n \sin(\frac{a}{b} mt) | \mu_{nm} < 0\}$,

$$E^- = \overline{\text{span}}\{X_n \cos(\frac{a}{b} mt), X_n \sin(\frac{a}{b} mt) | \mu_{nm} > 0\},$$

$$E^0 = \overline{\text{span}}\{X_n \cos(\frac{a}{b} mt), X_n \sin(\frac{a}{b} mt) | \mu_{nm} = 0\},$$

где замыкание берется по норме $\|\cdot\|_E$. Тогда $E = E^+ \oplus E^- \oplus E^0$ есть гильбертово пространство со скалярным произведением $\langle \cdot, \cdot \rangle$. Для любого числа $q \in [1, +\infty)$ существует положительная константа C_q такая, что ([1]):

$$\|u\|_q \leq C_q \|u\|_E \quad \forall u \in E \quad \text{и вложение } E \rightarrow L_q \text{ является вполне непрерывным.}$$

Стандартно ([1]) доказывается, что F удовлетворяет условию Пале-Смейла (PS): любая последовательность $\{u_n\} \subset E$ такая, что $F(u_n) \leq M \quad \forall n$ и $F'(u_n) \rightarrow 0$

в E^* при $n \rightarrow \infty$, содержит сходящуюся в E подпоследовательность.

Функционал F не является четным. В связи с этим, используя метод возмущения четных функционалов из работ [6], [7], [1], заменим функционал F на модифицированный функционал I . Для его построения возьмем функцию $\chi \in C^\infty(\mathbb{R})$ такую, что $\chi(t) = 1$ при $t \leq 1$, $\chi(t) = 0$ при $t \geq 2$ и $-2 \leq \chi'(t) \leq 0$, $0 \leq \chi(t) \leq 1$ при $t \in \mathbb{R}$. Для функции $u \in E$ положим

$$\Phi(u) = a \sqrt{F^2(u) + 1}, \quad \Psi(u) = \chi \left(\left(\int_{\Omega} (G(x, t, u) + A_2) dx dt \right) / \Phi(u) \right),$$

где $a = 12/(\mu - 2)$. Для функций $u \in E$ определим функционал

$$I(u) = -\frac{1}{2} (Au, u) - \int_{\Omega} G(x, t, u) dx dt + \Psi(u)(f, u).$$

Функционал I удовлетворяет следующим условиям.

Утверждение 1. Существует константа $C > 0$ такая, что

$$|I(u) - I(-u)| \leq C (|I(u)|^{\frac{1}{\mu}} + 1) \quad \forall u \in E.$$

Доказательство. Все константы, не зависящие от u , будем обозначать буквой C . Вычислим $|I(u) - I(-u)| = (\Psi(u) + \Psi(-u))|(u, f)|$.

Если $u \in \text{supp } \Psi$, то $\int_{\Omega} (G(x, t, u) + A_2) dx dt \leq 2a \sqrt{F^2(u) + 1} \leq C (|F(u)| + 1)$. Из (9) следует, что $G(x, t, u) + A_2 \geq A_3 |u|^\mu$. Поэтому $\|u\|_\mu^\mu \leq C (|F(u)| + 1)$ и, следовательно,

$$\|u\|_\mu \leq C (|F(u)|^{\frac{1}{\mu}} + 1). \quad \text{Таким образом,}$$

$$|(u, f)| \leq \|u\|_\mu \|f\|_{\mu/(\mu-1)} \leq C (|F(u)|^{\frac{1}{\mu}} + 1).$$

Так как $F(u) = I(u) + (1 - \Psi(u))(u, f)$, то

$$|F(u)| \leq |I(u)| + |(u, f)| \leq |I(u)| + C |F(u)|^{\frac{1}{\mu}} + C.$$

Поскольку $\frac{1}{\mu} < 1$, то для любого $\varepsilon > 0$ найдется константа $C > 0$ такая, что при всех u будем иметь неравенство

$$|F(u)|^{\frac{1}{\mu}} \leq \varepsilon |F(u)| + C.$$

Следовательно, существует константа $C > 0$ такая, что $|F(u)| \leq 2 |I(u)| + C$ и

$$|(u, f)| \leq C (|F(u)|^{\frac{1}{\mu}} + 1) \leq C (2 |I(u)| + 1)^{\frac{1}{\mu}} + 1 \leq C' |I(u)|^{\frac{1}{\mu}} + C'.$$

Если $(-u) \in su\ pp\ \Psi$, то аналогично выведем $|(u, f)| \leq C (|F(-u)|^{\frac{1}{\mu}} + 1)$. Поскольку

$$F(-u) = -\frac{1}{2}(Au, u) - \int_{\Omega} G(x, t, u) dx dt + \Psi(u)(u, f) - (1 + \Psi(u))(u, f) = I(u) + (1 + \Psi(u))(u, f),$$

то $|F(-u)| \leq |I(u)| + 2 |(f, u)| \leq |I(u)| + C |F(-u)|^{\frac{1}{\mu}} + C$. Для любого $\varepsilon > 0$ найдется константа $C > 0$ такая, что при всех u будем иметь неравенство

$$|F(-u)|^{\frac{1}{\mu}} \leq \varepsilon |F(-u)| + C.$$

Следовательно, существует константа $C > 0$ такая, что $|F(-u)| \leq 2 |I(-u)| + C$ и

$$|(u, f)| \leq C (|F(-u)|^{\frac{1}{\mu}} + 1) \leq C (2 |I(u)| + 1)^{\frac{1}{\mu}} + 1 \leq C' |I(u)|^{\frac{1}{\mu}} + C'.$$

Если $u \notin su\ pp\ \Psi$ и $(-u) \notin su\ pp\ \Psi$, то $\Psi(u) = \Psi(-u) = 0$, $|I(u) - I(-u)| = 0$.

Утверждение доказано.

Утверждение 2. Существует положительная константа M_0 такая, что если

$$I(u) \geq M_0 \text{ и } \|I'(u)\|_{E^*} \leq 1, \text{ то } I(u) = F(u).$$

Следствие 1. Функционал $I(u)$ удовлетворяет условию Пале-Смейла на множестве $A_{M_0} = \{u \in E \mid I(u) \geq M_0\}$.

Следствие 2. Если $u \in E$ и удовлетворяет условиям $I(u) \geq M_0$, $I'(u) = 0$, то

$$I(u) = F(u) \text{ и } F'(u) = 0.$$

4. Стационарные точки функционала I . Построение неограниченной последовательности стационарных точек функционала I опирается на метод работы [1]. Занумеруем множество $\{\mu_{nm} \mid \mu_{nm} < 0, n \in N, m \in Z_+\}$ отрицательных собственных значений оператора A в порядке невозрастания: $0 > -\mu_1 \geq -\mu_2 \geq -\mu_3 \geq \dots$. Каждое собственное значение $-\mu_i$ ($\mu_i > 0$) в последовательности повторяется столько раз, какова кратность $(-\mu_i)$. Обозначим e_i нормированный в E ($\|e_i\|_E = 1$) собственный вектор A , соответствующий собственному значению $(-\mu_i)$. Тогда $E^+ = \overline{\text{span}\{e_i \mid i \in N\}}$ - замыкание в E . Обозначим $E_n^+ = \text{span}(e_1, \dots, e_n)$.

Для любого $n \in N$ существует $R_n > 0$ такая, что

$$I(u) \leq 0 \quad \forall u \in E_n^+ \oplus E^- \oplus E^0, \|u\| \geq R_n.$$

Можно считать, что

$$R_n < R_{n+1} \quad \forall n. \quad \text{Обозначим} \quad ([1]) \quad B_R = \{u \in E \mid \|u\|_E \leq R\}, \quad D_n = B_{R_n} \cap (E_n^+ \oplus E^- \oplus E^0),$$

$$\Gamma_n = \{\gamma \in C(D_n, E) \mid \gamma \text{ удовлетворяет условиям } (\gamma_1) - (\gamma_3)\}.$$

$$(\gamma_1) \quad \gamma(-u) = -\gamma(u) \quad \forall u \in D_n;$$

$$(\gamma_2) \quad \gamma(u) = u \quad \forall u \in \partial D_n;$$

(γ_3) для $u = u^+ + u^- + u^0 \in D_n$, $\gamma(u) = \alpha(u)u + k(u)$, где $\alpha \in C(D_n, [1, \bar{\alpha}])$ четный функционал ($\bar{\alpha} \geq 1$ зависит от γ) и k есть вполне непрерывный оператор так, что $\alpha(u) = 1$ и

$k(u)=0$ на ∂D_n .

Обозначим также $U_n = D_{n+1} \cap \{u \in E \mid \langle u, e_{n+1} \rangle \geq 0\}$, $\Lambda_n = \{\lambda \in C(U_n, E) \mid \lambda \text{ удовлетворяет условиям } (\lambda_1) - (\lambda_3)\}$:

$$(\lambda_1) \quad \lambda|_{D_n} \in \Gamma_n,$$

$$(\lambda_2) \quad \lambda(u)=u \text{ на } \partial U_n \setminus D_n,$$

(λ_3) для $u = u^+ + u^- + u^0 \in U_n$, $\lambda(u) = \tilde{\alpha}(u)u + \tilde{k}(u)$, где $\tilde{\alpha} \in C(U_n, [1, \bar{\alpha}])$ ($\bar{\alpha} \geq 1$ зависит от λ) и $\tilde{k}$ есть вполне непрерывный оператор так, что $\tilde{\alpha}(u)$ нечетно на D_n и $\tilde{\alpha}(u)=1$, $\tilde{k}(u)=0$ на $\partial U_n \setminus D_n$.

Для положительного числа $d > 0$ определим также множество

$$\Lambda_n(d) = \{\lambda \in \Lambda_n \mid I(\lambda(u)) \leq b_n + d \quad \forall u \in D_n\}.$$

В соответствие с работами [1], [6], [7] определим минимаксные последовательности

$$b_n = \inf_{\gamma \in \Gamma_n} \sup_{u \in D_n} I(\gamma(u)), \quad c_n = \inf_{\lambda \in \Lambda_n} \sup_{u \in U_n} I(\lambda(u)).$$

В случае, когда $c_n > b_n$ справедливо следующее утверждение ([1]):

Утверждение 3. Если $c_n > b_n \geq M_0$ и $d \in (c_n - d_n)$, то

$$c_n(d) = \inf_{\lambda \in \Lambda_n(d)} \sup_{u \in U_n} (I(\lambda(u)) \geq c_n$$

есть критическое значение I .

Таким образом, для доказательства существования счетного числа критических точек достаточно проверить, что условие $c_k = b_k$ не может выполняться для всех достаточно больших k .

Утверждение 4. Если существует $K_1 \in \mathbb{N}$ такое, что $c_k = b_k$ при всех $k \geq K_1$, то для некоторой положительной константы $\gamma = \gamma(K_1)$ при всех k выполняется неравенство

$$b_k \leq \gamma k^{\frac{\mu}{\mu-1}}. \quad (10)$$

Доказательство нижней оценки для b_k , которая противоречит (10), проводится по плану работы [1]. Для произвольной функции $u = u^+ + u^- + u^0 \in E = E^+ \oplus E^- \oplus E^0$, выведем

$$I(u) \geq \frac{1}{2} \|u^+\|_E^2 - B_0 \|u^+\|_\mu^\mu - \frac{1}{2} \|u^-\|_E^2 - B_0 \|u^-\|_\mu^\mu - B_0 \|u^0\|_\mu^\mu - B_1.$$

Здесь B_0, B_1 есть положительные константы, не зависящие от u .

Для функции $u^+ \in E^+$ обозначим $K(u^+) = \frac{1}{2} \|u^+\|_E^2 - B_0 \|u^+\|_\mu^\mu \in C^2(E^+, \mathbb{R})$. Функционал K и его критические точки исследованы в [1]. Значения K в критических точках используются для оценки снизу b_k . Из последнего неравенства вытекает

$$I(u^+) \geq K(u^+) - B_1 \quad \forall u^+ \in E^+.$$

Стандартно (лемма 2.2 [1]) доказывается, что $K|_{E^+}$ удовлетворяет условию Пале-Смейла. Определим величины

$$\beta_n^m = \sup_{\sigma \in A_n^m} \min_{x \in S^{m-n}} K(\sigma(x)).$$

Здесь $n, m \in \mathbb{N}$, $m > n$, S^k есть единичная сфера в $\mathbb{R}^{k+1}$ и

$$A_n^m = \{\sigma \in C(S^{m-n}, E_m^+) \mid \sigma(-x) = \sigma(x) \quad \forall x \in S^{m-n}\}.$$

Для чисел β_n^m справедливы следующие свойства ([1]):

$$0 \leq \beta_n^m \leq \beta_{n+1}^m < \infty \text{ для всех } m, n \in \mathbb{N}, m > n+1. \quad (11)$$

Существуют последовательности $v(n), \tilde{v}(n)$ такие, что

$$0 \leq v(n) \leq \beta_n^m \leq \tilde{v}(n) \quad \text{для всех } m > n; \quad (12)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} v(n) = +\infty. \quad (13)$$

Из (12) вытекает существование последовательности $\{m_j\}$ такой, что

$$\lim_{j \rightarrow \infty} m_j = +\infty \quad \text{и}$$

$$\beta_n = \lim_{j \rightarrow \infty} \beta_n^{m_j} \quad \text{для всех } n \in N.$$

Согласно утверждения 3.2 работы [1], числа β_n являются критическими значениями функционала K . Из (11), (13) следует, что последовательность $\{\beta_n\}$ не убывает и $\lim_{n \rightarrow \infty} \beta(n) = +\infty$.

Утверждение 5. Имеет место оценка $b_n \geq \beta_n - B_1 \quad \forall n \in N$.

Для оценки снизу чисел последовательности $\{\beta_n\}$, как в [1], используем

$$\text{index } K''(u) = \max \{ \dim H \mid H - \text{подпространство } E^+ \text{ такое, что} \\ \langle K''(u)h, h \rangle \leq 0 \quad \forall h \in H \}.$$

Согласно утверждения 4.3 работы [1], $K|_{E_m^+}$ можно приблизить функционалами, имеющими конечное число критических точек. Обозначим $Z(K|_{E_m^+})$ множество критических точек функционала $K|_{E_m^+}$. В [1] показано, что все критические значения $K|_{E_m^+}$ являются неотрицательными и $K(u) < 0$, если $u \in E_m^+$ и норма $\|u\|_E$ достаточно большая. Кроме того, $K|_{E_m^+} \in C^2(E_m^+, R)$ и удовлетворяет условию Пале-Смейла. Из утверждения 4.3 работы [1] следует, что для любого $\varepsilon > 0$ существует $\varphi_\varepsilon \in C^2(E_m^+, R)$ такое, что φ_ε имеет конечное число критических точек и

$$|\varphi_\varepsilon(u) - K(u)| \leq \varepsilon, \quad \|\varphi'_\varepsilon(u) - (K|_{E_m^+})'(u)\| \leq \varepsilon, \quad \|\varphi''_\varepsilon(u) - (K|_{E_m^+})''(u)\| \leq \varepsilon \quad \forall u \in E_m^+. \quad (14)$$

При $\varepsilon > 0$, $m > 0$ обозначим $\beta_n^m(\varepsilon) = \sup_{\sigma \in A_n^m} \min_{x \in S^{m-n}} \varphi_\varepsilon(\sigma(x))$. Так как $\lim_{n \rightarrow \infty} \beta(n) = +\infty$, то

существует подпоследовательность n_k такая, что

$$\beta_{n_k} < \beta_{n_k+1} \quad \forall j. \quad (15)$$

Обозначим $\rho_{kj} = \beta_{n_k+1}^{m_j} - \beta_{n_k}^{m_j} > 0$. Возьмем убывающую последовательность δ_l

такую, что $\delta_l \rightarrow 0$ и $\delta_1 = \frac{1}{5} \rho_{kj}$. Пусть $b_{\delta_l} = \beta_{n_k}^{m_j} + 3\delta_l$. Поскольку

$$\beta_n^m - \varepsilon \leq \beta_n^m(\varepsilon) \leq \beta_n^m + \varepsilon, \quad \text{то} \quad \beta_{n_k}^{m_j}(\delta_l) < b_{\delta_l} - 2\delta_l < b_{\delta_l} < \beta_{n_k+1}^{m_j}(\delta_l). \quad \text{Возьмем}$$

$$a_{\delta_l} \in (b_{\delta_l} - \delta_l, b_{\delta_l})$$

не являющееся критическим значением φ_{δ_l} . Тогда

$$\beta_{n_k}^{m_j}(\delta_l) < a_{\delta_l} - 2\delta_l < a_{\delta_l} < \beta_{n_k+1}^{m_j}(\delta_l)$$

и $\lim_{l \rightarrow \infty} a_{\delta_l} = \beta_{n_k}^{m_j}$. Обозначим $[\varphi_\varepsilon \geq a]_m = \{u \in E_m^+ \mid \varphi_\varepsilon(u) \geq a\}$. Из (15) и леммы 4.1 работы

[1] следует существование $p \in [\varphi_{\delta_l} \geq a_{\delta_l}]_{m_j}$ такого, что абсолютная $(m_j - n_k - 1)$ -мерная гомотопическая группа $\pi_{(m_j - n_k - 1)}([\varphi_{\delta_l} \geq a_{\delta_l}]_{m_j}, p)$ не является тривиальной ([9]):

$$\pi_{(m_j - n_k - 1)}([\varphi_{\delta_l} \geq a_{\delta_l}]_{m_j}, p) \neq 0. \quad (16)$$

Обозначим $L = \max \{ \text{index } \varphi''_{\delta_l}(x) \mid \varphi_{\delta_l}(x) \leq a_{\delta_l}, \varphi'_{\delta_l}(x) = 0 \}$. Из леммы 4.2 работы [1] вытекает соотношение

$$\pi_l([\varphi_{\delta_l} \geq a_{\delta_l}]_{m_j}, p) = 0 \quad \forall p \in [\varphi_{\delta_l} \geq a_{\delta_l}]_{m_j}, \quad (17)$$

если

$$l \leq m_j - L - 2. \quad (18)$$

Сравнивая (16), (17), (18), получим $m_j - n_k - 1 > m_j - L - 2$, $L \geq n_k$. Поэтому существует последовательность $u_l \in E_{m_j}^+$ такая, что

$$\varphi_{\delta_l}(u_l) \leq a_{\delta_l}, \quad (19)$$

$$\varphi'_{\delta_l}(u_l) = 0, \quad (20)$$

$$\text{index} \varphi''_{\delta_l}(u_l) \geq n_k. \quad (21)$$

Отсюда и (14) вытекает ограниченность сверху последовательности $\{K(u_l)\}$ и то, что $\lim_{l \rightarrow \infty} K'(u_l) = 0$. Функционал K удовлетворяет условию Пале-Смейла. Поэтому последовательность $\{u_l\}$ имеет сходящуюся подпоследовательность, которую мы обозначим также $\{u_l\}$, такую, что $u_l \rightarrow u_{n_k}^{m_j}$ при $l \rightarrow \infty$. Стандартно доказывается модифицированное условие Пале-Смейла, состоящее в том, что из любой последовательности $\{u_m\} \subset E^+$ такой, что $u_m \in E_m^+$, $K(u_m) \leq C$ и $\|(K|_{E_m^+})'(u_m)\|_{(E_m^+)^*} \rightarrow 0$, можно выбрать сходящуюся подпоследовательность. Поэтому из (19), (20) вытекает, что при фиксированном n_k существует подпоследовательность, которую также обозначим $\{u_{n_k}^{m_j}\}$, такая, что $\lim_{j \rightarrow \infty} u_{n_k}^{m_j} = u_{n_k}$. Отсюда и (19), (20) следует

$$K(u_{n_k}) \leq \beta_{n_k}; \quad (22)$$

$$K'(u_{n_k}) = 0. \quad (23)$$

Неравенство

$$\text{index } K''(u_{n_k}) \geq n_k \quad (24)$$

выводится из (21) и представления $K''(u_{n_k}) = I + K$, где I есть тождественный, а K вполне непрерывный операторы.

Доказательство верхней оценки $\text{index } K''(u_{n_k})$ опирается на метод из работы [1]. Для функции

$$u = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} X_n(x) \left(a_{nm} \cos\left(\frac{a}{b} mt\right) + b_{nm} \sin\left(\frac{a}{b} mt\right) \right) \in L_2(\Omega) \quad (25)$$

положим $Du = \sum_{\mu_{nm} < 0} \frac{1}{\sqrt{|\mu_{nm}|}} X_n(x) \left(a_{nm} \cos\left(\frac{a}{b} mt\right) + b_{nm} \sin\left(\frac{a}{b} mt\right) \right)$. Обозначим через L_2^+ замы-

кание в E множества конечных линейных комбинаций собственных функций оператора A с отрицательными собственными значениями. Оператор $D: L_2^+ \rightarrow E^+$ является изометрией. Положив $h = Dv$, $v \in L_2(\Omega)$, получим

$$\text{index } K''(u) = \max \{ \dim H \mid H - \text{подпространство } L_2(\Omega) \text{ такое, что}$$

$$B_0 \mu(\mu-1)(D^*(|u|^{\mu-2})Dv, v) \geq \|v\|_2^2 \quad \forall v \in H \} = S,$$

где S есть число собственных значений оператора $D^*(B_0 \mu(\mu-1)|u|^{\mu-2})D$, не меньших 1.

Чтобы оценить S , как в [1], используем теорию сингулярных чисел ([10]). Для этого представим оператор $D^*(B_0 \mu(\mu-1)|u|^{\mu-2})D$ в следующем виде ([1]):

$$D^*(B_0 \mu(\mu-1)|u|^{\mu-2})D = T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}^* T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}. \text{ Здесь}$$

$$\tilde{V}(x, t) = \sqrt{B_0 \mu(\mu-1)} |u|^{(\mu-2)/2}, \quad \tilde{\theta} = \{\tilde{\theta}_{nm} \mid n \in N, m \in Z_+\}, \quad \tilde{\theta}_{nm} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{|\mu_{nm}|}}, & \mu_{nm} < 0, \\ 0, & \mu_{nm} \geq 0, \end{cases}$$

а оператор $T_{V\theta} : L_2(\Omega) \rightarrow L_2(\Omega)$ определен формулой

$$T_{V\theta} u = V(x, t) \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \theta_{nm} \left(a_{nm} \cos \frac{a}{b} mt + b_{nm} \sin \frac{a}{b} mt \right),$$

в которой u задана формулой (34), V есть функция на Ω и $\theta = \{\theta_{nm} \mid n \in N, m \in Z_+\}$ есть последовательность.

Оператор $T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}$ является вполне непрерывным. Обозначим $\{\lambda_n\}_{n=1}^{\infty}$ собственные значения положительного, самосопряженного оператора $T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}^* T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}$. Тогда для любого $\alpha \in [1, +\infty)$ имеем

$$S \leq \sum_{n=1}^{\infty} (\lambda_n^{\alpha})^{1/\alpha}. \quad (26)$$

При $q \geq 2$ обозначим $l_q = \{\theta = \{\theta_{nm}\}_{n \in N, m \in Z_+} \mid \|\theta\|_q = (\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} |\theta_{nm}|^q)^{1/q} < \infty\}$. При $q = \infty$ обозначим $l_{\infty} = \{\theta = \{\theta_{nm}\}_{n \in N, m \in Z_+} \mid \|\theta\|_{\infty} = \sup_{n \in N, m \in Z_+} |\theta_{nm}| < \infty\}$. Для произвольного линейного

вполне непрерывного оператора $A : L_2(\Omega) \rightarrow L_2(\Omega)$ обозначим $s_n(A)$ сингулярные числа A , занумерованные в порядке невозрастания ([10], с. 91). При $q \geq 1$ обозначим I_q множество вполне не-

прерывных операторов $A : L_2(\Omega) \rightarrow L_2(\Omega)$ таких, что $\|A\|_{I_q} \equiv (\sum_{n=1}^{\infty} s_n(A)^q)^{1/q} < \infty$. Обозначим

I_{∞} множество ограниченных линейных операторов $A : L_2(\Omega) \rightarrow L_2(\Omega)$ с нормой $\|A\|_{I_{\infty}} = \sup_{\|u\|_2 \leq 1} \{\|Au\|_2\}$. Опираясь на теорию полилинейной интерполяции ([11]), доказывается сле-

дующее утверждение.

Утверждение 6 (Утверждение 3.2 [1]). Для $q \in [2, +\infty]$ и любых $V \in L_q(\Omega)$, $\theta \in l_q$ имеем $T_{V\theta} \in I_q$ и существует не зависящая от V, θ положительная константа C_q такая, что $\|T_{V\theta}\| \leq C_q \|V\|_q \|\theta\|_{l_q} \quad \forall V, \theta$.

При $q > 2$ из утверждения 6 и (26) выведем

$$S \leq \sum_{n=1}^{\infty} (\lambda_n^{q/2})^{2/q} = \|T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}^* T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}\|_{q/2}^{q/2} = \|T_{\tilde{V}\tilde{\theta}}\|_q^q \leq C_q \|\tilde{V}\|_q^q \|\tilde{\theta}\|_{l_q}^q \leq C'_q \|u\|^{\frac{\mu-2}{2}}_q = C'_q \|u\|_{(\mu-2)q/2}^{(\mu-2)q/2}$$

(Сходимость ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{|\mu_{nm}|^{\alpha}}$ при $\alpha > 1$ доказывается стандартно). Отсюда, и (24) выведем оценку

$$C'_q \|u_{n_k}\|_{(\mu-2)q/2}^{(\mu-2)q/2} \geq n_k. \quad (27)$$

Возьмем $q = 2 + \varepsilon$, где $\varepsilon \in (0, \frac{4}{\mu-2})$. Из (27) следует $\|u_{n_k}\|_{\mu}^{\mu} \geq C'_{\varepsilon} (n_k)^{\frac{2\mu}{(\mu-2)(2+\varepsilon)}}$. Воспользо-

вавшись (23), получим $0 = \langle K'(u_{n_k}, u_{n_k}) \rangle = \|u_{n_k}\|_E^2 - \mu B_0 \|u_{n_k}\|_{\mu}^{\mu}$. Отсюда, (22) и утверждения 5 выведем

$$b_{n_k} \geq \beta_{n_k} - B_1 \geq K(u_{n_k}) - B_1 = \frac{1}{2} B_0 (\mu-2) \|u_{n_k}\|_{\mu}^{\mu} - B_1 \geq \frac{1}{2} B_0 (\mu-2) C'_{\varepsilon} \cdot (n_k)^{\frac{2\mu}{(\mu-2)(2+\varepsilon)}} - B_1.$$

при всех k . Сравнив последнее неравенство с (10), будем иметь оценку

$$\frac{\mu}{\mu-1} \geq \frac{2\mu}{(\mu-2)(2+\varepsilon)}, \text{ которая при достаточно малых } \varepsilon \text{ приводит к противоречию.}$$

Из последнего противоречия вытекает существование подпоследовательности n_j такой, что

$$c_{n_j} > b_{n_j} \geq M_0 \text{ при всех } j \in N \text{ и}$$

$$\lim_{j \rightarrow \infty} b_{n_j} = +\infty.$$

Отсюда и утверждения 3 следует существование бесконечного числа критических точек u_{n_j} функционала I таких, что $I(u_{n_j}) = c_{n_j}(d) \geq c_{n_j}$. Так как u_{n_j} есть критические точки I , то

$$\langle I'(u_{n_j}), u_{n_j} \rangle = \|u_{n_j}^+\|_E^2 - \|u_{n_j}^-\|_E^2 - (g(x, t, u_{n_j}) - f, u_{n_j}) = 0.$$

$$\begin{aligned} \text{Поэтому} \quad I(u_{n_j}) &= \frac{1}{2}((g(x, t, u_{n_j}) - f, u_{n_j}) - \int_{\Omega} G(x, t, u_{n_j}) dx dt + (f, u_{n_j})) = \\ &= \int_{\Omega} (\frac{1}{2} g(x, t, u_{n_j}) u_{n_j} - G(x, t, u_{n_j})) dx dt + \frac{1}{2} (f, u_{n_j}) \leq \frac{1}{2} \int_{\Omega} g(x, t, u_{n_j}) u_{n_j} dx dt + \frac{1}{2} (f, u_{n_j}) = \\ &= \frac{1}{2} \int_{\Omega} |g(x, t, u_{n_j}) u_{n_j}| dx dt + \frac{1}{2} (f, u_{n_j}) \leq \frac{1}{2} C_3 \|u_{n_j}\|_{p+1}^{p+1} + \frac{1}{2} C_4 \int_{\Omega} |u_{n_j}| dx dt + \frac{1}{2} (f, u_{n_j}). \end{aligned}$$

Следовательно, $\lim_{j \rightarrow \infty} \|u_{n_j}\|_{p+1} = +\infty$. Теорема доказана.

The existence of infinitely many time-periodic weak solutions of a quasilinear beam equation with fixed ends is proved.

The key words: beam vibrations, time-periodic solutions, perturbation of even functional, variational method.

Список литературы

1. Tanaka K. // Trans. Amer. Math. Soc. 1988. V. 307. N 2. P. 615-645.
2. Feireisl E. // Non. An. 1998. V. 12. P. 279-290.
3. Chang K.C., Sanchez L. // Math. Meh. in the Appl. Sci. 1982. V4. P. 194-205.
4. Рудаков И.А. // Труды семинара имени И.Г.Петровского (МГУ им. М.В.Ломоносова). 2006. Выпуск 25, С. 226-243.
5. Рудаков И.А. // Дифференциальные уравнения. 2012. Вып. 48, № 6. С. 814-825.
6. Rabinowitz P. // Trans. Amer. Math. Soc. -1982.-V. 272. № 2.
7. Bahri A., Berestycki H. // Trans. Amer. Math. Soc. 1981. V. 267. P. 1-32.
8. Rabinowitz P. // Comm. Pure Appl. Math. -1984.-V. 37. P. 189-206.
9. Schwartz J. T. // Gordon and Breach, New York, 1969.
10. Садовничий В.А. Теория операторов // М.: Дрофа. 2001.
11. Берг Й., Лефстрем Й. Интерполяционные пространства. Введение // М.: Мир. - 1980.

Об авторе

Рудаков И.А. – доктор физико-математических наук, профессор ФГБОУ ВПО «МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского», rudakov_bgu@mail.ru.

УДК 538.915

ДИНАМИКА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ ФТОРИДОВ ЛИТИЯ И НАТРИЯ

А.А. Сидоров, В.Е. Холодовский, Е.А. Кульченков

В данной работе определены рентгеновским методом распределение электронной плотности и среднеквадратичные смещения ионов в кристаллических решетках фторида лития и натрия.

Ключевые слова: фторид лития, фторид натрия, электронная плотность, среднеквадратичное смещение.

Введение

Исследование распределения электронной плотности и динамики кристаллической решетки в ионных кристаллах рентгенографическим методом имеет свои особенности в плане обработки экспериментальных данных. Это связано с наличием в кристаллической решетки двух сортов атомов с разными атомно-рассеивающими факторами (АРФ) и координатами, что приводит к определенным трудностям по ионному разделению АРФ и построению карт электронных плотностей. В настоящей работе предложена методика разделения АРФ и построения карт электронных плотностей кристаллов фторидов лития и натрия. Определены динамические характеристики кристаллической решеток исследуемых соединений раздельно по ионам.

Ранее [1] нами была отработана методика расчета распределения электронной плотности (РЭП)

в монокристаллических кристаллах с металлическими и ковалентными связями по экспериментальным данным интенсивности рассеяния рентгеновских лучей атомами лития, кремния и алмаза

Целью настоящей работы явилось определение РЭП и среднеквадратичных смещений в бинарных ионных кристаллах. В качестве объекта исследования были взяты ионные кристаллы фторидов лития и натрия со структурой NaCl, которые нашли широкое применение в науке и технике. Фторид лития, например, используется в оптических приборах ультрафиолетовой и инфракрасной области, высокоэффективных лазерах. Физические свойства этих соединений достаточно хорошо изучены и приведены в справочниках. Однако, в литературе отсутствуют сведения о динамике их кристаллической решетки и распределении электронной плотности.

1. Распределение электронной плотности

Одной из главных проблем при определении распределения электронной плотности является нахождение атомно-рассеивающего фактора f , связанного со структурной амплитудой F_{hkl} и, соответственно, интегральной интенсивностью дифракционных максимумов и интенсивностью первичного пучка.

Экспериментальное значение структурного фактора определялось из выражения:

$$|F_{hkl}|^2 = \frac{I_{hkl}}{I_0} \frac{32\pi^2 \Delta\theta}{\lambda^3 h w} \left(\frac{mc^2}{e^2} \right)^2 \frac{V\mu}{P_0 \Psi(\theta) p},$$

где I_0 – интенсивность первичного пучка, λ – длина волны рентгеновского излучения, h – высота приемной щели, w – ширина приемной щели, r – расстояние от образца до детектора, μ – линейный коэффициент поглощения исследуемого вещества, P_0 – поляризационный фактор, $P_0 = 0,5(1 + \cos^2 2\theta)$, p – фактор повторяемости, V – объем элементарной ячейки, θ – угол брегговского рассеяния, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$, $\Psi(\theta) = \frac{1}{\sin^2 \theta \cos \theta}$ – геометрический множитель, I_{hkl} – интегральная интенсивность рефлекса [2, 3].

Основные параметры исследованных рефлексов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Угловое положение θ , интегральная интенсивность разрешенных рефлексов I_{hkl} , значения фактора повторяемости p , структурного множителя F и экспериментально полученного структурного фактора F_{hkl} для кристаллов LiF и NaF

	hkl	θ , угловые градусы.	p	$ F ^2$	I_{hkl} , имп./сек.	$ F_{hkl} ^2$
LiF	1 1 1	19,33	8	$16(f_1 - f_2)^2$	241	45,1
	2 0 0	22,49	6	$16(f_1 + f_2)^2$	896	313,4
	2 2 0	32,74	12	$16(f_1 + f_2)^2$	183	74,5
	3 1 1	39,36	24	$16(f_1 - f_2)^2$	42	12,1
	2 2 2	41,49	8	$16(f_1 + f_2)^2$	37	34,5
	4 0 0	49,94	6	$16(f_1 + f_2)^2$	41	57,9
	3 3 1	56,48	24	$16(f_1 - f_2)^2$	16	5,2
	4 2 0	58,82	24	$16(f_1 + f_2)^2$	62	18,7
NaF	4 2 2	69,57	24	$16(f_1 + f_2)^2$	57	10,8
	1 1 1	16,85	8	$16(f_1 - f_2)^2$	22	7,0
	2 0 0	19,50	6	$16(f_1 + f_2)^2$	794	462,9
	2 2 0	28,10	12	$16(f_1 + f_2)^2$	208	138,3
	3 1 1	33,50	24	$16(f_1 - f_2)^2$	8	3,7
	2 2 2	35,15	8	$16(f_1 + f_2)^2$	44	72,3
	4 0 0	41,70	6	$16(f_1 + f_2)^2$	47	137,3
	3 3 1	46,50	24	$16(f_1 - f_2)^2$	2	1,6

4 2 0		48,05		24	$16(f_1 + f_2)^2$	60	48,5
4 2 2		54,60		24	$16(f_1 + f_2)^2$	45	34,5
3 3 3	59,75	8	$32(f_1 - f_2)^2$	1		2,2	

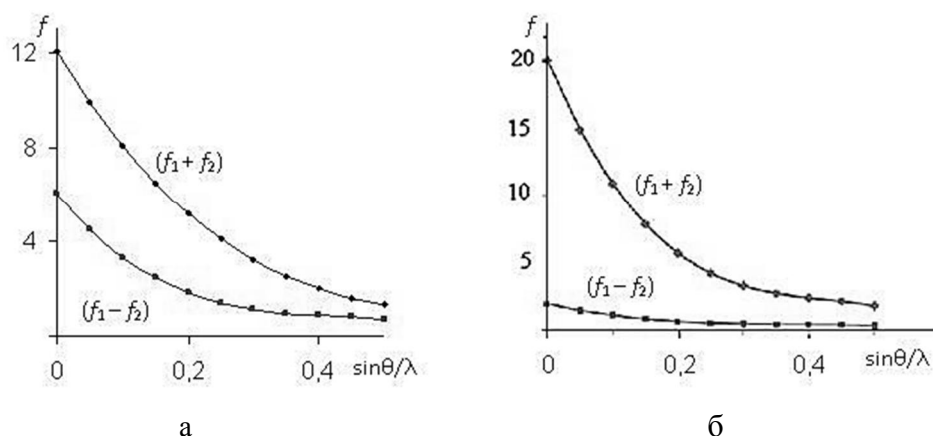


Рис.1. Графики зависимостей $(f_1 + f_2)$, $(f_1 - f_2)$ от $\sin \theta / \lambda$. а –

Из экспериментально полученных величин структурного фактора F_{hkl} были построены зависимости $(f_1 + f_2)$, $(f_1 - f_2)$ от $\sin \theta / \lambda$, которые показаны на рис.1 а, б.

Кривые аппроксимировались полиномом третьей степени. Атомно-рассеивающие факторы для катионов f_K Li и Na и анионов f_A F определялись по формулам:

$$f_A(\sin \theta / \lambda) = \frac{(f_1 + f_2) + (f_1 - f_2)}{2}, \quad (1)$$

$$f_K(\sin \theta / \lambda) = \frac{(f_1 + f_2) - (f_1 - f_2)}{2}, \quad (2)$$

где значения $(f_1 + f_2)$ и $(f_1 - f_2)$ брались из сглаженных кривых при соответствующих значениях вектора рассеяния $\sin \theta / \lambda$.

На рисунках 2 а, б представлены зависимости f_1 и f_2 от $\sin \theta / \lambda$, для LiF и NaF.

Построение карт РЭП в кристаллах LiF и NaF производилось с использованием полученной нами ранее [1, 2] формулы:

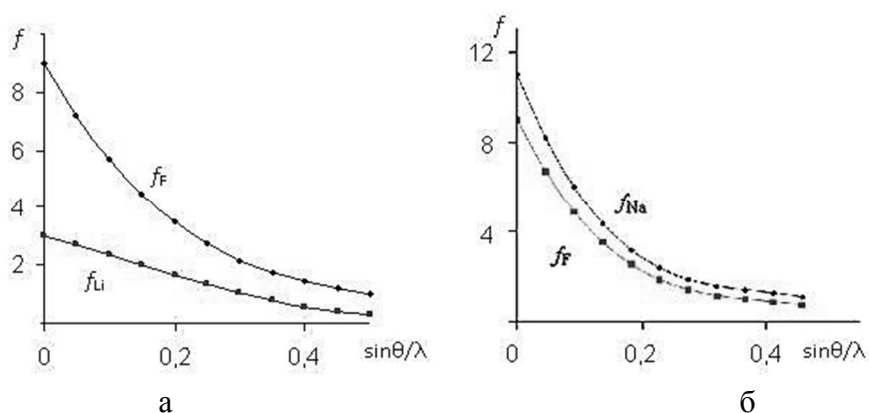


Рис.2. Графики зависимостей f_1 и f_2 . а – для

$$\rho(R) = \frac{z_1}{4\pi^2 a \alpha_1^2} \sum_{j=1}^8 \sum_{m_1} \sum_{m_2} \sum_{m_3} \frac{e^{-\frac{a}{\alpha_1} A_j}}{A_j} +$$

$$+ \frac{z_2}{4\pi^2 a \alpha_2^2} \sum_{j=1}^8 \sum_{m_1} \sum_{m_2} \sum_{m_3} \frac{e^{-\frac{a}{\alpha_2} A_j}}{A_j} +$$

$$+ \frac{z_3}{4\pi^2 a \alpha_3^2} \sum_{j=1}^8 \sum_{m_1} \sum_{m_2} \sum_{m_3} \frac{e^{-\frac{a}{\alpha_3} A_j}}{A_j}.$$

Для кристалла LiF коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ находились из уравнений (3) и (4), которые аппроксимировали атомно-рассеивающие факторы Li и F.

$$f_{\text{Li}} = \frac{1}{1+s^2\alpha_1^2} + \frac{1}{1+s^2\alpha_2^2} + \frac{1}{1+s^2\alpha_3^2}, \quad (3)$$

$$f_{\text{F}} = \frac{2}{1+s^2\alpha_1^2} + \frac{2}{1+s^2\alpha_2^2} + \frac{5}{1+s^2\alpha_3^2}. \quad (4)$$

Для кристалла NaF коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ находились из уравнений (5) и (6), которые аппроксимировали атомно-рассеивающие факторы Na и F.

$$f_{\text{Na}} = \frac{2}{1+s^2\alpha_1^2} + \frac{8}{1+s^2\alpha_2^2} + \frac{1}{1+s^2\alpha_3^2}, \quad (5)$$

$$f_{\text{F}} = \frac{2}{1+s^2\alpha_1^2} + \frac{2}{1+s^2\alpha_2^2} + \frac{5}{1+s^2\alpha_3^2}. \quad (6)$$

Расчеты РЭП производились с помощью специально разработанного нами программного обеспечения [4].

Границы атомов выбирались из условия равенства минимальных значений электронных плотностей для первого и второго сорта атомов. На рис. 3 а, б показано распределение электронной плотности в кристаллах LiF и NaF в плоскости (100). На рис.6 показано распределение электронной плотности в кристалле NaF в плоскости (100), а на рис. 4 а, б представлены карты РЭП в плоскости (110). На изоэлектронных линиях указаны её значения в единицах эл/Å³.

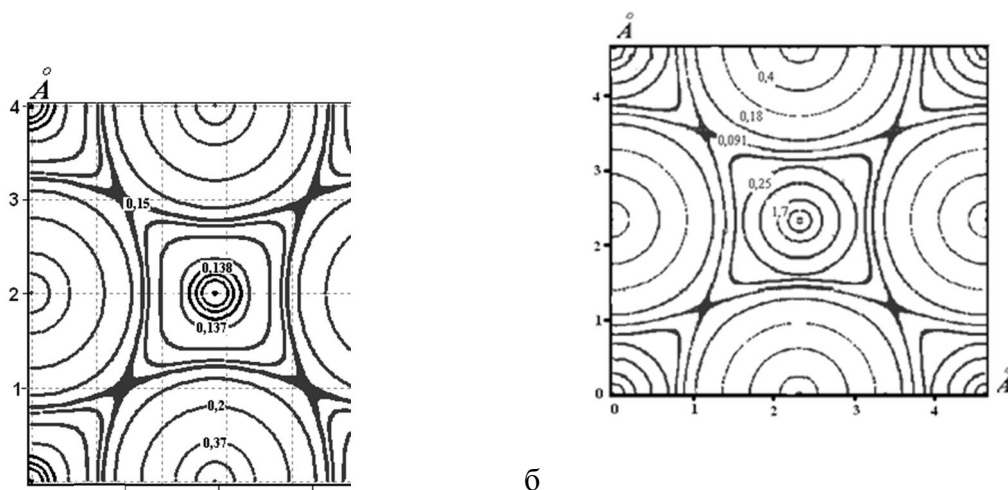


Рис. 3. Карты РЭП в плоскости (100). а – в кристалле LiF, б – в кристалле NaF

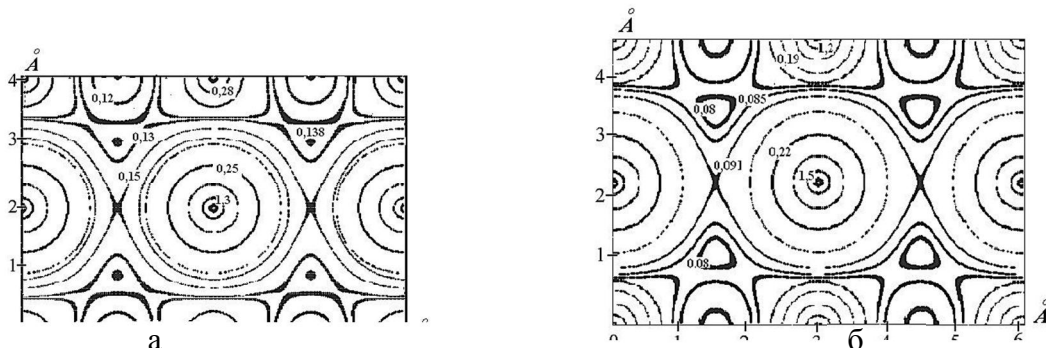


Рис. 4. Карта РЭП в плоскости (110). а – в кристалле LiF, б – в кристалле NaF

Как видно из карт РЭП, внешние оболочки ионов F перекрываются между собой при значении электронной плотности, равной $0,15 \text{ эл./\AA}^3$ в кристалле LiF и при $0,091$ в кристалле NaF, у катионов Li и Na такого перекрытия не наблюдается.

Таблица 2.

Характеристическая температура и электронная плотность LiF и NaF

	Характеристическая температура [5], K	Электронная плотность, $\text{эл./\AA}^3$
LiF	735	0,15
NaF	491	0,091

Из таблицы 2 видно, что в исследованных кристаллах с большей характеристической температурой, значение электронной плотности между ближайшими атомами выше.

2. Динамика кристаллической решетки

Рентгенографические измерения в интервале температур 4,2-310 K проводились на дифрактометре ДРОН-3 с использованием низкотемпературной камеры, разработанной в нашей лаборатории [6]. Исследовались интегральные интенсивности двух дифракционных максимумов I_T с индексами (331) и (420) в области температур от гелиевых ($T=4,2 \text{ K}$) до комнатных. Структурные множители этих рефлексов равны соответственно $|F|_{331}^2 = 16(f_{Li} + f_F)^2$ и $|F|_{420}^2 = 16(f_{Li} - f_F)^2$.

Интенсивности рефлекса при заданной температуре и температуре близкой к абсолютному нулю относятся как квадраты модулей структурной амплитуды при этих условиях [7]:

$$\frac{I_{hkl}(T)}{I_{hkl}(4,2)} = \frac{|F_{hkl}(T)|^2}{|F_{hkl}(4,2)|^2} \quad (7)$$

Зависимость структурного фактора от температуры учитывается множителем e^{-2M} , где $M = \frac{8\pi^2 u^2}{\lambda^2} \sin^2 \theta$; u^2 - среднеквадратичное смещение узла решетки в направлении, перпендикулярном отражающей плоскости; θ – брэгговский угол дифракции; λ – длина волны рентгеновского излучения. Выражение для расчета структурной амплитуды (без температурного множителя):

$$F_{hkl} = \sum_j f_j e^{-2\pi i(hx_j + ky_j + lz_j)},$$

где f_j – атомный фактор рассеяния j -го атома элементарной ячейки; x_j, y_j, z_j – координаты j -го атома элементарной ячейки в единицах постоянных решетки; h, k, l – индексы Миллера отражающей плоскости для данного рефлекса.

Суммирование производится по всем атомам базиса. С учетом температурного множителя получаем:

$$F_{hkl} = \sum_j f_j e^{-2M_j} e^{-2\pi i(hx_j + ky_j + lz_j)} = \sum_j f_j e^{-16\pi^2 \overline{u_{j(hkl)}^2} s^2} e^{-2\pi i(hx_j + ky_j + lz_j)},$$

где $\overline{u_{j(hkl)}^2}$ - среднеквадратичное тепловое смещение j -го атома элементарной ячейки в направлении,

перпендикулярном плоскости (hkl); $s^2 = \frac{\sin^2 \theta}{\lambda^2}$. У образцов LiF и NaF измерялись интегральные интенсивности рефлексов с индексами hkl (331) и (420), которые лежат в области больших углов дифракции.

Для этих отражений получены следующие выражения, описывающие структурные факторы при температуре близкой к абсолютному нулю:

$$|F_{420}|^2 = 16(f_K + f_A)^2,$$

$$|F_{331}|^2 = 16(f_K - f_A)^2.$$

Здесь f_K и f_A - атомные факторы рассеяния атомов соответственно катиона и аниона.

В каждом из исследованных соединений анионом является фтор. Полагая, что среднеквадратичные смещения ионов изотропны, выражения для структурных факторов с учетом тепловых колебаний принимают следующий вид:

$$|F_{420}|^2 = \left(f_K e^{-16\pi^2 s_1^2 \bar{u}_K^2} + f_A e^{-16\pi^2 s_1^2 \bar{u}_A^2} \right)^2,$$

$$|F_{331}|^2 = \left(f_K e^{-16\pi^2 s_2^2 \bar{u}_K^2} - f_A e^{-16\pi^2 s_2^2 \bar{u}_A^2} \right)^2.$$

$\bar{u}_K^2$ и $\bar{u}_A^2$ - среднеквадратичные тепловые смещения атомов катиона и аниона из положения

равновесия, $s_1^2 = \frac{\sin^2 \theta_{420}}{\lambda^2}$, $s_2^2 = \frac{\sin^2 \theta_{331}}{\lambda^2}$.

Применяя соотношение (7) для отражений (420) и (331), получаем систему из двух уравнений с двумя неизвестными $\bar{u}_K^2$ и $\bar{u}_A^2$:

$$\left(\frac{I_T}{I_{4,2}} \right)_{420} = \frac{\left(f_K e^{-16\pi^2 s_1^2 \bar{u}_K^2} + f_A e^{-16\pi^2 s_1^2 \bar{u}_A^2} \right)^2}{(f_K + f_A)^2}$$

$$\left(\frac{I_T}{I_{4,2}} \right)_{331} = \frac{\left(f_K e^{-16\pi^2 s_2^2 \bar{u}_K^2} - f_A e^{-16\pi^2 s_2^2 \bar{u}_A^2} \right)^2}{(f_K - f_A)^2}$$

Учитывая, что $s_1 \approx s_2$, решение данной системы принимает вид:

$$\bar{u}_A^2 = -\frac{1}{16\pi^2 s^2} [\ln(\beta_1 + \beta_2) - \ln(2f_A)], \quad (8)$$

$$\bar{u}_K^2 = -\frac{1}{16\pi^2 s^2} [\ln(\beta_2 - \beta_1) - \ln(2f_K)], \quad (9)$$

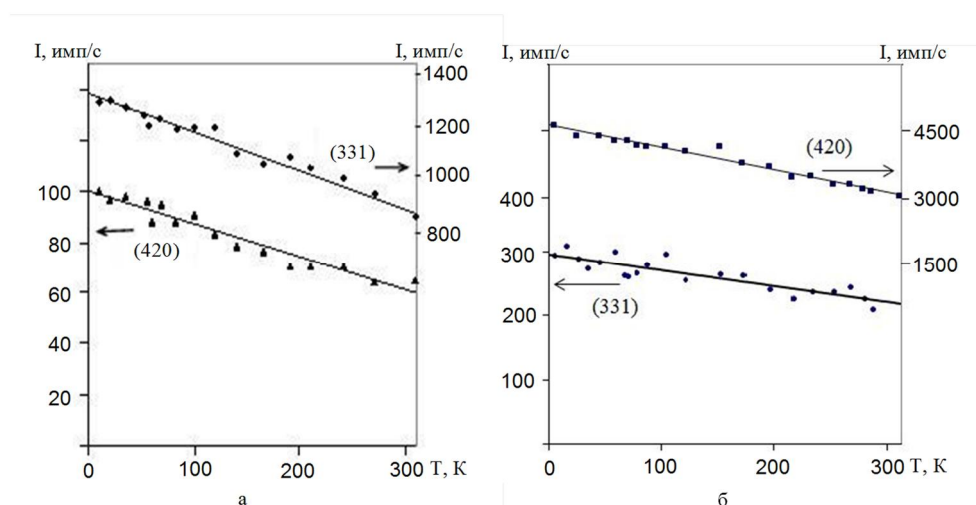


Рис. 5. Температурная зависимость интегральных интенсивностей дифракционных максимумов (331) и (420). а – для LiF, б – для NaF

где $\beta_1 = \sqrt{\left(\frac{I_T}{I_{4,2}}\right)_{331}} (f_A - f_K)$, $\beta_2 = \sqrt{\left(\frac{I_T}{I_{4,2}}\right)_{420}} (f_A + f_K)$.

На рис. 5. а, б приведены температурные зависимости интегральных интенсивностей дифракционных максимумов (331) и (420).

Из графиков видно, что интенсивность с ростом температуры убывает по линейному закону.

По формулам (8) и (9) были определены среднеквадратичные смещения атомов Li и F и атомов Na и

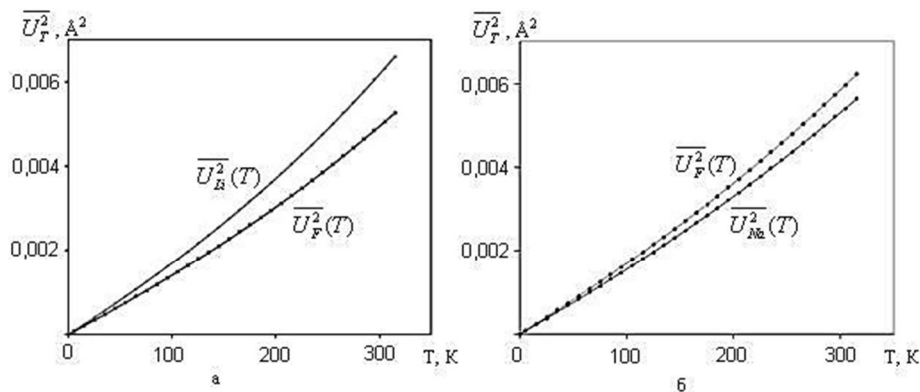


Рис. 6. Температурные зависимости среднеквадратичных смещений ионов: а – Li и F б – Na и F

F отдельно по ионам в двух образцах. Полученные результаты приведены на рис. 6 а, б.

Из приведенных рисунков видно, что в кристаллах LiF и NaF катион лития, имеющий меньшую массу, чем анион фтора, обладает большими значениями среднеквадратичных смещений (рис. 6а). И наоборот, более массивный катион натрия имеет меньшее значение среднеквадратичного смещения, чем анион фтора (рис. 6б).

In this paper, defined by X-ray electron density distribution and the mean-square displacements of ions in the crystal lattice of lithium fluoride and sodium.

The key words: lithium fluoride, sodium fluoride, the electron density, mean square displacement.

Список литературы

1. Кульченков Е.А., Сидоров А.А. Распределение электронной плотности и потенциала по данным упругого рассеяния рентгеновских лучей в кристаллах со структурой алмаза// Вестник БГТУ. 2007. №2. С. 118-123.
2. А.А. Сидоров, В.Е. Холодовский, Е.А. Кульченков, А.В. Щелоков, К.В. Канайкина. Распределение электронной плотности и динамика кристаллической решетки фторида лития по рентгеновским данным// Ученые записки Забайкальского гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. 2011, № 3 (38). С. 145 – 148.
3. Вейс В. Физика твердого тела. М.: Атомиздат, 1968. 456 с.
4. Кульченков Е.А. Структурный множитель и атомно-рассеивающий фактор кремния: диссертация на соискание степени магистра, Брянск, 2001. 76 с.
5. Блистанов А.А., Бондаренко В.С., Переломова Н.В., Чкалова В.В. и др. Акустические кристаллы / под ред. М.П. Шаскольской. наука, 1982. 632 с.
6. Сидоров, А.А. Тепловое расширение, среднеквадратичные смещения и ангармонизм колебаний атомов Si, BN β , GaP и твердых полупроводниковых растворов систем (InP) x (InAs) $1-x$, (GaAs) x (InAs) $1-x$ в области 7 – 310 К по рентгенографическим данным: диссертация канд.физ.-мат.наук/Брянск, 1987. 224 с.
7. Сирота Н.Н., Сидоров А.А. Определение температурной зависимости теплоемкости и характеристической температуры Si, GaP, InAs по интенсивности брегговских рефлексов в области температур 7 -310 К // Доклады академии наук СССР. 1988. №5. Т. 303. С. 1123 – 1126.

Об авторах

Холодовский В. Е. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа, Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, phbgu@yandex.ru

Сидоров А.А. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики, Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, a-a-sidorov@yandex.ru

Кульченков Е. А. – старший преподаватель кафедры общей физики Брянского государственного технического университета, ewgeniy2000@mail.ru

УДК 512.542

ПОЛУВНУТРЕННИЕ Ω -СПУТНИКИ Ω -РАССЛОЕННЫХ ФОРМАЦИЙ КОНЕЧНЫХ ГРУПП

М.М. Сорокина

Рассматриваются только конечные группы. Пусть $\mathcal{I}$ – класс всех простых групп, Ω – непустой подкласс класса $\mathcal{I}$, $f: \Omega \cup \{\Omega\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$ и $\varphi: \mathcal{I} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$ – соответственно ΩF -функция и FR -функция. Все рассматриваемые функции на изоморфных группах из области определения принимают одинаковые значения. Формация $\Omega F(f, \varphi) = (G : G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in \varphi(A) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G))$ называется Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f и направлением φ . В настоящей работе изучаются полувнутренние Ω -спутники Ω -расслоенных формаций с b_A -направлением φ , для некоторой простой группы A .

Ключевые слова: конечная группа, формация групп, Ω -расслоенная формация, Ω -спутник Ω -расслоенной формации, полувнутренний Ω -спутник Ω -расслоенной формации.

В теории классов конечных групп центральное место занимают классы, называемые формациями. Основные положения теории формаций конечных групп изложены в монографии Л.А. Шеметкова [2]. Наиболее изученными в настоящее время являются локальные и композиционные формации (см., например [3, 4]). В 1999 году В.А. Ведерниковым были введены в рассмотрение ω -веерные и Ω -расслоенные формации конечных групп, являющиеся естественным обобщением локальных и композиционных формаций конечных групп соответственно [5, 6]. К основным видам Ω -расслоенных формаций относятся Ω -какониические, Ω -биканониические, Ω -композиционные, Ω -свободные формации. Изучением различных видов Ω -расслоенных формаций занимались Еловицова Ю.А., Силенок Н.В., Корпачева М.А., Демина Е.Н. и другие (см., например, [7-10]).

Как отмечено в [11], при изучении Ω -расслоенных формаций существенную роль играют минимальные и максимальные Ω -спутники. Описание строения минимального Ω -спутника Ω -расслоенной формации приведено в [5]. В [11] получено описание строения максимальных внутренних Ω -спутников Ω -расслоенных формаций. Л.А.Шеметков и А.Н.Скиба в монографии [3] рассматривают полувнутренние экраны композиционных формаций. Следуя [3], в настоящей работе вводится определение полувнутреннего Ω -спутника Ω -расслоенной формации и приводится описание строения максимального полувнутреннего Ω -спутника Ω -расслоенной формации с b_A -направлением, где A – некоторая простая группа.

Рассматриваются только конечные группы. Основные определения и обозначения, используемые в работе, можно найти в [2-3, 11-12]. Приведем лишь некоторые из них. Пусть $\mathcal{I}$ – класс всех простых групп, Ω – непустой подкласс класса $\mathcal{I}$, $\mathcal{G}_\Omega$ – класс всех Ω -групп, то есть таких групп G , что $K(G) \subseteq \Omega$, где $K(G)$ – класс всех простых групп, изоморфных композиционным факторам группы G . Через (X) обозначают класс групп, порожденный множеством групп X , в частности, (G) – класс всех групп, изоморфных группе G . Пусть $A \in \mathcal{I}$. Тогда $A' = \mathcal{I} \setminus (A)$, $\mathcal{G}_A = \mathcal{G}_{(A)}$. Через $\mathcal{F}$ обозначается $\mathcal{F}$ -радикал группы G , где $\mathcal{F}$ – непустой класс Фиттинга групп; через $G^{\mathcal{F}}$ – $\mathcal{F}$ -корадикал группы G , где $\mathcal{F}$ – непустая формация групп. $O_A(G)$, $O_{A'}(G)$, $O_\Omega(G)$ – $\mathcal{G}_A$ -радикал, $\mathcal{G}_{A'}$, $\mathcal{G}_A$ -радикал и $\mathcal{G}_\Omega$ -радикал группы G соответственно. Пусть $\mathcal{F}_1$ и $\mathcal{F}_2$ – классы групп. Тогда $\mathcal{F}_1 \mathcal{F}_2 = (G : G \text{ имеет нормальную подгруппу } N \in \mathcal{F}_1 \text{ с } G/N \in \mathcal{F}_2)$.

Все рассматриваемые функции принимают одинаковые значения на изоморфных группах из области определения. Функции $f: \Omega \cup \{\Omega\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, $g: \mathcal{I} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$, $\varphi: \mathcal{I} \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга}\}$ называются соответственно ΩF -функцией, F -функцией и FR -функцией. Формация $\Omega F(f, \varphi) = (G : G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in \varphi(A) \text{ для всех } A \in \Omega \cap K(G))$ называется Ω -расслоенной формацией с Ω -спутником f и направлением φ ; формация $F(g, \varphi) = (G : G/G_{\varphi(A)} \in g(A) \text{ для всех } A \in K(G))$ называется расслоенной формацией со спутником g и направлением φ [12]. Направление φ Ω -расслоенной формации называется b_A -направлением, где $A \in \mathcal{I}$, если φ является b_A -направлением, т.е. $\varphi(A) \mathcal{G}_A = \varphi(A)$, и φ является r -направлением, т.е. $\mathcal{G}_{B'} \varphi(B) = \varphi(B)$ для любой группы $B \in \mathcal{I}$. Пусть ψ_1 и ψ_2 – произвольные ΩF -функции (F -функции, FR -функции). Говорят, что $\psi_1 \leq \psi_2$, если $\psi_1(A) \subseteq \psi_2(A)$ для всех $A \in \Omega \cup \{\Omega\}$ (для всех $A \in \mathcal{I}$) [12]. Формация $\mathcal{F} = \Omega F(f, \varphi)$ называется Ω -канонической формацией, если $\varphi(A) = \mathcal{G}_{A'} \mathcal{G}_A$ для любой группы $A \in \mathcal{I}$. Формация $\mathcal{F} = \Omega F(f, \varphi)$ называется Ω -биканонической формацией, если $\varphi(A) = \mathcal{G}_{A'}$ для любой неабелевой группы $A \in$

I и $\varphi(A) = G_A \cdot G_A$ для любой абелевой группы $A \in I$.

При доказательстве теоремы 1 используются следующие результаты из [11].

Лемма 2 [11]. Пусть $F = \Omega F(f, \varphi)$ с r -направлением φ . Тогда

если $A \in \Omega$, $G/O_A(G) \in F$ и $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$, то $G \in F$;

если $G/O_{\Omega'}(G) \in F$ и $G/O_{\Omega'}(G) \in f(\Omega')$, то $G \in F$.

Лемма 6 [11]. Пусть F – Ω -расслоенная формация с Ω -спутником f и b_A -направлением φ . Тогда выполняются следующие утверждения:

1) $O_A(G/G_{\varphi(A)}) = 1$ для любой группы G ;

2) F обладает Ω -спутником g таким, что $g(B) = f(B)$ для всех $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus (A))$ и $g(A) = G_A f(A)$.

Напомним, что Ω -спутник f Ω -расслоенной формации F называется внутренним Ω -спутником, если $f(A) \subseteq F$, для всех $A \in \{\Omega'\} \cup \Omega$.

Определение 1. Следуя [3], Ω -спутник f Ω -расслоенной формации F назовем *полувнутренним Ω -спутником*, если из $f(A) \neq G$ следует, что $f(A) \subseteq F$, для всех $A \in \{\Omega'\} \cup \Omega$. Аналогично, f – *полувнутренний спутник* расслоенной формации F , если из $f(A) \neq G$ следует, что $f(A) \subseteq F$, для любой группы $A \in I$.

Максимальным полувнутренным Ω -спутником (спутником) Ω -расслоенной (расслоенной) формации F называется максимальный элемент множества всех полувнутренних Ω -спутников (спутников) формации F .

Теорема 1. Пусть F – Ω -расслоенная формация с b_{Ar} -направлением φ , где $A \in \Omega$. Тогда F обладает максимальным полувнутренным Ω -спутником f , удовлетворяющим условию: если $f(A) \neq G$, то $f(A) = G_A h(A)$, где h – произвольный полувнутренний Ω -спутник формации F .

Доказательство. Ввиду леммы 4 [12], Ω -расслоенная формация F обладает внутренними Ω -спутниками. Поскольку всякий внутренний Ω -спутник формации F удовлетворяет определению 1, то множество всех полувнутренних Ω -спутников формации F не пусто. Пусть h – произвольный полувнутренний Ω -спутник формации F , $A \in \Omega$. Так как φ – b_A -направление, то по лемме 6 [11] формация F обладает Ω -спутником f таким, что $f(A) = G_A h(A)$ и $f(B) = h(B)$, для всех $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus (A))$.

Покажем, что f является полувнутренным Ω -спутником формации F . Действительно, для любого $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus (A))$ либо $h(B) = G$, либо $h(B) \subseteq F$. Следовательно, из $f(B) \neq G$ следует, что $f(B) \subseteq F$, для всех $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus (A))$. Далее, если $h(A) = G$, то $f(A) = G_A h(A) = G_A G = G$. Пусть $h(A) \neq G$. Тогда, согласно определению 1, $h(A) \subseteq F$. Покажем, что в этом случае $f(A) \subseteq F$. Допустим, $f(A) \not\subseteq F$ и G – группа наименьшего порядка из $f(A) \setminus F$. Тогда G является монолитической группой с монолитом $P = G^F$. Покажем, что $G/O_A(G) \in F$. Если $O_A(G) = 1$, то из $G \in f(A) = G_A h(A)$ следует, что $G \in h(A)$, и ввиду $h(A) \subseteq F$, получаем $G \in F$. Противоречие. Следовательно, $O_A(G) \neq 1$. Тогда $P \subseteq O_A(G)$ и $G/O_A(G) \cong (G/P)/(O_A(G)/P) \in F$. Таким образом, $G/O_A(G) \in F$. Покажем, что $G/G_{\varphi(A)} \in f(A)$. Поскольку $G \in f(A)$, то $G/G_{\varphi(A)} \in f(A) = G_A h(A)$. Согласно лемме 6 [11], $O_A(G/G_{\varphi(A)}) = 1$. Следовательно, $G/G_{\varphi(A)} \cong (G/G_{\varphi(A)})/O_A(G/G_{\varphi(A)}) \in h(A)$. Так как φ является r -направлением, то по лемме 2 [11] $G \in \Omega F(h, \varphi) = F$. Получили противоречие. Следовательно, $f(A) \subseteq F$. Тем самым установлено, что f является полувнутренным Ω -спутником формации F . Из строения Ω -спутника f вытекает, что $h \leq f$. Поэтому f – максимальный полувнутренний Ω -спутник формации F . Теорема доказана.

Следствие 1. Пусть F – Ω -расслоенная формация с b_{Ar} -направлением φ , где $A \in I$. Тогда F обладает максимальным полувнутренным спутником f , удовлетворяющим условию: если $f(A) \neq G$, то $f(A) = G_A h(A)$, где h – произвольный полувнутренний спутник формации F .

Отметим, что направление Ω -канонической формации является b_{Ar} -направлением, для любой группы $A \in \Omega$. Направление Ω -биканонической формации является b_{Ar} -направлением, для любой абелевой группы $A \in \Omega$.

Следствие 2. Пусть F – Ω -каноническая формация. Тогда F обладает максимальным по-

полувнутренним Ω -спутником f , удовлетворяющим условию: если $f(A) \neq G$, то $f(A) = G_A h(A)$, для любой группы $A \in \Omega$, где h – произвольный полувнутренний Ω -спутник формации F .

Следствие 3. Пусть F – Ω -биканоническая формация. Тогда F обладает максимальным полувнутренним Ω -спутником f , удовлетворяющим условию: если $f(A) \neq G$, то $f(A) = G_A h(A)$, для любой абелевой группы $A \in \Omega$, где h – произвольный полувнутренний Ω -спутник формации F .

Only finite groups are considered. Let $\mathcal{I}$ be a class of simple groups, let Ω be a non-empty subclass of $\mathcal{I}$, let $f: \Omega \cup \{\Omega'\} \rightarrow \{\text{formations of groups}\}$ and $\varphi: \mathcal{I} \rightarrow \{\text{non-empty Fitting formations}\}$ be a ΩF -function and a FR -function respectively. All of the functions considered are unchanged under isomorphic groups of the domain. A formation $\Omega F(f, \varphi) = (G: G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ and } G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \text{ for all } A \in \Omega \cap K(G))$ is called an Ω -foliated formation with the Ω -satellite f and the direction φ . In this paper we study semi-inner Ω -satellites of Ω -foliated formations with b_{AR} -direction φ for the simple group A .

The key words: a finite group, a formation of groups, an Ω -foliated formation, an Ω -satellite of the Ω -foliated formation, a semi-inner Ω -satellite of the Ω -foliated formation.

Список литературы

1. Сорокина М.М. О Ω -спутниках Ω -расслоенных формаций конечных групп // Международная конференция «Алгебра и логика: теория и приложения», посвященная 80-летию и памяти В.П. Шункова. Красноярск, 2013. С. 125.
2. Шеметков Л.А. Формации конечных групп. М.: Наука, 1978.
3. Шеметков Л.А., Скиба А.Н. Формации алгебраических систем. М.: Наука, 1978.
4. Скиба А.Н. Алгебра формаций. Минск: Беларуская навука, 1997.
5. Ведерников В.А., Сорокина М.М. Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп. Препринт. № 5. Брянск: БГПУ, 1999. С. 1-24.
6. Ведерников В.А., Сорокина М.М. -верные формации и классы Фиттинга конечных групп. Препринт. № 6. Брянск: БГПУ, 1999. С. 1-22.
7. Сорокина М.М., Силенок Н.В. Критические Ω -расслоенные формации конечных групп // Математические заметки. Т. 72, Вып. 2, 2002. С. 269-282.
8. Сорокина М.М., Корпачева М.А. О критических Ω -расслоенных формациях конечных групп // Дискретная математика. Т. 18, Вып. 1, 2006. С. 106-115.
9. Ведерников В.А., Демина Е.Н. Ω -расслоенные формации мультиоператорных Т-групп // Сиб. матем. ж. 2010. Т. 51. № 5. С. 990-1009.
10. Еловинова Ю.А. О тождествах решеток Ω -канонических формаций // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2012): Точные и естественные науки. Брянск: РИО БГУ, 2012. С. 12-16.
11. Vedernikov V.A. Maximal satellites of Ω -foliated formations and Fitting classes // Proc. Steklov Inst. Math. № 2, 2001. P. 217-233.
12. Ведерников В.А., Сорокина М.М. Ω -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп // Дискретная математика. Т.13. Вып. 3, 2001. С. 125-144.

Об авторе

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

УДК - 517.55

ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ ТЕПЛИЦЕВЫХ ОПЕРАТОРОВ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ СОБОЛЕВА ГОЛОМОРФНЫХ В ШАРЕ ФУНКЦИЙ¹

Ф.А. Шамоян, С.М. Куриленко

В работе получено полное описание тех плюригармонических функций на единичной сфере N -мерного комплексного пространства, при которых теплицев оператор с соответствующим символом является ограниченным оператором в аналитических пространствах С.Л. Соболева.

Ключевые слова: единичный шар, аналитическая функция, пространства Соболева, оператор Теплица, радиальная производная, плюрисубгармоническая функция.

Пусть $B_N = \{z \in C^N : |z| < 1\}$ - единичный шар в N -мерном комплексном пространстве C^N ,

¹ Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (код проекта 13-01-97508)

S_N - его граница. Пусть далее ω - функция типа модуля непрерывности на $R_+ = [0, +\infty)$, т.е. неотрицательная неубывающая функция на R_+ , такая, что функция $\delta(t) = \frac{\omega(t)}{t}$ убывает в некоторой окрестности точки $t = 0$ (см. [1]). Символом $H(B_N)$ обозначим множество всех голоморфных в B_N функций.

Введем так же понятие производной в смысле Римана-Лиувилля: если $f \in H(B_N)$ имеет следующее однородное разложение: $f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} f_k(z)$, $z \in B_N$ и $\beta \geq 0$ то дробной производной порядка β в смысле Римана-Лиувилля называется функция

$$D^\beta f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\Gamma(\beta + k + 1)}{\Gamma(\beta + 1)\Gamma(k + 1)} f_k(z), \quad z \in B_N.$$

В монографии [2] определена радиальная производная функции f следующим образом:

$$R^{\alpha, t} f(z) = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\Gamma(N + 1 + \alpha)\Gamma(N + t + k + \alpha + 1)}{\Gamma(N + 1 + \alpha + t)\Gamma(N + 1 + k + \alpha)} f_k(z), \quad z \in B_N.$$

Ясно, что производная $D^\beta f(z)$ является частным случаем $R^{\alpha, t} f(z)$ при $\alpha = -N$, $t = \beta$.

ω -весовым пространством Лебега назовем пространство с нормой

$$\|f\|_{L_\omega(\alpha)} = \int_{B_N} |f(\zeta)| \omega(1 - |\zeta|) (1 - |\zeta|)^{\alpha-1} dv(\zeta) < +\infty$$

где $dv(\zeta)$ - $2N$ -мерная мера Лебега в B_N .

Пусть далее $H(B_N) \cap L_\omega(\alpha) = A_\omega(\alpha)$, $\alpha > 0$, обозначим через $A_\omega(\alpha, n)$ следующее пространство голоморфных в B_N функций

$$A_\omega(\alpha, n) = \{f \in H(B_N) : \|f\|_{A_\omega(\alpha, n)} = \int_{B_N} |D^n f(\zeta)| \omega(1 - |\zeta|) (1 - |\zeta|)^{\alpha-1} dv(\zeta) < +\infty\}$$

Очевидно, что $A_\omega(\alpha) = A_\omega(\alpha, 0)$.

Определим пространство Λ_ω^α голоморфных в B_N функций следующим образом:

$$\Lambda_\omega^\alpha = \left\{ f \in H(B_N) : \|f\|_{\Lambda_\omega^\alpha} = \sup_{z \in B_N} \left(|D^{\alpha+2} f(z)| \frac{(1 - |z|)^2}{\omega(1 - |z|)} \right) < +\infty \right\}$$

И, наконец, определим оператор Теплица с символом на пространстве $C(B_N \cup S_N) \cap H(B_N)$:

$$T_\varphi(f)(z) = \int_{S_N} \frac{f(\zeta) \varphi(\zeta)}{(1 - \langle z, \zeta \rangle)^N} d\sigma(\zeta), \quad z \in B_N.$$

Основным результатом работы является доказательство следующей теоремы:

Теорема. Пусть $\alpha \geq 0$, ω - функция типа модуля непрерывности на R_+ , h - плюригармоническая функция из $L^1(S_N)$, тогда при $n > \alpha + N$ следующие утверждения равносильны

T_h является ограниченным оператором в пространстве $A_\omega(\alpha, n)$

Функцию h можно представить в виде $h(\zeta) = h_1(\zeta) + \overline{h_2(\zeta)}$, $\zeta \in S_N$, где h_1 имеет аналитическое продолжение в B_N , при этом $h_1 \in A_\omega(\alpha, n)$, а h_2 является граничным значением некоторой ограниченной аналитической функции в B_N .

Замечание. Основная теорема в одномерном случае установлена в работе [3].

Доказательство теоремы основано на нескольких вспомогательных утверждениях.

Следующее утверждение типа теоремы Харди-Литтлвуда легко вывести из результатов работы [4].

Лемма 1. Пусть ω - функция типа модуля непрерывности на $(0, 1]$, $\alpha > 0$,

$\tilde{\omega}(1-r) = (1-r)^t \omega(1-r)$, тогда справедливы оценки

$$c_1 \|f\|_{L_\omega(\alpha)} \leq \|R^{s, t} f\|_{A_\omega(\alpha)} \leq c_2 \|f\|_{L_\omega(\alpha)}$$

для любой аналитической функции f из $A_\omega(\alpha)$.

Здесь и в дальнейшем $C_j = C_j(\dots)$ – положительные числа, зависящие только от $(\dots)$

Следующая лемма также установлена в работе [4].

Лемма 2. Пусть $k, m \in \mathbb{N}$, $f \in H(B_N)$, тогда существует многочлен P порядка не выше $m - k + 1$ такой, что

$$f(z) = \int_{B_N} \frac{(1 - |\zeta|)^m D^k f(\zeta) P(\langle z, \zeta \rangle)}{(1 - \langle z, \zeta \rangle)^{N+1+m-k}} d\nu(\zeta).$$

Докажем теперь следующее утверждение:

Лемма 3. Пусть $h \in H^1(B_N)$, тогда если оператор T_h действует в пространстве $A_\omega(\alpha, n)$, то $h \in H^\infty$, причем $\|h\|_\infty \leq \|T_h\|$, где H^∞ – множество ограниченных аналитических функций в B_N .

Доказательство:

Положим $f_r(z) = \frac{1}{(1 - \langle z, r \rangle)^N}$ – аналитическая функция по z и по r , $z \in B_N$,

$r = (r_1, r_2, \dots, r_N) \in \mathbb{R}^N$, по определению

$$T_h(f_r)(z) = \int_{S_N} \frac{f_r(\zeta) \overline{h(\zeta)}}{(1 - \langle z, \zeta \rangle)^N} d\sigma(\zeta) = \int_{S_N} \frac{\overline{h(\zeta)}}{(1 - \langle z, \zeta \rangle)^N (1 - \langle \zeta, r \rangle)^N} d\sigma(\zeta).$$

Учитывая равенство $\overline{\langle \zeta, r \rangle} = \langle \bar{\zeta}, r \rangle$, получим,

$$T_h(f_r)(z) = \overline{\int_{S_N} \frac{h(\zeta)}{(1 - \langle \zeta, z \rangle)^N (1 - \langle r, \zeta \rangle)^N} d\sigma(\zeta)} = \frac{\overline{h(r)}}{(1 - \langle r, z \rangle)^N} = \frac{\bar{h}(r)}{(1 - \langle z, r \rangle)^N} = \bar{h}(r) f_r(z).$$

Но, так как оператор T_h действует в пространстве $A_\omega(\alpha, n)$, то

$$\|T_h(f_r)\|_{A_\omega(\alpha, n)} = \|h(r)\| \cdot \|f_r\|_{A_\omega(\alpha, n)} \leq \|T_h\| \cdot \|f_r\|_{A_\omega(\alpha, n)}$$

откуда $|h(r)| \leq \|T_h\|$. Если мы заменим функцию $f_r(z)$ на $f_r(\eta z)$, $\eta \in S_N$, то получим утверждение леммы.

Лемма 4. Пусть $\gamma > \alpha + N$, $\gamma \in \mathbb{R}$, ω – функция типа модуля непрерывности. Тогда класс $A_\omega(\alpha, \gamma)$ является кольцом относительно операций умножения и сложения.

Доказательство:

Для доказательства леммы достаточно установить, что оператор умножения является ограниченным оператором в пространстве $A_\omega(\alpha, \gamma)$.

Для целых γ мы можем использовать методы из работы [3], поэтому покажем сначала, что мы не нарушая общности можем считать, что $\gamma = n \in \mathbb{N}$.

Действительно, согласно лемме 1, справедлива оценка

$$c_1 \|f\|_{A_\omega(\alpha)} \leq \|R^{s,t} f\|_{A_\omega(\alpha)} \leq c_2 \|f\|_{A_\omega(\alpha)}; \quad \tilde{\omega}(1-r) = (1-r)^t \omega(1-r) \quad (1)$$

Положим $n = \gamma + \delta$, $n \in \mathbb{N}$, $\delta \in (0, 1)$. Следующее равенство установлено в [2]

$$R^{\gamma-N, \delta} D^\gamma = D^{\gamma+\delta} = D^n,$$

Пусть $f \in A_\omega(\alpha, \gamma)$. Тогда, $D^\gamma(f) \in A_\omega(\alpha)$, следовательно, согласно (1)

$$R^{\gamma-N, \delta} D^\gamma f = D^n f \in L_\omega(\alpha + \delta); \quad n > \alpha + \delta + 1$$

Аналогично, если $g \in A_\omega(\alpha, \gamma)$, то

$$D^n g \in L_\omega(\alpha + \delta); \quad n > \alpha + \delta + N$$

Если теперь для целого n мы докажем, что $D^n(f \cdot g) \in L_\omega(\alpha + \delta)$, то это будет означать, что $R^{\gamma-N, \delta} D^\gamma(f \cdot g) \in L_\omega(\alpha + \delta)$ или опять с учетом (1) получим $D^\gamma(f \cdot g) \in L_\omega(\alpha)$, т.е. $f \cdot g \in A_\omega(\alpha, \gamma)$

Значит, не теряя общности, мы можем доказывать лемму для целых $\gamma = n$. Перейдем к доказательству леммы.

Согласно утверждению 1.15 из [2] (стр. 19) для некоторых многочленов $\{p_m\}$

$$D^n f(z) = \sum_{|m| \leq n} p_m(z) \frac{\partial^m f}{\partial z^m}(z); \quad n \in \mathbb{R}^+; \quad m \in \mathbb{N}^N$$

Далее для мультииндексов γ и β имеем

$$\|f \cdot g\|_{A_\omega(\alpha, n)} = \sum_{|\gamma| \leq n} \left\| \sum_{|\beta| \leq |\gamma|} \binom{|\gamma|}{|\beta|} p_m(z) \frac{\partial^\beta f}{\partial z^\beta}(z) \frac{\partial^{\gamma-\beta} g}{\partial z^{\gamma-\beta}}(z) \right\|_{L_\omega(\alpha)}$$

Для доказательства леммы достаточно установить оценку

$$\int_{B_N} (1-|\zeta|)^{\alpha-1} \omega(1-|\zeta|) \left| \frac{\partial^\beta f}{\partial \zeta^\beta}(\zeta) \right| \cdot \left| \frac{\partial^{\gamma-\beta} g}{\partial \zeta^{\gamma-\beta}}(\zeta) \right| d\nu(\zeta) \leq c \|f\|_{A_\omega(\alpha, n)} \cdot \|g\|_{A_\omega(\alpha, n)}.$$

Учитывая представления

$$f(z) = \int_{B_N} \frac{(1-|\zeta|^2)^s D^n f(\zeta)}{(1-\langle z, \zeta \rangle)^{N+1+s-n}} d\nu(\zeta) \quad g(z) = \int_{B_N} \frac{(1-|\zeta|^2)^s D^n g(\zeta)}{(1-\langle z, \zeta \rangle)^{N+1+s-n}} d\nu(\zeta)$$

имеем

$$\frac{\partial^\beta f}{\partial z^\beta}(z) = \int_{B_N} \frac{P(\zeta)(1-|\zeta|^2)^s D^n f(\zeta)}{(1-\langle z, \zeta \rangle)^{N+1+s-n+|\beta|}} d\nu(\zeta) \quad \frac{\partial^{\gamma-\beta} g}{\partial z^{\gamma-\beta}}(z) = \int_{B_N} \frac{Q(\zeta)(1-|\zeta|^2)^s D^n g(\zeta)}{(1-\langle z, \zeta \rangle)^{N+1+s-n+|\gamma|-|\beta|}} d\nu(\zeta)$$

Где P и Q – некоторые многочлены от $\zeta \in B_N$.

Откуда, после подстановки получаем

$$\begin{aligned} & \int_{B_N} (1-|\zeta|)^{\alpha-1} \omega(1-|\zeta|) \left| \frac{\partial^\beta f}{\partial \zeta^\beta}(\zeta) \right| \cdot \left| \frac{\partial^{\gamma-\beta} g}{\partial \zeta^{\gamma-\beta}}(\zeta) \right| d\nu(\zeta) \leq \\ & \leq c \int_{B_N} \int_{B_N} (1-|\zeta|)^s (1-|w|)^s |D^n f(\zeta)| \cdot |D^n g(w)| \cdot I(\zeta, w) d\nu(\zeta) d\nu(w) \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$I(\zeta, w) = \int_{B_N} \frac{\omega(1-|z|)(1-|z|)^{\alpha-1}}{|1-\langle z, \zeta \rangle|^{s+N+1-n+|\beta|} |1-\langle z, w \rangle|^{s+N+1-n+|\gamma|-|\beta|}} d\nu(z), \quad w, z \in B_N.$$

Так как s – достаточно большое натуральное число, то при $|\gamma| \leq n$, $|\zeta| \geq |w|$, $|z| = r$, имеем

$$\begin{aligned} I(\zeta, w) & \leq \int_0^1 \omega(1-r)(1-r)^{\alpha-1} \int_{S_N} \frac{1}{|1-\langle z, \zeta \rangle|^{s+N+1-n+|\beta|} |1-\langle z, w \rangle|^{s+N+1-n+|\gamma|-|\beta|}} d\sigma(z) r^{2N-1} dr \leq \\ & \leq \int_0^1 \omega(1-r)(1-r)^{\alpha-1} \int_{S_N} \frac{1}{|1-\langle z, \zeta \rangle|^{2s+2N+2-2n+|\gamma|}} d\sigma(z) r^{2N-1} dr \leq c \int_0^1 \frac{\omega(1-r)(1-r)^{\alpha-1}}{(1-r)^{2s+N+2-2n+|\gamma|}} dr \leq \\ & \leq c \frac{\omega(1-|\zeta|)(1-|\zeta|)^{\alpha-1}}{(1-|\zeta|)^{2(s+1)+(|\gamma|-n)-n+N-1}} \leq c \frac{\omega(1-|\zeta|)(1-|\zeta|)^{\alpha-1}}{(1-|\zeta|)^{2(s+1)-n+N-1}}, \end{aligned} \quad (3)$$

Аналогично, получим

$$I(\zeta, w) \leq c \frac{\omega(1-|w|)(1-|w|)^{\alpha-1}}{(1-|w|)^{2(s+1)-n+N-1}}, \quad |w| \geq |\zeta| \quad (4)$$

Подставляя (3) и (4) в (2), приходим к неравенству

$$\left\| \frac{\partial^\beta f}{\partial z^\beta} \cdot \frac{\partial^{\gamma-\beta} g}{\partial z^{\gamma-\beta}} \right\|_{L_\omega(\alpha)} \leq c \left(\int_{B_N} |D^n f(\zeta)| \omega(1-|\zeta|)(1-|\zeta|)^{\alpha-1} d\nu(\zeta) \right) \cdot \int_{B_N} (1-|w|)^{n-1-N} |D^n g(w)| d\nu(w)$$

Но, так как $n > \alpha + N$ и $\omega(1-|w|) \geq \text{const}(1-|w|)$, $w \in B_N$, то из последнего неравенства получим:

$$\left\| \frac{\partial^\beta f}{\partial z^\beta} \cdot \frac{\partial^{\gamma-\beta} g}{\partial z^{\gamma-\beta}} \right\|_{L_\omega(\alpha)} \leq c \|f\|_{A_\omega(\alpha, n)} \cdot \|g\|_{A_\omega(\alpha, n)}$$

лемма доказана.

Доказательство теоремы.

Докажем (1) $\Rightarrow$ (2).

Если T_h действует в пространстве $A_\omega(\alpha, n)$, то поскольку h - плюригармоническая функция, то $h = h_1 + \bar{h}_2$, где $h_1 \in A_\omega(\alpha, n)$, а $h_2 \in H^1(B_N)$. Но, так как T_h - ограниченный оператор и по лемме 4 пространство $A_\omega(\alpha, n)$ является кольцом, то $T_{h_2}(f)$ - ограниченный оператор в $A_\omega(\alpha, n)$. Следовательно, по лемме 3 $h_2 \in H^\infty$. Импликация (1) $\Rightarrow$ (2) доказана.

Докажем (2) $\Rightarrow$ (1).

Согласно лемме 2

$$f(z) = \int_{B_N} \frac{(1-|t|)^m D^n f(t) P(\langle z, t \rangle)}{(1-\langle z, t \rangle)^{N+1+m-n}} dv(t)$$

и этот интеграл абсолютно сходится при $z \in S_N$. Значит,

$$T_{h_2}(f)(z) = \int_{S_N} \frac{\bar{h}_2(\zeta)}{(1-\langle z, \zeta \rangle)^N} \int_{B_N} \frac{(1-|t|)^m D^n f(t) P(\langle \zeta, t \rangle)}{(1-\langle \zeta, t \rangle)^{N+1+m-n}} dv(t) d\sigma(\zeta).$$

Поменяем порядок интегрирования

$$T_{h_2}(f)(z) = \int_{B_N} (1-|t|)^m D^n f(t) \int_{S_N} \frac{\bar{h}_2(\zeta) P(\langle \zeta, t \rangle)}{(1-\langle \zeta, t \rangle)^{N+1+m-n} (1-\langle z, \zeta \rangle)^N} d\sigma(\zeta) dv(t).$$

Рассмотрим внутренний интеграл

$$\begin{aligned} J &= \int_{S_N} \frac{\bar{h}_2(\zeta) P(\langle \zeta, t \rangle)}{(1-\langle \zeta, t \rangle)^{N+1+m-n} (1-\langle z, \zeta \rangle)^N} d\sigma(\zeta) = \\ &= \int_{S_N} \frac{h_2(\zeta) P(\langle t, \zeta \rangle)}{(1-\langle t, \zeta \rangle)^{N+1+m-n} (1-\langle \zeta, z \rangle)^N} d\sigma(\zeta) = D^{m+1-n} \int_{S_N} \frac{h_2(\zeta) P_1(\zeta, t)}{(1-\langle t, \zeta \rangle)^N} d\sigma(\zeta). \end{aligned}$$

Применив к данному интегралу формулу Коши-Сеге, получим, что

$$J(z, t) = D^{m+1-n} \left(\frac{h_2(t) P_2(z, t)}{(1-\langle t, z \rangle)^N} \right)$$

где производная берется по t .

Согласно утверждению 1.15 из [3] (см. стр. 19)

$$D^s f(z) = \sum_{|m| \leq N} p_m(z) \frac{\partial^m f}{\partial z^m}(z), \quad m \in \mathbb{N}^N, \quad s \in \mathbb{R}$$

где каждый p_m есть многочлен от $z \in B_N$. Откуда

$$J = \sum_{k \leq m+1-n} \frac{\partial^k h_2}{\partial t^k} \frac{p_k(t, z)}{(1-\langle z, t \rangle)^{N+m+1-k-n}}$$

Значит, чтобы доказать ограниченность оператора T_{h_2} в $A_\omega(\alpha, n)$, достаточно показать, что оператор

$$B_{h_2}(\psi)(z) = \int_{B_N} \frac{(1-|t|)^m \psi(t) \frac{\partial^s h_2}{\partial t^s}}{(1-\langle z, t \rangle)^{N+m+1-k}} dv(t), \quad k = |s|$$

действует в пространстве $A_\omega(\alpha) = A_\omega(\alpha, 0)$ при условии, что $0 \leq k \leq m+1-n$ и $h_2 \in H^\infty$.

Перейдем к оценке последнего интеграла. Имеем

$$\int_{B_N} |B_{h_2}(\psi)(z)| \omega(1-|z|) (1-|z|)^{\alpha-1} dv(z) \leq$$

$$\leq \int_{B_N} (1-|t|)^m |\psi(t)| \left| \frac{\partial^s h_2(t)}{\partial t^s} \right| \int_{B_N} \frac{\omega(1-|z|)(1-|z|)^{\alpha-1}}{|1-\langle z, t \rangle|^{N+m+1-k}} dv(z) dv(t), \quad k=|s|. \quad (5)$$

Оценим внутренний интеграл

$$I = \int_{B_N} \frac{\omega(1-|z|)(1-|z|)^{\alpha-1}}{|1-\langle z, t \rangle|^{N+m+1-k}} dv(z).$$

Так как $k-m \leq 1$, то $m+N+1-k \geq N \geq 2$, кроме того $\omega(1-|z|)$ - неубывающая на $[0,1]$ функция, значит

$$I(t) \leq \int_0^1 \frac{\omega(1-r\rho)(1-\rho)^{\alpha-1}}{(1-r\rho)^{m-k+1}} dv(z), \quad r=|t|, \quad \rho=|z|.$$

Далее, т.к. $k \leq m+1-n$ и $n > \alpha+1$, то $m+1-k \geq m+1-m-1+n = n > \alpha+N$, значит $m-k-\alpha > N-1 > 0$. Продолжим оценку. Так как $\frac{\omega(1-\rho)}{1-\rho}$ - неубывающая на $[0,1]$ функция, получим

$$I(t) \leq c \frac{\omega(1-r)}{1-r} \int_0^1 \frac{(1-\rho)^{\alpha-1}}{(1-r\rho)^{m-k}} d\rho \leq c \frac{\omega(1-r)}{(1-r)^{m-k-\alpha+1}}$$

Вернемся к оценке интеграла (5). Т.к. $h_2 \in H^\infty$, то $\left| \frac{\partial^s h_2}{\partial t^s} \right| (1-|t|)^k$ ограничен. Получим, что

$$\|B_{h_2}(\psi)\|_{A_\omega(\alpha)} \leq c \int_{B_N} |\psi(t)| \left| \frac{\partial^s h_2}{\partial t^s} \right| (1-|t|)^k \omega(1-|t|)(1-|t|)^{\alpha-1} dv(t) \leq c \|\psi\|_{A_\omega(\alpha)}, \quad k=|s|$$

Теорема доказана.

We give the description of all pluriharmonic function h , for which the Toeplitz operator with symbol h is bounded in the weighted analytic Sobolev spaces in the ball.

The key words: unit ball, holomorphic function, Sobolev spaces, Toeplitz operator, radial derivative, plurisubharmonic function.

Список литературы

1. В.И. Смирнов, Н.А. Лебедев, «Конструктивная теория функций комплексного переменного» / М.: Наука, 1964, 440 с.
2. Kehe Zhu, Spaces of Holomorphic Functions in the Unit Ball, Springer, 2005, 274 p.
3. Ф.А.Шамоян, "Об ограниченности Тёплицевых операторов в весовых соболевских пространствах голоморфных в круге функций" / Записки научных семинаров ПОМИ, том 389, вып. 39, стр. 257-282, 2011 г.
4. 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 авторах

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

Куриленко С.М. - аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, SergKurilenko@gmail.com.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 574.2 (574.3)

НАКОПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

Л.Н. Анищенко, А.А. Агапова

Показано значение различных компонентов лесных биогеоценозов в накоплении элементов группы тяжелых металлов (ТМ) в зависимости от техногенной (в основном аэрогенной) нагрузки. В биокосном компоненте – почве максимальное валовое количество ТМ определено в верхних горизонтах, изменяется по сезонам. Наибольшее содержание ТМ определено в молодых частях побега и генеративных органах, наименьшее – в древесине. Лиственные древесные виды накапливают загрязнители интенсивнее, чем хвойные. Полученные данные рекомендовано использовать в мониторинге и при планировании фиторемедиационных мероприятий.

Ключевые слова: загрязнители, тяжелые металлы, лесные экосистемы, техногенная нагрузка

Лесные экосистемы – биогеоценозы с интенсивно совершающимся круговоротом веществ и превращениями энергии. Изучение аккумулятивных особенностей живых, биокосных и биогенных элементов леса – важное звено мониторинговых исследований на территориях с интенсивной антропогенной нагрузкой.

Цель работы – выявить содержание элементов группы тяжелых металлов (ТМ) в живых и биокосных элементах городских лесов на территориях с различной степенью техногенного загрязнения (Брянская область).

Для установления содержания ТМ в почве, лесной подстилке, моховом и древесном ярусе пробные площади были заложены на расстоянии в 2, 4 и 6 км в лесных биогеоценозах окрестностей ЗАО «Мальцовский портландцемент» (Брянская область), который является самым крупным загрязнителем атмосферного воздуха на территории Брянской области [1, с.94]. Сообщества лесных экосистем изучались геоботаническим методом на пробных площадках в 100 м². Сообщества – сосняки сложные (тип лесорастительных условий – С3) и разнотравные ельники (тип лесорастительных условий – В3). Состояние насаждений хорошее, 1 стадия рекреационной дигрессии, сомкнутость древостоя – от 0,5 до 0,6. Проективное покрытие мхов на пробных площадках (ПП) составляет от 40 до 50%.

У видов, формирующих 1 и 2 ярус, отбирались побеги различных порядков и возраста, листва (хвоя), одревесневшие стебли у основания свежего валежа. Образцы почвы и лесного опада вместе с подстилкой, образцы мохообразных изымались с поверхности и с глубины в 0-5 и 12-14 см весной (оттаявшая прогретая почва, первая декада мая) и осенью (первая декада октября). Отобранные образцы подвергались общепринятой камеральной обработке для пробоподготовки к работе на спектрометре «Спектроскан-Макс» [1]. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве определялись по ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06 [2].

Результаты исследования содержания ТМ в почвенном покрове лесных экосистем представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1

Валовое содержание ТМ ($M \pm m$, мг/кг) в почве (расстояние 2 км)

ТМ	Группы проб			
	1	2	3	4
Sr	77,1 $\pm$ 4,3	69,3 $\pm$ 4,3	70,65 $\pm$ 7,5	71,8 $\pm$ 2,2
Pb	28,9 $\pm$ 2,3	27,1 $\pm$ 2,2	21,65 $\pm$ 2,4	33,4 $\pm$ 3,4
As	1,02	1,95	1,9	1,9
Zn	27,95 $\pm$ 2,2	21,0 $\pm$ 1,6	17,3 $\pm$ 1,1	31,6 $\pm$ 3,2
Cu	26,9 $\pm$ 2,4	22,3 $\pm$ 2,4	21,7 $\pm$ 2,1	24,3 $\pm$ 2,9
Ni	22,75 $\pm$ 1,9	17,3 $\pm$ 1,6	18,9 $\pm$ 1,3	18,7 $\pm$ 1,6
Co	1,3	2,9	3,45	2,6
Fe	8130,5 $\pm$ 102,6	5356,0 $\pm$ 119,7	4655,5 $\pm$ 184,3	7640,7 $\pm$ 94,6
Mn	195,7 $\pm$ 9,4	179,2 $\pm$ 9,8	140,4 $\pm$ 10,2	302,2 $\pm$ 11,4
Cr	58,8 $\pm$ 4,3	59,1 $\pm$ 4,9	54,5 $\pm$ 4,9	57,1 $\pm$ 4,3
V	25,6 $\pm$ 2,8	5,55	23,3 $\pm$ 2,3	21,25 $\pm$ 2,1
Ti	2378,45 $\pm$ 89,7	1695,2 $\pm$ 110,7	1819,3 $\pm$ 90,6	2328,5 $\pm$ 108,2

Номера проб: 1 – нижний слой почвы, весна; 2 – верхний слой почвы, весна; 3 – нижний слой почвы, осень; 4 – верхний слой почвы, осень.

В образцах почвы ни весной, ни осенью не зарегистрировано превышение ОДК по цинку, меди, марганцу, ванадию, мышьяку. Валовое содержание свинца выше ОДК только в образцах верхнего слоя почвы осенью, содержание никеля – в нижнем слое почвы весной. Наибольшая валовая концен-

трация стронция, меди, железа, ванадия, титана отмечена в нижнем слое почвы весной, цинка, марганца – в верхнем слое почвы осенью. Во всех образцах почвы выявлен кобальт.

Таблица 2

Валовое содержание ТМ ($M \pm m$, мг/кг) в почве (расстояние 4 км)

ТМ	Группы проб			
	1	2	3	4
Sr	104,6 $\pm$ 8,6	104,35 $\pm$ 9,6	101,65 $\pm$ 7,9	102,75 $\pm$ 9,6
Pb	25,8 $\pm$ 2,6	22,05 $\pm$ 2,0	27,55 $\pm$ 2,5	23,0 $\pm$ 2,1
As	1,9	1,8	1,8	1,9
Zn	40,15 $\pm$ 3,5	38,8 $\pm$ 3,1	43,6 $\pm$ 4,3	34,9 $\pm$ 2,9
Cu	20,4 $\pm$ 2,0	24,0 $\pm$ 2,1	25,3 $\pm$ 2,5	21,1 $\pm$ 1,6
Ni	25,7 $\pm$ 2,9	25,85 $\pm$ 2,6	25,0 $\pm$ 2,5	23,95 $\pm$ 2,6
Co	3,4	5,3 $\pm$ 4,0	6,5	3,5
Fe	14781,15 $\pm$ 97,9	14495,35 $\pm$ 112,4	14169,8 $\pm$ 132,3	13166,9 $\pm$ 147,
Mn	641,0 $\pm$ 14,8	544,95 $\pm$ 13,1	623,0 $\pm$ 15,7	480,9 $\pm$ 12,6
Cr	87,95 $\pm$ 7,4	65,8 $\pm$ 5,7	55,95 $\pm$ 3,8	71,1 $\pm$ 5,9
V	57,95 $\pm$ 4,6	46,1 $\pm$ 3,7	44,5 $\pm$ 4,1	54,1 $\pm$ 4,7
Ti	3794,2 $\pm$ 110,8	3890,2 $\pm$ 120,1	3917,6 $\pm$ 185,4	4043,6 $\pm$ 179,5

Номера проб: 1 – верхний слой почвы, весной; 2 – нижний слой почвы, весной; 3 – верхний слой почвы, осенью; 4 – нижний слой почвы, осенью.

В пробах почвы на ПП (расстояние от предприятия) валовая концентрация свинца, мышьяка, цинка, марганца, ванадия не превышает ОДК. валовое содержание никеля во всех образцах почвы выше ОДК. Наибольшая концентрация стронция определена в верхнем и нижнем слое почвы весной, свинца, цинка, меди – в верхнем слое почвы осенью, железа и хрома – в верхнем слое почвы весной, титана – в нижнем слое почв осенью.

Валовое содержание ТМ в листе отражена в таблице 3.

Таблица 3

Валовое содержание ТМ ($M \pm m$, мг/кг) в листе и подстилке

ТМ	Номера проб			
	1	2	3	4
Sr	116,7 $\pm$ 11,5	118,15 $\pm$ 9,9	134,7 $\pm$ 11,8	121,7 $\pm$ 10,6
Pb	18,15 $\pm$ 1,3	24,75 $\pm$ 2,6	28,4 $\pm$ 2,7	27,0 $\pm$ 2,1
As	1,5	1,3	1,9	1,8
Zn	121,2 $\pm$ 10,42	81,3 $\pm$ 7,5	153,45 $\pm$ 12,8	70,9 $\pm$ 5,7
Cu	42,1 $\pm$ 3,8	43,4 $\pm$ 3,6	40,4 $\pm$ 3,7	39,55 $\pm$ 2,9
Ni	17,2 $\pm$ 2,0	19,7 $\pm$ 1,5	18,1 $\pm$ 2,0	16,7 $\pm$ 0,9
Co	2,8	0,35	3,1	2,4
Fe	4358,05 $\pm$ 189,4	5914,65 $\pm$ 199,5	3957,3 $\pm$ 201,3	3953 $\pm$ 189,6
Mn	261,5 $\pm$ 11,9	334,9 $\pm$ 15,7	173,35 $\pm$ 9,7	177,95 $\pm$ 10,3
Cr	42,65 $\pm$ 3,5	50,3 $\pm$ 4,1	58,6 $\pm$ 4,6	52,6 $\pm$ 4,8
V	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0

Номера проб: 1 – листья и подстилка, ПП 2 км, весной; 2 – листья и подстилка ПП 4 км, весной; 3 – листья и подстилка, ПП 2 км, осенью; 4 – листья и подстилка, ПП 4 км, осенью.

В образцах опавшей листвы и подстилки – неперегнившей весной и свежих опавших листьях и подстилки осенью определены следующие концентрации ТМ. Во всех образцах валовая концентрация цинка, меди превышает ОДК и определен кобальт. Валовое содержание свинца, никеля и марганца ниже ОДК. Для всех лесных экосистем динамика валовых концентраций ТМ сходна. Содержание стронция, свинца, мышьяка, хрома в листве выше в осенних пробах. Содержание цинка, меди, никеля, железа и марганца больше в весенних пробах.

На исследуемых территориях моховой покров (табл. 4) не столь резко отличается по накоплению тяжелых металлов: мышьяка, хрома и титана. Содержание свинца в видах бриофитов на двух группах ПП примерно одинаково. Валовое содержание стронция и никеля больше в пробах мохообразных ПП первой группы, свинца и особенно, цинка, – на ПП второй группы. Концентрация свинца и цинка выше ОДК. В целом повышенное содержание этих элементов в смешанных пробах мхов отмечается на ПП второй группы (4 км от предприятия).

Таблица 4

Валовое содержание элементов группы тяжелых металлов в моховом покрове лесных экосистем

ТМ	Концентрация элементов в моховом покрове (М ± m, мг/кг)		
	ПП первой группы*	ПП второй группы	ПП третьей группы
Sr	105,70±8,90	83,94±7,80	34,94±4,21
Pb	33,41±3,63	37,71±2,38	19,40±1,97
As	11,42±0,62	12,16±1,10	1,81±0,81
Zn	65,33±6,30	94,72±8,1	39,35±4,21
Cu	47,97±3,90	40,40±3,6	29,37±1,80
Ni	47,33±3,70	38,65±3,7	13,48±1,24
Co	0	0	0
Fe	19835,15±207,94	18407,65±188,60	9107,65±97,25
Mn	1385,95±139,35	1242,40±295,80	895,55±85,36
Cr	72,16±6,57	68,21±5,83	44,37±3,47
V	0	0	0
Ti	270,02±20,73	278,36±19,45	98,15±8,54

Примечание*. ПП первой группы – 2 км, второй группы ПП – 4 км, третьей группы – 6 км.

Металлы техногенного происхождения – мышьяк, никель – определены в пробах мхов и зарегистрированы в концентрации, превышающей ОДК на первых двух группах ПП. Накопления элементов-загрязнителей различной природы в моховом покрове свидетельствует, что характер их концентрирования зависит от уровня техногенной нагрузки. Несмотря на значительное накопление элементов-загрязнителей в моховом покрове вклад этого компонента в общее загрязнение лесного ценоза токсикантами невелико.

Древесина является наименее загрязненным компонентом древостоя, в пробах всех ПП не обнаружено превышение ОДК по всем 12 ТМ. Однако, содержание свинца, цинка и меди в древесине мягколиственных видов значительно выше, чем хвойных: у тополя дрожащего – почти в 3 раза, берёзы повислой – до 2 раз по сравнению с сосной обыкновенной. Валовая концентрация марганца в древесине берёзы повислой, тополя дрожащего превышает содержание этого ТМ в древесине сосны на расстоянии в 2 км от предприятия. В целом исследованные древесные виды по уровню содержания свинца, мышьяка, меди, цинка, железа, марганца древесины составляют убывающий ряд: осина > берёза > сосна; стронция, кобальта, хрома – берёза > осина > сосна.

В древесном ярусе, сложенном из деревьев хвойных видов и лиственных, максимальные уровни накопления отмечаются для цинка и меди, а также марганца и минимальные для никеля и кобальта на ПП (4 км от предприятия). В древесине липы сердцелистной максимальная концентрация наблюдается для цинка и меди, минимальная – для свинца, средняя – для стронция в образцах на ПП удаленностью в 2 и 4 км. В крупных ветках липы сердцелистной наблюдается повышенное валовое содержание цинка, меди и стронция в пробах площадки 2 км.

Для всех видов растений относительно однородное распределение характерно для кобальта. На всех ПП и в образцах наибольшая концентрация стронция зарегистрирована в мелких ветках сосны обыкновенной и во внутренней коре липы сердцелистной.

При анализе содержания ТМ в побегах текущего года (прирост) выявлено превышение ОДК валового содержания свинца, цинка, марганца на всех ПП и местах отбора проб у лиственных и хвойных видов. Максимальную концентрацию ТМ имеют молодые, физиологически активные органы (хвоя и побеги текущего года). Наибольшая концентрация свинца (63,55±5,67) отмечена на площадке 2 км для хвои сосны обыкновенной. Относительно содержания всех ТМ элементы фитомассы располагаются в следующей последовательности: у хвойных (сосна обыкновенная и ель европейская) – хвоя текущего года > побеги текущего года > хвоя прошлого года; у лиственных – листья > побеги текущего года > кора > сучья > древесина.

По валовому содержанию свинца, цинка, железа, меди, марганца (пробные площадки в 2 и 4 км от предприятия) компоненты сосны обыкновенной составляют убывающий ряд: хвоя текущего года > побеги текущего года > шишки > хвоя прошлого года > побеги прошлого года > кора > древесина; по валовой концентрации стронция, хрома, кобальта, никеля – хвоя текущего года > шишки побеги текущего года > хвоя прошлого года > побеги прошлого года > древесина > кора. На пробной площадке в 6 км высоко содержание (но не превышает ОДК) свинца, меди и цинка в шишках и коре сосны обыкновенной и ели европейской. Распределение валовой концентрации всех ТМ в наземной части хвойных видов сходно: максимальное содержание имеют кора наружная и камбий, минимальное – древесина (все пробные площадки).

Итак, концентрация ТМ в компонентах древостоев зависит от вида и возраста. В целом сово-

купный анализ содержания и распределения ТМ в древесном ярусе показал, что структурами, характеризующимися максимальным накоплением всех элементов-загрязнителей, являются прирост – ассимилирующие органы текущего года формирования и внутренние слои коры. Минимальное количество всех элементов накапливается в древесине. Современное загрязнение ТМ исследуемых лесных ценозов в большей степени обусловлено корневым путем; для свинца возможен аэрогенный путь поступления.

Результаты проведенных исследований позволяют подбирать компоненты для фиторемедиационных мероприятий в условиях сильного техногенного загрязнения. Компоненты живого напочвенного покрова лесных экосистем обладают свойством быстро восстанавливаться при нарушении (или изъятии). Это обстоятельство позволит ускорить процессы репарации экосистем при стрессовых воздействиях.

Shows the importance of the various components of forest biogeocenoses in the accumulation of elements of the group of heavy metals (HMS) depending on anthropogenic (mainly air) load. In biostagnant component - soil maximum gross amount of HMS defined in the upper horizons, changes in the seasons. The greatest content of HMS defined in young parts of escape and generative organs, the smallest - in the wood. Deciduous tree species accumulate pollutants intensively than pine. The obtained data it is recommended to use in the monitoring and planning of phytoremediation activities.

The key words: pollutants, heavy metals, and forest ecosystems, anthropogenic load

Список литературы

1 Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04.-С-Пб.: ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.

2 ПДК и ОПДК химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06).

Об авторах

Анищенко Л.Н. – профессор кафедры экологии и рационального природопользования, Брянский государственный университет, eco_egf@mail.ru

Агапова А.А. – аспирант кафедры экологии и рационального природопользования, Брянский государственный университет, eco_egf@mail.ru

УДК 582.623 + 630*164.5

ФОРМОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИВЫ ШЕРСТИСТОПОБЕГОВОЙ (*SALIX DASYCLADOS* WIMM. = *SALIX GMELINII* PALL.) НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

А.А. Афонин

В статье дана комплексная характеристика ивы шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm. = *S. gmelinii* Pall.). Описана онтогенетическая изменчивость листьев ивы шерстистопобеговой в природе и в культуре. Описаны формы, отличающиеся широкими листовыми пластинками: *S. dasyclados* f. *latifolia*. Доказан высокий генетический потенциал популяций ивы шерстистопобеговой на территории Восточной Европы.

Ключевые слова: *Salix dasyclados*, биологическое разнообразие, листья, онтогенетическая изменчивость.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: выявить формовое разнообразие ивы шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm. = *S. gmelinii* Pall.) на генетически выровненном одновозрастном материале, выращенном в однородных эдафо-фитоценологических условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходный материал для данного исследования собирался в 2010 г. на территории Брянского лесного массива (рис. 1).

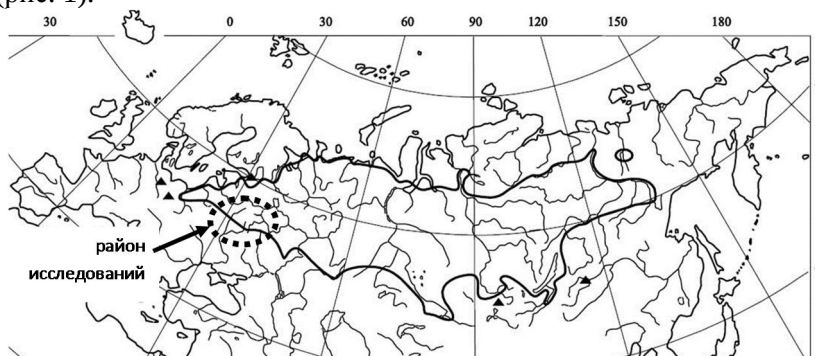


Рисунок 1 – Естественный ареал ивы шерстистопобеговой (по [5]). Границы района исследований показаны пунктиром.

Контрольная модельная популяция *S. dasyclados* – *da10xx* – создавалась с использованием черенковых саженцев. Черенки заготавливались в ивняке центральной поймы (*Salicetum triandrovimalis* var. *Salix cinerea*) в точке с координатами 34°22'28.62"E, 53°13'15.41"N. В состав модельной популяции вошли раметы 10 особей, обладающих типичными признаками вида. Для создания семьи *S. dasyclados* – *da103xx* – использовались семена, собранные с высокопродуктивной особи, обладающей типичными признаками вида. Место сбора: прирусловая пойма р. Десны, ассоциация *Salicetum albae*, в точке с координатами 34°18'27.31"E, 53°17'31.28"N. На протяжении двух лет сеянцы выращивались в 0,5-литровых контейнерах с торфо-минеральным грунтом.

Первичное описание разнообразия листовых пластинок в семье *da103xx* было проведено в конце первого вегетационного периода (30.08.2010): измерялись высота сеянцев (*h*, см), ширина (*X*, мм) и длина (*Y*, мм) пятого сверху листа. Предварительные результаты наблюдений опубликованы ранее [3]. Сеянцы с ярко выраженными морфологическими особенностями листовых пластинок были высажены в открытый грунт, в салицетум Брянского государственного университета.

В конце третьего вегетационного периода (10.08.2012...31.08.2012) в семье *da103xx* и в модельной популяции *da10xx* были произведены замеры ширины (*X*, мм) и длины (*Y*, мм) срезанных листовых пластинок, начиная с базальной части лидерных побегов с интервалом 5...15 узлов. Интервал между узлами подбирали для каждого побега так, чтобы минимизировать ущерб для растения и обеспечить его нормальную подготовку к зимовке. Отмечался порядковый номер узла (*t*). Срезанные листовые пластинки высушивались, а затем сканировались при разрешающей способности 600 dpi. Для сканирования использовалась нижняя сторона листовой пластинки.

Стандартная статистическая обработка полученных данных включала вычисление индекса продолговатости (отношение Y/X), средних величин M (отдельно для *X* и *Y*), соответствующих абсолютных статистических ошибок $\pm m$, вариабельности параметров листовой пластинки $C_v, \%$. Для сравнения абсолютных размеров листьев и индексов продолговатости строились диаграммы рассеяния в системе координат (*Y*, *X*).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Совместная изменчивость ширины и длины листовой пластинки в когорте однолетних сеянцев *S. dasyclados*

Изменчивость размеров ширины и длины листовой пластинки, выявленная по результатам наблюдений за однолетними сеянцами ивы шерстистопобеговой из семьи *da103-34-xx* (в 2010 г.) показаны на рисунке 2.

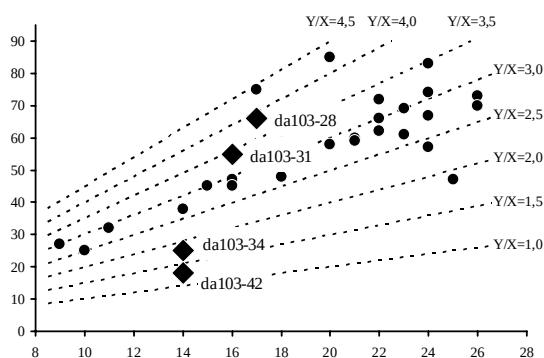


Рисунок 2 – Совместная изменчивость ширины и длины листовой пластинки однолетних сеянцев *S. dasyclados* (2010 г.).

По оси абсцисс – ширина листовой пластинки (*Y*, мм), по оси ординат – длина листовой пластинки (*X*, мм). Увеличенными маркерами показаны коротколистные сеянцы *da103-34*, *da103-42* и контрольные сеянцы *da103-28*, *da103-31*. Штриховыми линиями показаны расчетные индексы продолговатости.

По результатам визуального анализа выделены сеянцы с короткими широко эллиптическими (*late ellipticum*) листовыми пластинками *da103-34*, *da103-42*. Ранее [3] данная форма была нами идентифицирована как коротколистная: *S. dasyclados* f. *brevifolia*. Для проверки сохранения выявленных морфологических особенностей по мере взросления растений нами были сохранены коротколистные сеянцы *da103-34*, *da103-42*, а также контрольные сеянцы *da103-28*, *da103-31*, у которых ширина листовой пластинки сопоставима с шириной листовой пластинки у коротколистных форм.

Статистические закономерности изменчивости листовых пластинок в семье и модельной популяции *S. dasyclados*

На основании измерений размеров листовой пластинки в семье (34 особи, 34 измерения, первый год жизни) и модельной популяции (7 особей, 40 измерений, третий год жизни) нами были вычислены статистические показатели изменчивости (табл. 1; указаны минимальные (*min*) и максимальные (*max*) значения параметров листовой пластинки).

Таблица 1

**Статистические показатели изменчивости листовых пластинок
в семье и модельной популяции *S. dasyclados***

Показатели изменчивости	Параметры листовых пластинок					
	X, мм		Y, мм		Y/X	
	семья	попул.	семья	попул.	семья	попул.
<i>min</i>	9	17	18	80	1,29	3,07
<i>max</i>	26	44	85	145	4,41	6,29
<i>M</i>	18,9	24,3	55,6	111,0	2,93	4,72
<i>M</i> сем. / <i>M</i> попул.	1,29		2,00		1,61	
$\pm m$	$\pm 0,82$	$\pm 1,06$	$\pm 2,97$	$\pm 2,73$	$\pm 0,10$	$\pm 0,13$
<i>Cv</i> , %	25,3	27,6	31,3	15,6	20,7	17,7

Абсолютные показатели изменчивости ширины и длины листовых пластинок в семье и модельной популяции заметно различаются, что объясняется, первую очередь, различным возрастом выборок. Однако средняя ширина листовых пластинок в популяции всего в 1,3 раза больше, чем в семье на первом году жизни, тогда как средняя длина листовых пластинок больше в 2,0 раза. В модельной популяции листья более длинные и узкие, чем в семье однолетних семян: отношение индексов продолговатости составляет 1,61.

В семье однолетних семян вариабельность длины листовой пластинки заметно больше, чем вариабельность ее ширины (31,3% против 25,3%); это вполне согласуется с результатами, полученными нами ранее [1]. Однако в модельной популяции наблюдается прямо противоположная картина: длина листовой пластинки варьирует заметно слабее, чем ее ширина (15,6% против 27,6%). На этом основании можно утверждать, что изменчивость ширины листовой пластинки более стабильный показатель, чем изменчивость ее длины.

Изменчивость морфологии листовой пластинки в когорте трехлетних сеянцев *S. dasyclados*

Метамерная (порядковая) изменчивость морфологии листовой пластинки, выявленная по результатам наблюдений за трехлетними сеянцами ивы шерстистопобеговой из семьи *da103-34-xx* (2012 г.) показан на рисунках 3, 4.

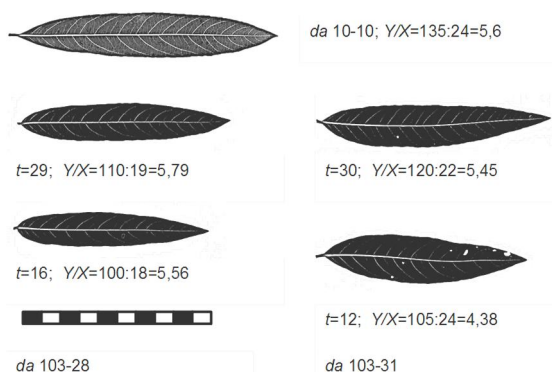


Рисунок 3 – Метамерная изменчивость листовых пластинок на лидерных побегах двух узколистных сеянцев *S. dasyclados* (*da103-28*, *da103-31*).



**Рисунок 4 – Метамерная изменчивость листовых пластинок на лидерных побегах *S. dasyclados*: узколистного сеянца *da103-31* и широколистных сеянцев *da103-42*, *da103-34*.
Обозначения те же, что на рис. 3.**

Обозначения: t – порядковый номер листа на побеге, Y – длина листовой пластинки (мм), X – ширина листовой пластинки (мм), Y/X – индекс продолговатости листовой пластинки. Для сравнения (слева вверху) показан лист из средней части лидерного побега узколистного клона *da10-10*. Цена деления масштабной линейки 10 мм.

На рисунке 3 показаны листья из проксимальной и дистальной части лидерных побегов узколистных сеянцев (*da103-28*, *da103-31*). Листовые пластинки *da103-28* сходны по морфологии с модельным листом узколистного клона *da10-10*. Листовые пластинки *da103-31* отличаются от *da103-28* несколько меньшим индексом продолговатости.

На рисунке 4 показаны листья из проксимальной, средней и дистальной части лидерных побегов широколистных сеянцев (*da103-42*, *da103-34*); для сравнения показаны примерно соответствующие листья сравнительно узколистного сеянца *da103-31* и лист модельного узколистного клона *da10-10*. Сравнительный анализ метамерной изменчивости морфологии листовых пластинок показал, что различия обусловлены, в первую очередь, увеличением ширины листовых пластинок у широколистных особей. На этом основании можно предположить, что низкие значения индекса продолговатости обусловлены не уменьшением длины листовых пластинок, а увеличением их ширины, и тогда формы *S. dasyclados* с широко эллиптическими (*late ellipticum*) листовыми пластинками правильнее именовать *S. dasyclados* f. *latifolia* (а не f. *brevifolia*, как было предложено ранее [1]).

В природных популяциях подобные особи не обнаружены. Однако сама возможность их существования свидетельствует в пользу гипотезы о гетерозисной природе, по крайней мере, некоторых высокопродуктивных особей *S. dasyclados*. Введение подобных форм в культуру позволит использовать их для создания генетически гетерогенных, эволюционно устойчивых многоцелевых плантаций [2].

ВЫВОДЫ

1. На ранних этапах онтогенеза (в когорте однолетних сеянцев) наблюдается высокий уровень морфологической изменчивости листовых пластинок по их ширине, длине и индексу продолговатости.
2. По мере взросления (с увеличением абсолютного возраста) первоначальные морфологические особенности сохраняются, но индивидуальные различия уменьшаются.
3. В старших возрастных группах (в когорте трехлетних сеянцев) наблюдается опережающее увеличение длины листовой пластинки, что приводит к увеличению индекса продолговатости.

The article provides a complex characteristic of thick-branched willow (*Salix dasyclados* Wimm. = *S. gmelinii* Pall.). We describe ontogenetic variability of the leaves of the thick-branched willow in the nature and culture. Describes forms of differing broad leaf plates: *S. dasyclados* f. *latifolia*. Proved a high genetic potential of populations of thick-branched willow in Eastern Europe.

The key words: *Salix dasyclados*, biological diversity, leaves, ontogenetic variability.

Список литературы

- 1.Афонин, А.А. Морфодинамика однолетних побегов ивы шерстистопобеговой и перспективы использования концепции морфодинамических аттракторов для оценки генетического потенциала природных популяций / А.А. Афонин, Л.Н. Анищенко // Стратегия устойчивого развития регионов России: Сб. материалов III Всеросс. научно-практ. конф. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. С. 125–132.
- 2.Афонин, А.А. Эколого-генетические проблемы «зеленой» энергетики / А.А. Афонин, Л.И. Булавинцева // Биология в школе. 2011. №6. С. 16–24.
- 3.Афонин, А.А. Эколого-генетический потенциал природных популяций ивы шерстистопобеговой / А.А. Афонин, Е.В. Борздыко, Л.Н. Анищенко // Фундаментальные науки и практика: Сб. науч. тр. 3-й Междунар. телеконф. Томск: СибГМУ, 2010. С. 159–160.
- 4.Skvortsov, A.K. Willows of Russia and Adjacent Countries. Taxonomical and Geographical Revision. Joensuu: University of Joensuu, 1999. 307 pp.

Об авторе

Афонин А. А.- доктор сельскохозяйственных наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, afonin.salix@gmail.com

УДК 612.018; 615.1

**СОВМЕСТНОЕ ПАРЕНТЕРАЛЬНОЕ ВВЕДЕНИЕ КРЫСАМ-САМЦАМ
ТЕСТОСТЕРОНА ПРОПИОНАТА И УРОТЕНЗИНА 2 ЧЕЛОВЕКА, ВЫЗЫВАЮЩЕЕ
ВНЕЗАПНЫЙ ЛЕТАЛЬНЫЙ ИСХОД**

А.П. Бахтинов

Выясняя роль гормонов в процессе проведения эксперимента на 4-х месячных крысах-самцах, под тиопенталовым наркозом инъектировали тестостерон пропионат по 0,85 и уротензин 2. Пульс контролировался каждые 10 минут с помощью электрокардиографа. Контролем служили наркотизированные крысы-самцы того же возраста без введения им гормонов. У экспериментальных крыс пульс постоянно снижался, составляя на 59-60 минуте 1 О/мин. На 61-ой минуте сердце остановилось в систоле. У контрольных крыс пульс не менялся по сравнению с исходным и составлял 370 ± 5 /мин.

Ключевые слова: эксперимент, 4-х месячные крысы-самцы, тестостерон пропионат и уротензин 2, регистрация пульса на ЭКГ, урежение пульса, остановка сердца.

Одной из актуальной проблем медицины является внезапная сердечная смерть человека в молодом возрасте.

В эпидемиологических исследованиях принято относить к внезапной смерти ту, которая наступает в течение 1 часа с момента появления первых симптомов заболевания, что наблюдается в 50% такой смерти, однако она может наступить в течение нескольких секунд [14]. С годами внезапная смерть возрастает в период жизни от 10 до 19 лет [II].

По данным ВОЗ частота внезапной смерти чаще всего наблюдается в возрасте 20-64 лет, составляет у мужчин 19-159 на 100 тысяч и 2-35 на 100 тысяч у женщин того же возраста [5, 10]. У % из них отсутствуют признаки сердечного заболевания [7].

Внезапная смерть от остановки сердца редко сопровождается его деструкцией. Несмотря на тщательное изучение проводящей системы, сердечных ганглиев, нервов и атеросклероза сосудов изменения в сердце и его остановка не всегда коррелируют [8].

Однако, до настоящего времени причиной внезапной смерти считают множество факторов от поражения проводящей системы сердца, его, интрамуральных нервных ганглиев [13] атеросклероза, инфекционно-токсического шока [9], снижения запасов катехоламинов, недоразвития симпатической иннервации [6], инфаркт миокарда и др. То есть, по данным литературы эта смерть человека вызывается многочисленными причинами.

Желая проверить роль гормонов в развитии внезапной смерти, мы провели эксперимент с молодыми 4-х месячными крысами-самцами, которым под тиопенталовым наркозом вводили 5%-масляный раствор тестостерона пропионата в дозе 0,85 мг/кг и уротензина 2 человека в дозе 30 мкг/кг в 0,5 мл 0,9% растворе NaCl. Контрольным крысам под тиопенталовым наркозом подкожно вводили 0,5 мл оливкового масла и 0,5 мл 0,9% водного раствора NaCl. У тех и других животных каждые 10 минут эксперимента после записи исходной частоты сердечных сокращений (ЧСС) по кардиоциклам контролировали ЧСС по 30 секунд с помощью электрокардиографа до полной остановки сердца.

У экспериментальных крыс-самцов в первые 10 минут опыта ЧСС составила 385 ± 5 /мин, что превышало исходную ЧСС у них и у контрольных животных на $15 \pm 2,5$ /мин. На 20-ой минуте у экспериментальных животных ЧСС равнялась $380 \pm 7,3$ /мин, а у контрольных она не менялась. На 30-минуте эксперимента ЧСС у экспериментальных крыс уменьшилась до $300 \pm 7,3$ /мин, на 40-ой минуте ЧСС у них уменьшилась до $150 \pm 5,3$ /мин, на 50-ой минуте у экспериментальных крыс-самцов ЧСС составила $25 \pm 7,3$ / мин, на 60-ой минуте опыта ЧСС у экспериментальных крыс равнялась $10 \pm 7,3$ /мин и к 61 минуте запись кардиоциклов и дыхание прекратились и не возобновлялись в последующие 10 минут. В то же время у контрольных животных ЧСС стабильно оставалось в пределах 375-380/мин, дыхание было ровным и не менялось по сравнению с исходным в течение 65 минут опыта. После наркоза их поведение не отличалось от интактных крыс.

Таким образом, совместное парентеральное введение под тиопенталовым наркозом 0,85 мг/кг тестостерона пропионата и 30 мкг/кг уротензина 2 человека вызывает отрицательный кардиогенный эффект и падение ЧСС в течение часа с 385 ± 5 /мин до $10 \pm 7,3$ /мин с остановкой сердца и дыхания и смертью экспериментальных животных на 61-ой минуте эксперимента.

При вскрытии погибших экспериментальных крыс-самцов констатируется остановка сердца в систоле. Обсуждение результатов эксперимента

Внезапная смерть человека, вызванная остановкой сердечной деятельности по данным анализа работы морга Приморской судебно-медицинской экспертизы (стат. отчет за 1979 г) чаще всего наступает у мужчин 20-30 лет на фоне соматического здоровья.

Автором статьи у трупов мужчин из морга Приморской судебной экспертизы, умерших от внезапной остановки сердца в возрасте 20-30 лет, исследовалась концентрация уротензина 2 в 20

граммах пояснично-крестцового отдела (ПКО) спинного мозга, который у них на эту массу мозга составлял 900950 мкг. У мужчин того же возраста, погибших при автодорожных и железнодорожных происшествиях уротензин 2 из 20-граммовой навески ПКО мозга тем же биохимическим способом [3] мы получали всего по 600-650 мкг уротензина 2. Эти сравнительные данные относительно количества уротензина 2, получаемые одним и тем же способом из одинаковых навесок мозга людей, погибших от внезапной остановки сердца и от несовместимых с жизнью механических травм молодых людей в возрасте 20-30 лет в некоторой степени проливают свет на роль уротензина 2 в развитии внезапной остановки сердца. В пользу этого свидетельствуют эксперименты В.С. Бахтиновой, которая констатировала кардиотонический, гипертензивный эффекты уротензина 2 на лягушках, крысах, котках и кроликах и влияние на проводящую систему сердца у них регистрируемую на ЭКГ [4]. Видимо, определенное значение в данной смерти имеет тестостерон и уротензин 2, синтез и секреция которых у юношей и молодых людей значительно выше, чем, например, у 60-65-летних мужчин.

Естественно, описываемый эксперимент при введении крысам совместно уротензина 2 и тестостерона пропионата не может рассматриваться как истина в последней инстанции при выяснении причин внезапной остановки сердца у молодых мужчин. В то же время этот эксперимент позволяет принимать во внимание увеличение концентрации уротензина 2 при заболеваниях сосудов и сердца, что мы наблюдали при клинко-лабораторных исследованиях иммунореактивности уротензина 2 методом реакции прямой гемагглютинации в периферической крови больных гипертензивной болезнью и инфарктом миокарда [1], концентрация которой возрастает также при стрессе [2].

Finding out a role of hormones in the course of carrying out experiment on 4-month-old rats males, under a tiopentalovy anesthesia injected testosterone propionate till 0.85 and urotezin 2. Pulse was controlled each 10 minutes by means of the electrocardiograph. As control narkotizirovanny rats males of the same age without introduction of hormones by it served. At experimental rats pulse constantly decreased, making on 59-60 minute 1 O/min. On the 61st minute heart stopped in a systole. At control rats pulse didn't change in comparison with initial and made 370±5/мин.

The key words: *experiment, 4-month-old rats males, testosterone propionate and уротензин 2. registration of pulse for an electrocardiogram. urezhemy pulse, cardiac arrest.*

Список литературы

- 1.Бахтинов А.П. Биологические эффекты уротензина 2-гормона каудальной нейросекреторной системы (КНСС) позвоночных животных и человека. / А.П. Бахтинов // Вестник БГУ. №4 2010. С.93-100;
- 2.Бахтинов А.П., Максакова Т.М. Показатели адаптации студентов 2 курса Владивостокского мединститута / Бахтинов А.П., Максакова Т.М. // Тез. 36 науч.-практ.конф (20 апреля 1995 г.). - Владивосток. 1995. С. 17-18.
- 3.Бахтинов А.П., Мещерская К. А., Бахтинова В.С. Способ получения веществ, обладающего кардиотоническим и гипертензивным действием / Бахтинов А.П., Мещерская К.А., Бахтинова В.С. // Авт.свид. СССР №669015 Приор, от 09.03.1977 г.
- 4.Бахтинова В.С. О биологической активности пептида из спинного мозга человека (экспер.иссл.) / Бахтинова В.С: авторсф.дисс ... канд.мед.наук. Владивосток. 1986. 23 с;
- 5.Белоконь Н.Н., Школьников М.А. и др. Проблема внезапной смерти лиц молодого возраста // Обзорная инф.; в.2. Союзмедиаинформ. 1990. МЛ 990;
- 6.Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей // М.: Медицина. 1987. Т. 1-2. 1100;
- 7.Лаун Б. Внезапная смерть - проблема современной кардиологии. // Кардиология. 1980. №7. С.35-44;
- 8.Мазур Н.В. Внезапная смерть больных ишемической болезнью сердца. // М.: Медицина. 1985. 189 с;
- 9.Цинзерлинг А.В. Воронцов И.М., Иокишов Н.В., Кельмансон И.А. Синдром внезапной смерти грудных детей. // Метод.реком. М.1987.15 с;
- 10.Cudden cardiac death Rep of a WHO Sci group/ WHO Geneva. 1985 28 p.;
- 11.Driscoll D.,Edwards W. Sudden unexpected death in childhood and adolescence // JACC . 1985. Vol.5. P.118B121B;
- 12.Davis M.J. Pathological view of sudden cardiac death // Brit.Heart.J. 1981. V.5 №1. P.88-89;
- 13.James T.N Normal variations and pathologic changes in structure of the cardiac conduction system and their functional significance // JACC . 1985.V.5. P.71B 78B;
- 14.Muller J.,Ludmer P., Willich S . et al. Circadian variation in the frequency of sudden cardiac death // Circulation . 1987Vol.75.131-138.

Об авторе

Бахтинов А.П. - доктор медицинских наук, профессор кафедры зоологии и анатомии Брянского государственного университета имени И.Г. Петровского.

УДК 581.526+581.55

ТИПОЛОГИЯ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ИПУТЬ В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ (РОССИЯ) И ГОМЕЛЬСКОЙ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ) ОБЛАСТЕЙ

А.Д. Булохов, Ю.А. Семенищенков, Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко

Приведены результаты геоботанического обследования пойменных лугов долины реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Республика Беларусь) областей. Разработана эколого-флористическая классификация пойменных лугов. Выполнена трансформация синтаксонов в типы кормовых угодий.

Ключевые слова: эколого-флористическая классификация, пойменный луг, тип луга, Брянская, область, Гомельская область.

Исследования проведены при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-04-90350 РБУ_а «Состояние и оценка техногенного загрязнения естественных и сеяных лугов, их рациональное использование и охрана на приграничных территориях Брянской (Россия), Гомельской (Республика Беларусь) и Черниговской (Украина) областей в постчернобыльский период».

Введение. Река Ипуть принадлежит к бассейну р. Днепр и берет исток у н. п. Родня Могилевской обл. (Республика Беларусь). Небольшой участок реки лежит в пределах Смоленской, но основное течение (более 290 км) проходит по северо-западу Брянской обл., затем – на территории Гомельской обл. Ипуть впадает в р. Сож – один из крупных левобережных притоков Днепра. Длина реки – 437 км при площади водосборного бассейна 10 900 км² [6].



Рис. Бассейн р. Ипуть на территории Брянской и Гомельской областей.

В пойме реки Ипуть выделяются несколько отрезков. Луга верхнего и частично среднего отрезков отнесены к классу краткопоемных лугов. Луга средней и нижней частей поймы отнесены к классу долгопоемных лугов [1, 2].

Луга составляют кормовую базу для важнейших сельскохозяйственных животных как источник натурального полноценного корма. Обилие минеральных веществ и микроэлементов в здоровом корме лугов устраняют многие болезни сельскохозяйственных животных. Естественные луга и, в особенности, естественные пастбища считаются обязательным условием высокой племенной и молочной продуктивности крупного рогатого скота. Краткая информация о пойменных лугах долины р. Ипуть в пределах Новозыбковского и Злынковского р-нов имеется только в работах И.С. Виноградова [3, 4]. В этих работах классификация лугов проведена на основе доминантного метода. В 90-е годы XX в. появились работы по классификации луговой растительности поймы р. Ипуть в пределах Брянской и Гомельской областей с использованием метода Ж. Браун-Бланке [1, 8, 9].

После аварии на Чернобыльской АЭС, последствиями которой была охвачена юго-западная часть Брянской и Гомельской областей, луговая растительность поймы р. Ипуть практически не исследовалась. Только в последние годы начались геоботанические исследования лугов в долине этой реки.

Основная цель геоботанических исследований авторов – разработка эколого-флористической классификации пойменных лугов долины р. Ипуть от истоков до впадения в р. Сож и трансформация классификации в типологию кормовых угодий.

Материал и методика. В ходе обследования пойменных лугов долины р. Ипуть в 2012-2013 г. выполнено 112 геоботанических описаний травяных сообществ на площадках 100 м². Оценка коли-

чественного участия видов в формировании фитоценозов проведена по шкале обилия-покрытия Ж. Браун-Бланке [10]. Синтаксономия разработана на основе общих установок метода Ж. Браун-Бланке [10], а также с использованием дедуктивного метода К. Кореcky и S. Hejný [11].

Ниже приведен Продромус растительности пойменных лугов долины реки Ипуть.

КЛАСС **PHRAGMITO—MAGNOCARICETEA** KLIKA IN KLIKA ET NOVÁK 1941

Порядок **Phragmitetalia** Koch 1926

Союз **Phragmition** Koch 1926

Асс. **Phragmitetum australis** Savič 1926

Асс. **Glycerietum maximae** Nowiński 1930

Асс. **Glycerietum fluitantis** Nowiński 1930

Асс. **Leersietum oryzoides** Egger 1933

Асс. **Thyphetum latifoliae** (Soó 1927) Long 1973

Асс. **Thyphetum angustifoliae** Pignatti 1953

Асс. **Scirpetum lacustris** (Allorge 1922) Chouard 1924

Порядок **Magnocaricetalia** Pignatti 1953

Союз **Magnocaricion elatae** Koch 1926

Асс. **Caricetum gracilis** Savič 1926

Асс. **Caricetum elatae** Koch 1926

Асс. **Caricetum vulpinae** Nowiński 1927

Асс. **Phalaridetum arundinaceae** Libbert 1931

Асс. **Carici acutae—Glycerietum maximae** Shelyag et al. 1985

КЛАСС **MOLINIO—ARRHENATHERETEA** TX. 1937

Порядок **Molinieta** Koch 1926

Союз **Calthion** Tx. 1937 em. Leburn et al. 1949

Асс. **Scirpetum sylvatici** Ralski 1931

Союз **Filipendulion** (Br.-Bl. 1947) Lohm. ap. Oberd. 1967

Асс. **Lysimachio vulgaris—Filipenduletum ulmariae** Balátová-Tuláčková 1978

Асс. **Filipendulo ulmariae—Festucetum rubrae** Bulokhov 1990

Союз **Agrostio stoloniferae—Beckmannion eruciformis** Mirkin 1989

Асс. **Agrostio stoloniferae—Beckmannion eruciformis** Alexandrova 1989

Союз **Alopecurion pratensis** Passarge 1964

Асс. **Poo palustris—Alopecuretum pratensis** Shelyag-Sosonko et al. 1987

Асс. **Filipendulo vulgaris—Festucetum rubrae** Bulokhov 1990

Базальное сообщество **Rumex thyrsiflorus—Carex praecox [Molinieta]**

Порядок **Agrostietalia stoloniferae** Oberd. in Oberd. et al. 1967

Союз **Agropyro—Rumicion** Nordh. 1940 em. Tx. 1950

Асс. **Agrostietum stoloniferae** Burduja et al. 1956

Союз **Deschampsion cespitosae** Horvatic 1930

Асс. **Deschampsietum cespitosae** Horvatic 1930

Союз **Cynosurion** Tx. 1937

Асс. **Cynosuro cristati—Agrostietum tenuis** Bulokhov 1990

Асс. **Carici nigrae—Cynosuretum cristati** Bulokhov 1990

Асс. **Anthoxantho—Agrostietum tenuis** Sill. 1933 em. Jurko 1969

Асс. **Deschampsio—Agrostietum tenuis** Sill. 1933 em. Jurko 1969

Асс. **Agrostietum caninae** Sapegin et al. 2009 prov.

Сообщество **Trifolium repens [Cynosurion]**

Союз **Festucion pratensis** Sipajlova et al. 1985

Асс. **Poetum pratensis** Stepanović 1999

Асс. **Festucetum pratensis** Soó 1938

Порядок **Galieta** veri Mirkin et Naumova 1986 (= **Poo—Agrostietalia vinealis** Shelyag et al. 1985 nom. inval.)

Союз **Agrostion vinealis** Sipajlova, Mirk., Shelyag et V. Solomakha 1985

Асс. **Poo angustifoliae—Agrostietum vinealis** Sapegin et al. 2009 prov.

КЛАСС **CALLUNO—ULICETEA** BR.-BL. ET TÜXEN EX KLIKA ET HADAČ 1944

Порядок **Nardetalia strictae** Preis. 1949

Союз **Violion caninae** Schwickerath 1944

Асс. **Nardetum stricti** Schwergunova et al. 1983 em. Bulokhov 1990

КЛАСС **KOELERIO—CORYNEPHORATEA** KLIKA IN KLIKA ET NOVÁK 1941

Порядок *Festuco–Sedetalia* Tx. 1951

Союз *Hyperico perforati–Sclerantion perennis* Moravec 1967

Асс. *Sedo acris–Agrostietum vinealis* Bulokhov 1994

Асс. *Agrostietum vinealis–tenuis* Shelyag et al. 1981 ex Shelyag, V. Sl. Et Sipaylova 1985

КЛАСС ARTEMISIETEA VULGARIS LOHMAYER ET AL. EX VON ROCHOW 1951

Базальное сообщество *Calamagrostis epigejos* [Artemisietaea]

Фитоценотическое разнообразие долины реки Ипуть.

I. Участок поймы реки Ипуть в верхнем и частично среднем течении.

Пойма на отрезке д. Меловое – д. Семеричи – д. Ширковка (Брянская область, Клетнянский р-н). Пойма высокого уровня, мелкогравистая. В прирусловой пойме распространены сообщества асс. *Anthoxantho–Agrostietum tenuis*, асс. *Cynosuro cristati–Agrostietum tenuis*, асс. *Deschampsio–Agrostietum tenuis*. В межгрядных низинах центральной поймы – асс. *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* (небольшими участками). Более возвышенные местоположения занимают сообщества *Rumex thyrsiflorus–Carex praecox*. При интенсивном выпасе возникают сообщества асс. *Nardetum stricti*. В прирусловой и центральной пойме активно распространяется *Phalacrolooma strigosum* (H. L. Muhl. ex Willd.) Tzvelev – североамериканский адвентивный вид. Особенно он обилен в сообществах асс. *Anthoxantho–Agrostietum tenuis*, асс. *Cynosuro cristati–Agrostietum tenuis*.

Пойма на отрезке д. Нивное – д. Красное (Брянская область, граница Суражского и Мглинского р-нов). Пойма низкого уровня, сильно заболочена. Луга как кормовые угодья практически не используются. Широко распространены сообщества *Salici–Franguletum* Malc. 1929 и *Salicetum triandrae* Noirf. 1955. Для этого участка поймы характерен комплекс асс. *Phragmitetum australis* + асс. *Glycerietum maximae* + асс. *Caricetum gracilis* + асс. *Caricetum elatae* + асс. *Leersietum oryzoidis* + асс. *Scirpetum lacustris*. Изредка встречаются сообщества асс. *Phalaridetum arundinaceae*.

II. Отрезок поймы реки Ипуть в нижнем течении.

Участок левобережной поймы г. Сураж – п. Овчинец (Брянская обл., Суражский р-н) представляет интенсивно выпасаемую высокую пойму. Гряды заняты сообществами асс. *Agrostietum vinealis–tenuis*, нижние части гряд, примыкающие к низинам, заняты сообществами асс. *Nardetum stricti*. Неглубокие межгрядные низины – асс. *Lysimachio–Filipenduletum*, а более глубокие – асс. *Caricetum gracilis* и *Glycerietum maximae*.

Участок поймы на отрезке п. Красная Слобода – п. Косичи (Брянская обл., Суражский р-н). Правобережная пойма высокого уровня. Луга используются как сенокосно-пастбищные угодья. Местами ведется интенсивный выпас, пастбищеоборота нет. Широко распространены в прирусловой пойме сообщества асс. *Agrostietum vinealis–tenuis*, *Filipendulo vulgaris–Festucetum rubrae*. Понижения заняты сообществами асс. *Deschampsietum cespitosae*. Для этого участка поймы характерен 5-членный высотный экологический ряд: *Agrostidetum tenuis–vinealis* → *Filipendulo vulgaris–Festucetum rubrae* → *Deschampsietum cespitosae* → асс. *Caricetum gracilis* → асс. *Glycerietum maximae*.

Интенсивно выпасаемый участок поймы у п. Косичи. Широко распространены сообщества асс. *Deschampsietum cespitosae*, определяющие облик центральной поймы. В прирусловой пойме в условиях интенсивного выпаса по низким гривам распространены сообщества асс. *Nardetum stricti*. Характерны модификации: *Trifolium repens*, *Potentilla anserina*. Межгрядные низины заняты сообществами асс. *Glycerietum fluitantis*, *Agrostio stoloniferae–Becmannietum eruciformis*, *Caricetum gracilis*, *Glycerietum maximae*.

На участке поймы у п. Новое место (Брянская обл., Новозыбковский р-н) пойма высокого уровня по гривам широко распространены сообщества асс. *Agrostidetum tenuis–vinealis*. По межгрядным низинам – асс. *Agrostietum stoloniferae*. С ними обычно граничат сообщества асс. *Agrostio stoloniferae–Becmannietum eruciformis*. Глубокие межгрядные низины заняты сообщества асс. *Caricetum gracilis* и *Glycerietum maximae*. Под влиянием выпаса на месте асс. *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* широко распространены сообщества с доминированием *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.

Отрезок поймы у п. Доброводье (Брянская обл., Злынковский р-н). Пойма высокого уровня, мелкогравистая, ширина гряд 15–20 м, сформированы песком. На гривах в прирусловой пойме распространены сообщества асс. *Sedo acris–Agrostietum vinealis*. Фоновыми на этом участке являются сообщества *Calamagrostis epigeios*.

По межгрядным низинам распространены сообщества асс. *Caricetum gracilis*, *Phalaridetum arundinaceae*, к ним примыкают по низинам сообщества *Rumex thyrsiflorus–Carex praecox*. В центральной пойме – асс. *Deschampsietum cespitosae* с вариантом *Sieglingia decumbens*. Эти сообщества возникают под влиянием выпаса на месте сообществ асс. *Poo–Alopecuretum*.

Отрезок поймы в Добрушском р-не (Гомельская обл.). Нижнее течение р. Ипуть, правобережная притеррасная и центральная поймы. Пониженные участки заняты сообществами асс. *Agrosti-*

etum stoloniferae. Плоская повышенная равнина занята сообществами с доминированием *Carex praecox* Schreb. На плоском понижении притеррасной поймы распространены сообщества асс. **Phalaridetum arundinaceae.** в центральной пойме по неглубоким низинам – асс. **Caricetum vulpinae.**

Левобережная пойма севернее д. Ларищево (Гомельская обл., Добрушский р-н). Пойма никого уровня. Характерны сообщества асс. **Carici acutae–Glycerietum maximae.** По возвышенным участкам распространены сообщества союза **Festucion pratensis:** асс. **Poetum pratensis** и асс. **Festucetum pratensis.**

Методика установления типов лугов или типов кормовых угодий.

Тип кормового угодья по Л.Г. Раменскому [7] – комплексная ландшафтная единица достаточно широкого экологического диапазона, устанавливаемая на основе ряда критериев: положение в рельефе, характерной растительности, почвам, хозяйственному состоянию. В один тип включаются участки земель, «сходно реагирующих на одинаковые виды и режимы использования, на одни и те же агротехнические и мелиоративные мероприятия при их длительном воздействии на тип» [7].

При трансформации единиц эколого-флористической классификации в типы лугов мы руководствовались двумя критериями: экологическое сходство фитоценозов, которое обеспечивает отнесение к определенным ассоциациям или субассоциациям, и направление хозяйственного использования. Название типа дается по диагностическим видам синтаксонов. Название модификаций обычно дается по доминантам фаций. По комбинации диагностических видов тип легко можно опознавать в полевых условиях.

Хозяйственные модификации возникают при небольшом изменении экологических условий местообитания или под влиянием выпаса и не отражают потенции местообитаний. Особенно показательны в этом отношении ползучеклеверные, щучковые, тонкополевичные луга, возникающие под влиянием бессистемного выпаса. Это конвергентные сообщества, возникающие из различных исходных типов.

При группировке типов в более крупные типологические единицы использована Всесоюзная классификация сенокосов и пастбищ СССР, разработанная ВНИИ им. В.Р. Вильямса на основе классификации Л.Г. Раменского [5]. В этой фитотопологической системе классификации при установлении типов принимается во внимание рельеф, характер увлажнения, тип и богатство почвы. Система иерархическая и содержит 5 классификационных единицы: *класс – подкласс – группа типов – тип – модификация.*

Класс и подкласс являются высшими классификационными единицами. Следующая единица – группа типов. Это единица среднего ранга. Группа типов объединяет типы кормовых угодий со сходными по положению в рельефе и экологически близкими растительными сообществами, сходными условиями увлажнения и почвами.

Тип кормового угодья объединяет сходные в экологическом, фитоценологическом и хозяйственном отношении сообщества ассоциаций или субассоциаций с одним или несколькими доминантами и содоминантами, относящимися к одной экобиоморфе, и с одной и той же группой диагностических видов. Вся совокупность факторов и обеспечивает один из главных критериев типа – экологическую однородность.

В табл. представлен обзор типов пойменных лугов долины р. Ипуть, установленных на основе трансформации единиц эколого-флористической классификации.

Таблица

Схема трансформации синтаксонов эколого-флористической классификации в хозяйственные типы кормовых угодий поймы реки Ипуть

Синтаксоны: ассоциации и субассоциации	Типы кормовых угодий
КЛАСС Л-3. Краткопоемные луга на пойменных дерновых почвах	
Подкласс Л-3а. Группа типов Л-3а-1. Разнотравно-мелкотравные сухие и свежие луга на повышенных малозаливаемых участках пойм малых и средних рек со слабооподзоленными песчаными и супесчаными почвами	
<i>Agrostietum vinealis-tenuis</i> <i>Anthoxantho-Agrostietum tenuis</i> <i>Deschampsio-Agrostietum tenuis</i>	Тип 3а-1-1 - Очитково-тонкополевичный Тип 3а-1-2 – Душистоклосково-тонкополевичный Тип 3а-1-2 –Щучково-тонкополевичная Модификации: щучковая, ползучеклеверная.
Подкласс Л – 3б. Группа типов Л-3б-1. Злаковые и разнотравно-мелкозлаковые свежие и влажные луга на повышенных, хорошо дренированных участках пойм средних и малых рек с пойменными дерновыми супесчаными малоразвитыми почвами	
<i>Cynosuro cristati-Agrostietum tenuis</i> , <i>Nardetum stricti</i> <i>Filipendulo vulgaris-Festucetum rubrae</i>	Тип 3б-1-1 – Гребенниково-тонкополевичный Тип 3б-1-2 – Разнотравно-красноовсянищевый Модификация: тонкополевичная, ползучеклеверная
Подкласс – Л-3г-1. Злаковые и разнотравно-мелкозлаковые луга	
Группа типов. Сырые луга на пойменных дерново-глеевых суглинистых почвах	
<i>Scirpetum sylvatici</i> <i>Deschampsietum cespitosae</i> <i>Lysimachio-Filipenduletum</i> , <i>Agrostietum stoloniferae</i>	Тип 3г-1-5- Леснокамышовый Тип 3г-1-6- Щучковый Тип 3г-1-7 - Вязолистнолабазниковый

Синтаксоны: ассоциации и субассоциации	Типы кормовых угодий
<i>Glycerietum fluitantis deschampsietosum</i>	Тип 3г-I-8 - Плавающиманниково-щучковый
КЛАСС Л-4. Долгопоемные луга на пойменных дерновых почвах	
Подкласс 4а. Группа типов 4а-I. Злаково-разнотравные с примесью бобовых свежие и влажные луга в центральной пойме средних и крупных рек на пойменных дерновых слоистых и зернистых почвах	
<i>Fillipendulo ulmariae-Festucetum rubrae</i>	Тип 4а-I-2 - Вязолистнотлабазниково-красноовсянищевый
Подкласс Л- 4б. Групп типов - 4б -I. Злаково-осоково-разнотравные сыроватые и сырые луга на умеренно пониженных участках центральной и притеррасной пойм средних и крупных рек на дерново-глеевых и глееватых почвах	
<i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i>	Тип 4б-I -1 - Болотномятливо-луговолисохвостовый Модификации: лисохвостовая, вязолистнотлабазниковая, собачеполевичная, щучковая
<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	Тип 4б-I-3 - Двукисточниковый
<i>Agrostio stoloniferae-Beckmannietum</i>	Тип 4б-I-4 - Бекманиевый
<i>Caricetum vulpinae typicum, beckmannietosum</i>	Тип 4б-I-5 - Лисьесосковский Варианты: бекманиевый, побегообразующеполевичный. Модификация гуслинолапчатковая
<i>Glycerietum fluitantis</i>	Тип 4б-I-6 - Плавающиманниковый Модификации: типичная, коленчатилисохвостовая
КЛАСС Л-5. Болотные луга на минеральных и торфянисто-болотных почвах	
Подкласс 5а. Группа типов 5а -I. Осоковые болотистые луга с примесью злаков на минеральных перегнойно-болотных иловатых почвах в центральной и притеррасной частях пойм	
<i>Glycerietum maximaе</i>	Тип 5а-I-1 - Большеманниковый
<i>Caricetum gracilis oenanthetosum aquaticae, beckmannietosum, typicum</i>	Тип 5а-I-2 - Остроосоковый Модификации: омежниковая, бекманиевая, типичная
<i>Caricetum elataе</i>	Тип 5а-I-3 - Высокоосоковый

Закключение. Разработана эколого-флористическая классификация пойменных лугов долины реки Ипуть. Установленные синтаксоны трансформированы в 18 типов лугов (типов кормовых угодий) и 16 модификаций. Типология лугов может быть использована при проведении сельскохозяйственных мероприятий по повышению продуктивности и разработке оптимальной стратегии их использования.

The results of the geobotanical research of the flood-plain meadows of the Iput' river valley within Bryansk (Russia) and Gomel (Republic of Belarus) regions. The syntaxonomy of the flood-plain meadows is developed. The transformation of the syntaxa into the types of feeding grounds is realised.

The key words: Braun-Blanquet approach, flood-plain meadows, meadow type, Bryansk region, Gomel region.

Список литературы

1. Булохов, А.Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России / А.Д. Булохов. Брянск: Изд-во БГУ, 2001. 296 с.
2. Булохов, А.Д. Типология лугов Брянской области / А.Д. Булохов. Брянск: РИО БГУ, 2009. 219 с.
3. Виноградов, И.С. Растительность заливных лугов реки Ипуть в пределах Западной области / Виноградов И.С. // Труды Новозыбковского пед. ин-та. 1932. Вып.1. С. 7-72.
4. Виноградов, И.С. растительные ассоциации заливных лугов Восточного Полесья (по наблюдениям в поймах рек Ипуть и Десны) / Виноградов И.С. // Уч. зап. Северо-Осетинского пед. ин-та. 1941. Т. 2. № 2. С. 3-40.
5. Методические указания по классификации сенокосов и пастбищ равнинной территории Европейской части СССР. М.: ВНИИ кормов., 1987. 148 с.
6. Природа и природные ресурсы Брянской области / Под ред. Л.М. Ахромеева. Брянск: Изд-во «Курсив», 2012. 320 с.
7. Раменский, Л.Г. Учение о типах природной кормовой площади / Раменский Л.Г. // Сенокосы и пастбища. М.: Сельхозгиз, 1941. С. 49-95.
8. Сапегин, Л.М. Синтаксономия луговой растительности как основа разработки экологической стратегии использования (на примере пойм Белорусского полесья). Автореф. ...док. биол. наук. М., 1987. 49 с.
9. Сапегин, Л.М. Луговая растительность поймы нижнего течения р. Ипуть в пределах Республики Беларусь / Сапегин Л.М., Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф. // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана. Мат. Междунар. науч. конф. (Россия, г. Брянск, 19-21 октября 2009 г.). Брянск: Изд-во «Ладомир», 2009.
10. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie. 3. Aufl. / J. Braun-Blanquet. Wien, N.-Y., 1964. 865 S.
11. Kopecky, K. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities / Kopecky K., Hejný S. // Vegetatio. 1974. Vol. 29, N. 1 P. 17-20.

Об авторах

Булохов А.Д. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского, e-mail: kafbot2002@mail.ru.

Семенищенков Ю.А. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского, e-mail: yuricek@yandex.ru.

Сапегин Л.М. – доктор биологических наук, профессор Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, e-mail: dajneko@gsu.by.

Дайнеко Н.М. – кандидат биологических наук, доцент Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, e-mail: dajneko@gsu.by.

УДК [581.526+581.55] 633.2. 03

ТИПЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛУГОВ РЕКИ ИПУТЬ В ПРЕДЕЛАХ БРЯНСКОЙ (РОССИЯ) И ГОМЕЛЬСКОЙ (БЕЛАРУСЬ) ОБЛАСТЕЙ

А.Д. Булохов, А.В. Харин

Приведены результаты классификации пойменных лугов р. Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Беларусь) областей. На основе сиграма-синтаксономии установлено 9 типов территориальных комплексов (ТТК) лугов. ТТК достаточно информативны для разработки рекомендаций по их рациональному использованию и охране.

Ключевые слова: симфитосоциология, сиграма-ассоциация, экологический ряд, тип луга, территориальный комплекс типов лугов.

Исследования проведены при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-04-90350 РБУ_а «Состояние и оценка техногенного загрязнения естественных и сеяных лугов, их рациональное использование и охрана на приграничных территориях Брянской (Россия), Гомельской (Республика Беларусь) и Черниговской (Украина) областей в постчернобыльский период».

Введение

Существующие типологии лугов ориентированы на условия, в которых каждый тип занимает большие площади, отсюда и рекомендации по рациональному использованию каждого типа кормового угодья. Но в реальных условиях, соотношение площадей, занятых каждым типом, сильно варьирует, поэтому дать обоснованные рекомендации по рациональному использованию кормовых угодий, в разрезе типов, довольно трудно и практическая ценность их не всегда велика. Этот недостаток можно устранить при использовании территориальных сочетаний сообществ или ценохов В.Б. Сочава (1972,1978).

Установление территориальных единиц растительности в наиболее полном варианте реализован в западноевропейской фитоценологии и получил название симфитосоциологии (Gehu,1977; Tüxen, 1978). Основной объект симфитосоциологии Р. Тюксен определил следующим образом: «Сигмасинтаксон – это сумма всех растительных сообществ (синтаксонов), встречающихся на достаточно гомогенной и достаточно большой площади, которые имеют определенное количественное отношение и форму».

Объектом классификации, вместо фитоценоза, является экологический ряд фитоценозов, представляющий их сопряженное сочетание. Для построения экологического ряда закладывается профиль на участке поймы профиль должен проходить через все элементы рельефа, так как он является основным фактором формирования сопряженного сочетания (комбинации) фитоценозов в ландшафте. Профиль должен пересекать все фитоценозы на данном участке. На профиле проводится описание фитоценозов, указывается протяженность и составляется таблица, в которую вносят все сообщества установленные на профиле. В ходе обработки таблиц с профилями устанавливаются группы сходных профилей. Эти группы и дают устойчивые типы сочетаний синтаксонов или сиграма-синтаксонов. Затем устанавливаются ранги сигмет: сиграма-ассоциация (Sigmetum), сиграма-союз (Sigmion), сиграма-порядок (Sigmetalia), сиграма-класс (Sigmitea). Термин «сиграма» позволяет отличать синтаксон, от их территориального сочетания.

Методика работы.

В ходе обследования пойменных лугов в 2013 г. реки Ипуть было сделано 108 экологических рядов (профилей). Протяженность на профиле того или иного сообщества ассоциации оценивалась по шкале Браун-Бланке [11]. На основе экологических рядов и была разработана сиграма-синтаксономия пойменных лугов р. Ипуть, которая была трансформирована в типы территориальных комплексов (ТТК) лугов (табл. 1). Название ТТК дано по доминирующему в комплексе типу луга.

Река Ипуть принадлежит к бассейну р. Днепра. Начинается она в болотах, недалеко от п. Родня, Могилевской области (Беларусь). Небольшой участок реки проходит в Смоленской области, но основной участок Ипути проходит по северо-западной территории Брянской области (более 290км) и затем на территории Гомельской области впадает р. Сож – один из крупных левобережных притоков Днепра. Длина р. Ипуты достигает свыше 380 км.

Пойма реки Ипуть разделена на два отрезка. Луга верхнего и частично среднего отрезков поймы отнесены к классу краткопоемных лугов. Луга средней и нижней частей поймы отнесены к классу долгопоемных лугов (Булохов, 2001; 2009)

Ниже приведена характеристика типов территориальных комплексов (ТТК).

Таблица 1

Территориальные комплексы типов лугов поймы реки Ипуть, их соответствие сигмасинтаксонам, состав и мероприятия по рациональному использованию и охране

Типы территориальных комплексов лугов	Состав типов и модификаций лугов в комплексе	Рекомендации по их рациональному использованию и охране
1. Виноградниково-тонкополевичный в среднем и нижнем течении на песчаных и супесчаных почвах (Agrostieto vineialis-tenuis – Sigmetum)	Виноградниково-тонкополевичный (3*), белоусовый (3), щучковый (3), раннеосоковый (+), вязолистнолабазниковый (+), бекманийевый (1), двухисточниковый (+), наземноейниковый (1) ползучеклеверная (/3).	Основные типы расположены в прирусловой и центральной пойме высокого уровня. Использовать как сенокосно-пастбищное угодье. Вести пастбищеоборот. В центральной пойме возможно поверхностное улучшение
2. Гребенниково-тонкополевичный в верхнем и среднем течении на пойменных, дерновых песчаных и супесчаных, а также пойменных дерновых глеевых и иловато-болотно-глеевых почвах (Cynosuro cristati-Agrostieto tenuis Sigmetum).	Гребенниково-тонкополевичный (3*), ситниково-тонкополевичный (2), щучково-тонкополевичный (2), остроосокый (2), болшеманийевый (1), плавающиманийевый (+), побегообразующеполевичный (+), высокоосоковый (/+), щучковая (/1), ползучеклеверная (/3).	Использовать как сенокосно-пастбищное угодье. Коренное улучшение экологически не обоснованно, ибо основные типы расположены в прирусловой пойме высокого уровня.
<i>* Цифры в скобках показывают степень участия типа в комплексе по шкале Браун-Бланке</i>		
3. Ситниково-собачьеполевичный в пойме низкого уровня на сырых дерново-глеевых и болотных перегнойно-глеевых почвах (Junco filiformis-Agrostieto caninae-Sigmetum).	Ситниково-собачьеполевичный (3), остроосокый (3), плавающиманийевый (2), болшеманийевый (1), курчавощавелево-коленчатолисохвостовый (+), ситниково-побегообразующеполевичный (+), айровый (/1), ползучеклеверная (/3).	Использовать как сенокосно-пастбищное угодье. Необходимо поверхностное улучшение. Коренное улучшение не проводить. Выпас экстенсивный и только в сухие годы.
4. Плавающиманийевый с дерново-глеевыми и иловато-глеевыми почвами на пойме низкого уровня (Glycerieto fluitantis- Sigmetum).	Плавающиманийевый (3), остроосокый (1), ползучеклеверная (4), курчавощавелево-коленчатолисохвостовый (+).	Комплекс объединяет пастбища раз различной стадии дигрессии. Необходимо создание пастбищеоборота.
5. Вязолистнолабазниково-красноовсяно-красноовсянический на влажных дерновых слоисто-зернистых глееватых и перегнойно-глеевых почвах (Filipendulo ulmariae- Festuceto rubrae-Sigmetum).	Вязолистнолабазниково-красноовсянический (2), болотномятликово-луговолисохвостовый (3), остроосокый (1), болшеманийевый (+), двухисточниковый (/+), обыкновеннолабазниково-красноовсянический (+).	Использовать как сенокосно-пастбищное угодье. Целесообразно проводить поверхностное улучшение с внесением полной дозы минеральных удобрений.
6. Болотномятликово-луговолисохвостовый в среднем и нижнем течении на пойменных слоисто-зернистых и зернистых глееватых и глеевых суглинистых иловато-глеевых почвах (Poo palustris-Alopecureto pratensis-Sigmetum).	Болотномятликово-луговолисохвостовый (4), остроосокый (2), болшеманийевый (2), борщевиково-луговолисохвостовый (1), лисьеосоковый (/2), двухисточниковый (/+), обыкновенновербейниково-вязолистнолабазниковый (/+), ситниково-побегообразующеполевичный (/+)	Использовать как сенокосное угодье чередованием по годам сроков сенокосения. Выпас возможен после сенокосения, но сухие годы.
7. Двухисточниковый на сырых дерново-глеевых зернистых и перегнойно-глеевых зернистых и перегнойно-глеевых суглинистых почвах (Phalarideto arundina-ceae-Sigmetum).	Двухисточниковый (4), болотномятликово-луговолисохвостовый (3), остроосокый (2), ситниково-побегообразующеполевичный (1), высокоосоковый (/1), болшеманийевый (+), лисьеосоковый (/1), ситниково-собачьеполевичный (/1), красноовсяническая (1), леснокамышовый (/г).	Использовать как сенокосное угодье в существующем состоянии без поверхностного или коренного улучшения. Выпас не проводить. Желательно введение сенокосооборота.
8. Бекманийевый в центральной пойме на перегнойно-глеевых, дерново-глеевых, иловато-перегнойно-глеевых суглинистых и дерновых супесчаных почвах (Agrostio stoloniferae- Beckmiannieto eruciformis-Sigmetum).	Бекманийевый (3), болотномятликово-луговолисохвостовый (2), болшеманийевый (2), остроосокый (2), лисьеосоковый (/1), тонкополевичная (/1), красноовсяническая (2), щучковая (/1).	Использовать в существующем состоянии как сенокосное угодье. Поверхностное улучшение экологически не оправдано.

9. Тростниковый в среднего и нижнего течениях на болотных иловато-перегонных, перегонно-но-глеевых и торфянисто-глеевых почвах (<i>Phragmitetum communis</i> -<i>Sigmetum</i>).	Тростниковый (4), приречновощевый, остроосоковый (2), большеманниковый (1), обыкновенновербейнико-лабазниковый (/2), лисьеосоковый (+), ситниково-побеогообразующе полевицевый (+), красноовсяницаевая (1), щучковая (+).	Комплекс болотистых лугов, Распространен на отдельных участках пойм. Имеет большое водо-охранное значение. Любой вид улучшения с экологической точки зрения нецелесообразен.
---	--	---

1. Гребенниково-тонкополевичный ТТК

Распространен в верхнем течении р. Ипуть. Диагностируется тремя типами: Гребенниково-тонкополевичным, Полынно-тонкополевичным и Щучково-тонкополевичным табл. 1,1). В составе комплекса установлено 2 варианта. Вариант типичный (рис. 1) объединяет 11 типов, среди которых доминирует Гребенниково-тонкополевичный. Это характерный ТТК лесных пойм. Обычно поймы хорошо дренируемые, низко-гивистые, используются как сенокосные угодья. Вариант щучковый объединяет участки пойм, используемые как пастбища (рис. 2). Этот вариант в поймах часто замещается ползучеклеверной модификацией, особенно на участках пойм вблизи населенных пунктов.

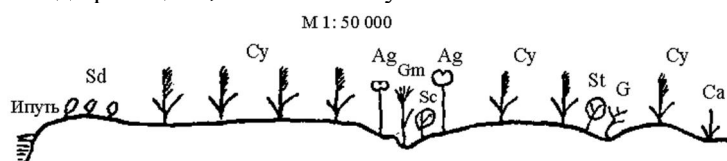


Рис. 1. Экологический профиль через пойму реки Ипуть.

ТТК Гребенниково-тонкополевичный, вариант типичный. Типы лугов: Gm - Большеманниковый, G - Плавающеманниковый, Cy - Гребенниково-тонкополевичный, Sd - Полынно-очитково-тонкополевичный, Ag - Ольс крапивный, St - Ивняк трехтычинковый, Sc - Ивняк пепельный.

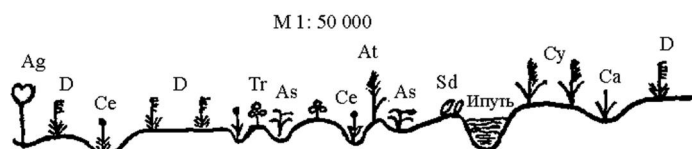


Рис. 2. Экологический профиль через пойму реки Ипуть, ТТК Гребенниково-тонкополевичный, вариант щучковый. Типы лугов: Ce - Высокоосоковый, Tr - Ползучеклеверная модификация D - Щучковая модификация, As - Ситниково-побеогообразующеполевичный At - Тонкополевичная модификация, Cy - Гребенниково-тонкополевичный, Sd - Полынно-полевичный, Ca - Остроосоковый. Лесной ценоз Ag - Ольс крапивный.

Рекомендации по использованию ТТК. Использовать как сенокосно-пастбищное угодье. Поверхностное улучшение повышает урожайность сена в 2-2,5 раза. Коренное улучшение экологически не обоснованно, ибо основные типы расположены в прирусловой пойме высокого уровня. Необходимо ввести пастбищеоборот.

2. Ситниково-собачьеполевичный ТТК

Диагностические типы: Ситниково-собачьеполевичный, Ситниково-щучковый, Гребенниково-черноосоково-щучковый (табл. 1, 2) В составе ТТК 8 типов. Распространен на участках пойм низкого уровня, сильно заболоченных. Установлено два варианта. Вариант типичный распространен на не мелиорированных и сенокосных участках поймы. Вариант плавающеманниковый (рис. 3) распространен на участках поймы, подверженных интенсивному выпасу. При этом происходит замещение диагностирующих типов на ползучеклеверную модификацию. Сообщества Плавающеманникового типа из-за плохой поедаемости и сильной обводненности почвы получают широкое распространение. На участках пойм среднего уровня под влиянием выпаса формируется вариант щучковый (рис. 3).

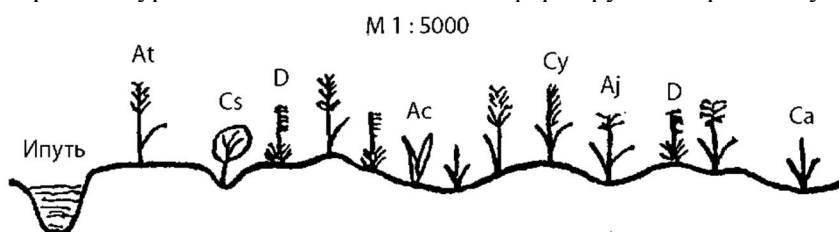


Рис.3. Экологический профиль через пойму реки Ипуть.

ТТК - Ситниково-собачьеполевичный, вариант щучковый. Типы лугов: At - Душистоклосково-тонкополевичный, D - Щучковый Aj - Ситниково-собачьеполевичный, Cy - гребенниково-тонкополевичный, Ac - Аировый, Ca - Остроосоковый. Кустриниковый ценоз Cs - *Salicetum sinerae*.

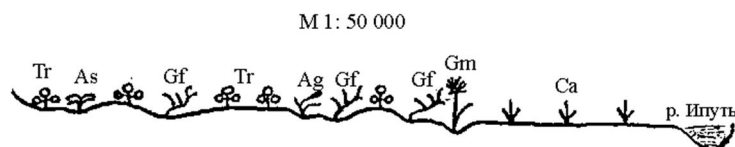


Рис. 4. Экологический профиль через мелиорированную пойму р. Ипуть.

ТТК - Ситниково-собаچهполевиный, вариант плавающиманниковый. Типы лугов:

As - Ситниково-побеогообразующеполевиный, Tr - Ползучеклеверная модификация, Ag - Лютиково-коленчатолестохвостовый, Gf - Плавающиманниковый, Ca - Остроосоковый, Сс - Дернистоосоковый, Gm - Большеманниковый.

Рекомендации по использованию ТТК. Использовать как сенокосно-пастбищное угодье. Необходимо поверхностное улучшение с омоложением дернины и внесение минеральных удобрений. Коренное улучшение не проводить. Выпас экстенсивный и только в сухие годы.

Болотномятlikово-луголисохвостовый ТТК

Диагностируется одноименным типом, который занимает доминирующее положение в пойме реки в среднем и нижнем течении. Комплекс представлен двумя вариантами. На рис. 5, 6 даны экологические профили комплекса через пойму реки Ипуть в среднем и нижнем течении. Типичный вариант. Характерен для не мелиорированных участков пойм с сенокосным режимом использования. Вариант Большеманниковый (рис. 6) Характерен для не мелиорированных участков пойм с сенокосным режимом использования.

Рекомендации по использованию ТТК. Использовать как сенокосное угодье с чередованием по годам сроков сенокосения. Выпас возможен по отаве.

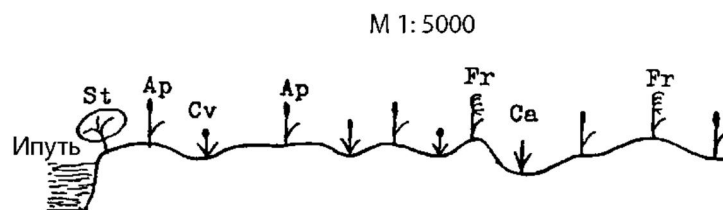


Рис. 5. Экологический профиль через пойму реки Ипуть в среднем течении.

ТТК Болотномятlikово-луголисохвостовый, вариант типичный.

St - ивняк трехтычинковый, Ap - Болотномятlikово-луголисохвостовый, Fr - Красноовяницевая модификация, Ca - Остроосоковый, Cv - Лисьеосоковая.

М 1: 10 000

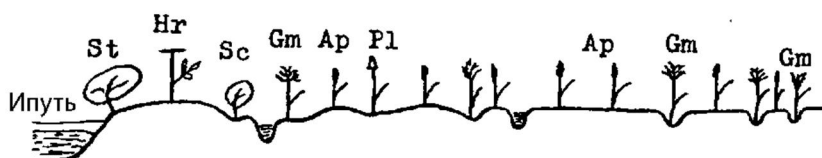


Рис.6. ТТК Болотномятlikово-луголисохвостовый, вариант большеманниковый.

St - ивняк трехтычинковый, Hr - Борщевиково-лисохвостовый, Sc - Ивняк пепельный, Ap - Болотномятlikово-луголисохвостовый, Gm - Большеманниковый, Pl - Двукисточниковый, Lr - Болотномятlikово-луголисохвостовый вязолистолабазниковая.

Бекманиевый ТТК

Диагностируется одноименной ассоциацией. В составе ТТК 9 типов (рис. 7.) Характерен для не мелиорируемых пойм низкого уровня. Характерны типы Болотномятlikово-луговолисохвостовый и Остроосоковый. ТТК распространен в пойме реки Ипуть в среднем и нижнем течении, но не занимает больших площадей.

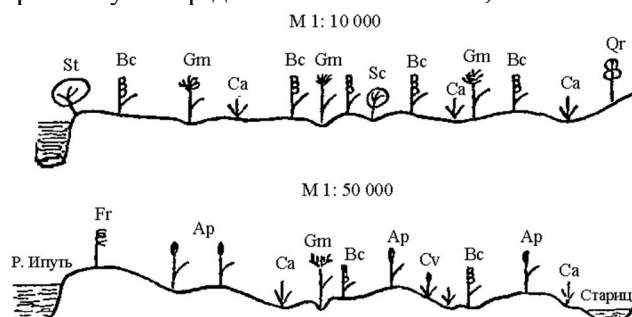


Рис. 7. Экологический профиль через пойму р. Ипуть, ТТК Бекманиевый.

Типы лугов: Fg - Красноовсяницевая модификация, Ap - Болотномятликово-луголисохвостовый, Ca - Остроосоковый, Bc - Бекманиевый Gm - Большеманниковый, Cv - Лисеосоковый, St - Ивняк трехтычинковый, Qr - Дубовый лес.

Рекомендации по использованию ТТК. Использовать в существующем состоянии как сенокосное угодье. Поверхностное улучшение экологически не оправдано.

Двукисточниковый ТТК

Диагностируется одноименным типом, который широко распространен на участках пойм низкого уровня. Представлен двумя вариантами. Вариант типичный объединяет 10 типов и одну модификацию. На участках мелиорированных пойм увеличение площадей диагностирующего типа идет за счет сокращения площадей остроосоковых лугов.

Вариант высокоосоковый (рис. 8) характерен для сильно заболоченных, не мелиорированных пойм. В составе варианта отмечено 6 типов, чему способствует сильная обводненность местообитаний.

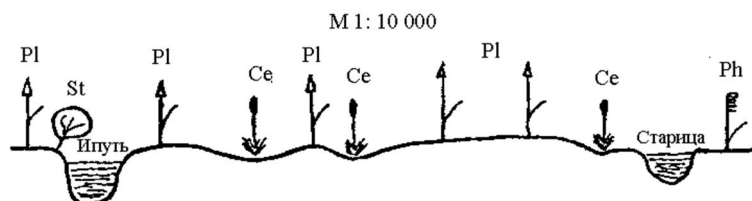


Рис. 8. Экологический профиль через пойму р. Ипуть.

ТТК Двукисточниковый, вариант высокоосоковый. Типы лугов: Ph - Тростниковый, Pl - Двукисточниковый, Ce - Высокоосоковый, Gm - Большеманниковый. As - Ситниково-побегообразующеполевичный, Ac - Аировый, St - Ивняк трехтычинковый, Sc - Ивняк пепельный.

Рекомендации по использованию ТТК. Использовать как сенокосное угодье в существующем состоянии без поверхностного или коренного улучшения. Выпас из-за переувлажнения почвы не проводить. При дождливом лете возможно сенокосения только в ручную.

Тростниковый ТТК

Диагностируется одноименной ассоциацией, которая занимает доминирующее положение среди других синтаксонов. В ее состав входит 10 синтаксонов. Сопоставление профилей различных пойм (рис. 9) дает основание выделить Аировый (*Acorus calamus*) вариант для пойм средних и мелких рек. ТТК распространен по участкам пойм низкого уровня, мелководьям

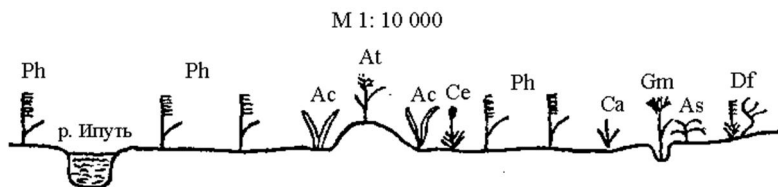


Рис. 9. Экологический профиль через пойму реки Ипуть в среднем течении.

ТТК Тростниковый, вариант аировый.

Ph - Тростниковый, Ac - Аировый, C - Высокоосоковый, Ca - Остроосоковый, Gm - Большеманниковый, At - Полынно-очитково-тонкополевичный, As - Ситниково-побегообразующеполевичный, Df - Щучково-плавающиманниковый.

Комплекс болотистых лугов, Распространен на отдельных участках пойм. Имеет большое водоохранное значение. Любой вид улучшения с экологической точки зрения нецелесообразен.

Заключение

Установленные ТТК достаточно информативны для разработки рекомендаций по их рациональному использованию и охране. В территориальном комплексе четко показаны доминирующие и содоминирующие типы кормовых угодий, на которые будет ориентироваться специалист при планировании культуртехнических мероприятий. ТТК могут служить составлению картограмм, при помощи которых в простой и наглядной форме выделяются его производственно важные особенности или культуртехническое состояние, целесообразный и фактический период использования и охраны.

Results of classification of flood plain meadow of the river of Iput within Bryansk (Russia) and Gomel (Belarus) of areas are resulted. On basis sigama-sintaksonomii 9 types of territorial complexes (TTC) meadows are established. TTC are informative enough for working out of recommendations about their rational use and protection.

The key words: *simphytosociologie, sigma-association, an ecological number, meadow type, a territorial complex of types of meadows.*

Список литературы

1. Булохов А. Д. травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Изд-во БГУ, Брянск, 2001. 296с.
2. Булохов А. Д. Типология лугов Брянской области . РИО БГУ, Брянск 2009. 219 с.
3. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем. В кн.: Геоботаническое картографирование. Л., 1972. С.3-17.
4. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
5. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. 3. Aufl. Wien, N.-Y., 1964. 865 S.
6. Gehu J. - M. Le concept de sigmassociation et son application letunde paysage vegetal des falaises atlantiques francaises // Vegetatio, 1977, Vol., 34. P. 117-195.
7. Tüxen R. Sigmassoziationen mitteleuropaischer Flussfaler und Bemerkungen zur Systemen derselben. In: Tüxen R. (Red.) Assoziationskomplexe (Sigmeten) // Bert. Intern. Symp. in Rientaln. Vaduz, 1978. S. 273-285.

Об авторе

Булохов А.Д.- доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Харин А.В. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

УДК581.526.425:(581.9)

СООБЩЕСТВА *RUMEX THYRSIFLORUS* FINGER НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Д. Булохов, А. А. Кузьменко

Методом Браун-Бланке установлена новая ассоциация: *Trifolio arvensi–Rumicetum thyrsoflori* и субассоциация *helichrysetosum arenarii* на залежах различного возраста в северо-западной части Брянской области. Определены их синэкологические амплитуды по влажности, кислотности и обеспеченности азотом почвы. По составу ценофлор установленная ассоциация отличаются от их аналогов в Западной и Центральной Европе.

Ключевые слова: метод Браун-Бланке, моренные равнины, класс *Molinio–Arrhenathereta*, Брянская область.

Rumex thyrsoflorus Fingerh – евроазиатский, субконтинентальный, светолюбивый вид, индикатор теплых местообитаний, произрастающий на сухих и свежих, бедных азотом почвах.

В определителях (П. Ф. Маевский 2006; А. Д. Булохов, Э. М. Величкин 1998; А. Г. Еленевский, В. И. Радыгина 1997) [1, 2, 3] и геоботанических описаниях травяной растительности (А. Д. Булохов 2001, 2009) [4, 5] обычно указывается *Rumex acetosa* L. Но в ходе флористико-геоботанического обследования было установлено, что *Rumex acetosa* - очень редкий вид на территории Брянской области. Широко распространен во всех луговых травостоях *Rumex thyrsoflorus*.

Методика работы.

В ходе флористико-геоботанического обследования Клетнянского, Рогнеденского и Дубровского районов Брянской области были выполнены геоботанические описания сообществ залежей, на которых доминировал *Rumex thyrsoflorus*.

Описание обществ проведено по методике принятой в направлении Браун-Бланке. Обилие-покрытие видов дано по комбинированной шкале Браун-Бланке [6]. Экологические амплитуды по влажности, кислотности и обеспеченности минеральным азотом почвы определены по оптимальным шкалам Н. Ellenberg et al. [7]. Флористический состав установленных сообществ приведен в табл. 1. Арабскими цифрами указано обилие-покрытие по шкале Браун-Бланке, римскими цифрами в таблице указан класс постоянства. Латинские названия растений даны по сводке А.С. Черепанова [8].

Установлены два новых синтаксона для северо-запада Брянской области. Ниже дается их характеристика.

Ассоциация *Trifolio arvensi–Rumicetum thyrsoflori* acc. nov. hoc loco

Номенклатурный тип (holotypus) – оп. 11, табл. 1.

Диагностические виды ассоциации: *Rumex thyrsoflorus*, *Trifolium arvense*.

Флористический состав. Облик травостоя определяет *Rumex thyrsoflorus*, придающий ему красновато-бурый аспект. На этом фоне константны и обильны *Equisetum arvense*, *Trifolium arvense*. Доминируют типичные растения гликофитных лугов: *Achillea millefolium*, *Poa*

angustifolia, *Campanula patula*, *Centaurea jacea*. Изредка встречаются *Agrostis capillaries*, *Festuca rubra*, *Galium mollugo*.

Характерна группа сопровождающих их ксерофильных видов: *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Jasione montanum*, *Trifolium arvense* (табл. 1). В зависимости от возраста залежи в травостое присутствует поросль *Betula pendula* высотой от 0,5 до 1,5 м.

В сообществах ассоциации на 16 пробных площадях зарегистрировано 85 видов сосудистых растений. Число видов на площади 100 м² варьирует от 13 до 30 (в среднем 22).

Экология. Сообщества ассоциации распространены по возвышенным участкам на пологоволнистых моренных, зандровых и морено-зандровых равнинах на средневлажных (4,6), умеренно кислых (5,9), умеренно богатых азотом (4,3) песчаных почвах. Площади, занимаемые сообществами ассоциации, варьируют от 0,5 до 2 – 3 га.

Ценофлору синтаксона формируют характерные виды трёх классов. Ведущее положение занимают виды класса *Molinio–Arrhenathereta*, их доля в составе ценофлоры 35,2%, степень участия характерных видов класса *Artemisietea vulgaris* Lohmayer et al. ex Rochow 1951– 30,5% и видов класса *Koelerio–Coryneporetea* Klika in Klika et Novak 1941 – 14,2 %.

В составе ассоциации установлено 2 субассоциации.

Субассоциация *Trifolio arvensi–Rumicetum thyrsoflori helichrisetosum arenarii* subass.nov. (номенклатурный тип субасс. оп. 3, табл. 1). Д. в. *Helichrysum arenarium*, *Jasione montanum* (табл. 1). Сообщества субасс. занимают возвышенные участки на полого-волнистых зандровых равнинах с сухими песчаными почвами. Субассоциация *typicum* (номенклатурный тип субасс. оп. 8, табл. 1) своих диагностических видов не имеет.

Синтаксономическое положение ассоциации и западноевропейские аналоги

Ранее для северных областей Германии указана асс. *Chysanthemo–Rumicetum thyrsoflori* Walth. in Tx. 1955 ex Walth.1977 (Oberdorfer, 1994) [9]. Следует отметить, что коэффициент флористической общности Сьеренсена между ними составляет лишь 0.35.

Таблица 1

Trifolio arvensi–Rumicetum thyrsoflori acc. nov. hoc loco

Номера описаний	1	2	3	4	5	6	7	6ш	8ш	216	347	8	1кп	2кп	3кп	9ш	КП
Номера описаний таблицы	1	2	3	4	5	6	7	13	14	15	16	8	9	10	11	12	
ОПП, %	90	85	90	90	90	80	80	90	90	75	80	90	98	90	80	95	
Количество видов	20	15	18	27	30	20	21	13	24	19	20	29	24	21	19	23	
Д. в. асс. <i>Trifolio arvensi–Rumicetum thyrsoflori</i>																	
<i>Rumex thyrsoflorus</i>	4	5	5	1	2	3	2	2	4	3	3	4	3	3	2	2	V
<i>Trifolium arvense</i>	2	2g	1	2g	1	+	2	+		+	1	1	r	+	+		V
Д. в. субасс. <i>helichrisetosum arenarii</i>																	
<i>Helichrysum arenarium</i>	+	1	+	+	+	r	+	+	+	+	+						IV
<i>Jasione montana</i>	+	+	+	+	r	+	+		+	r	+						IV
Д. в. союза <i>Arrhenatherion elatioris</i> , порядка <i>Arrhenatheretalia</i> и класса <i>Molinio–Arrhenatheretea</i>																	
<i>Achillea millefolium</i>				1	+	+	+	1		+	+	+	1	1	1	1	IV
<i>Poa angustifolia</i>	+		+	+	1		+	2	+	1	+					+	IV
<i>Campanula patula</i>				+	+	r	+			+		r				r	III
<i>Galium mollugo</i>				+	+		1			r	+		+			1	III
<i>Veronica chamaedrys</i>						+	+	1	+	+		r			+	1	III
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			r			2	r			+	+	r					II
<i>Festuca rubra</i>	+			g					+		r	r				+	II
<i>Senecio jacobaea</i>	r			r			+		+				+			r	II
<i>Ranunculus acris</i>					r				+			r		+	+	1	II
<i>Plantago lanceolata</i>				r					+			+	+	1			II
<i>Phleum pratense</i>				r					r			+				r	II
<i>Centaurea jacea</i>			r	+	r		r				r			+	r		II
<i>Cerastium holosteoides</i>					1	+											II
<i>Lotus corniculatus</i>				+	r					+	+						II
<i>Amoria hybrida</i>				r						+		+				+	II
<i>Trifolium pratense</i>								r	+		r		1	1			II
<i>Pimpinella saxifraga</i>									+				+	+	+	+	II
<i>Agrostis tenuis</i>				+	+	+											I
<i>Knautia arvensis</i>									r				+				I
<i>Dactylis glomerata</i>						r									+	1	I
<i>Leontodon autumnalis</i>													r		r		I
<i>Stellaria graminea</i>												r		+	+		I

Д. в. класса *Koelerio–Coryneporetea*

<i>Artemisia campestris</i>	r	+	+		r					r		r	+	1			III
<i>Potentilla argentea</i>			+	+	r					r							II
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+	+	+														I
<i>Chrysopsis aurea</i>					+	+					r	+		r			I
<i>Acetosella multifida</i>				+			+										I
<i>Pilosella officinarum</i>			+	g			+										I
<i>Thymus ovatus</i>														+	+		I
Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>																	
<i>Equisetum arvense</i>	+	+	+	1	2	+	+	1	+	r	r	3				+	V
<i>Myosotis arvensis</i>	+	+	+	+	+		+			+	r	+	1	2			IV
<i>Melandrium album</i>	r	+		r	+				+				+	+	r		III
<i>Artemisia vulgaris</i>	r			+				r	+				+	+		+	III
<i>Phalacroloma annua</i>	1		+	2	1	+	1			+	1	1					III
<i>Hypericum perforatum</i>	+			r	+	+	g		2	+	+	2				+	III
<i>Conyza canadensis</i>	1	+	+		+	1	+					+					III
<i>Oenothera rubricaulis</i>	r	r		r					1								II
<i>Betula pendula</i> h 05m. 1.5			r		+		r					r					II
<i>Berteroa incana</i>		r	+					r			r		+				II
<i>Phalacroloma septentrionalis</i>								4	2					+	+	1	II
<i>Viola arvensis</i>	+	+			r	+											II
<i>Vicia tetrasperma</i>			+	+	+					1						+	II
<i>Galeopsis tetrahit</i>		r			r	r											I
<i>Chenopodium album</i>													+	+	+		I
<i>Mentha arvensis</i>					+						+	+					I
<i>Epilobium tetragonum</i>					r				+							1	I
<i>Carex hirta</i>															+	+	I
<i>Oberna behen</i>													+	+	+		I
<i>Daucus carota</i>													+			r	I
<i>Rumex crispus</i>	r				r							+					I
<i>Campanula rotundifolia</i>				+	g						+	+					I
<i>Elytrigia repens</i>													1	+	1		I
<i>Artemisia absinthium</i>					r								+	+			I

Единично встречены: *Filago arvensis* 2 (+); *Setaria glauca* 6 (+); *Dianthus deltoideus* 1 (r); *Calamagrostis epigeios* 7 (+); *Medicago lupulina* 8 (+); *Carlina biebersteinii* 8 (r); *Stellaria graminea* 8 (r); *Tanacetum vulgare* 8 (r); *Trifolium medium* 8, 13 (+); *Gnaphalium sylvaticum* 8(+); *Rhinanthus minor* 6, 7 (r); *Prunella vulgaris* 9 (r); *Leucanthemum ircutianum* 10 (r); *Agrostis gigantea* 12 (+); *Erigeron acris* 14 (r); *Cirsium arvense* 9 (r); *Oenothera biennis* 14 (1); *Clinopodium vulgare* 12 (+); *Erodium cicutarium* 10 (r); *Agrimonia eupatoria* 9 (r); *Lycopus europaeus* 9 (r); *Solidago virgaurea* 14 (r); *Luzula multiflora* 14 (+).

Примечание: g – вид распространен мелкими пятнами.

1 - 15.09.12 У д. Красная пристань Клетнянского района. Слабопологий склон; 2 - 15.09.12 у д. Красная пристань Клетнянского района. Краевая наклонная поверхность; 3 - 15.09.12; у д. Красная пристань Клетнянского района. Верхняя часть слабопологого склона; 4 - 16.09.12 у д. Ширковка Клетнянского района. Полого-волнистая равнина; 5 -16.09.12 у д. Ширковка Клетнянского района. Плато на пологоволнистой равнине; 6 - 16.09.12; у д. Ширковка Клетнянского района. Приподнятый участок на пологоволнистой равнине; 7 - 16.09.12 у д. Ширковка Клетнянского района. Возвышенный участок на пологоволнистой равнине; 8 - 16.09.12 у д. Ширковка Клетнянского района. Возвышенный участок на пологоволнистой равнине; 9 - 16.09.12 у д. Ширковка Клетнянского района. Плато на пологоволнистой равнине; 10 – у д. Красная пристань Клетнянского района; 11 - у д. Красная пристань Клетнянского района; 12 – у д. Красная пристань Клетнянского района; 13 - 15 - у д. у д. Ширковка Клетнянского района; 14 - у д. Ширковка Клетнянского района; Ротовское Рогнединского района. Возвышенный участок на пологоволнистой равнине 12.07.11; 16 – у д. Суловка района. Верхняя часть слабопологого склона 18.08.12.

Braun-Blanquet method established a new association: *Trifolium arvensi* — *Rumicetum thyrsoflori* and subsocietia *helichrisetosum arenarii* on deposits of various ages in the north-western part of the Bryansk region. Defined their synecological amplitude of humidity, acidity and nitrogen availability of soil. In composition tsenoflor established association are different from their counterparts in Western and Central Europe.

The key word: Braun-Blanquet approach, association, moraine plains, vegetation forest edges, Bryansk region.

Список литературы

1. П. Ф. Маевский. Флора средней полосы европейской части России. Москва: КМК, 2006 600.
2. Булохов, А. Д. Определитель растений Юго-западного Нечерноземья России / А. Д. Булохов, Э. М. Величкин. Изд-е 2-е, доп. Брянск: Изд-во БГУ, 1998. 380
3. Еленевский А. Г., Радыгина В.И. Определитель сосудистых растений Орловской обла-

сти. Орел: Труд, 1997. 208с.

4. Булохов А.Д. 2001.Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья. Брянск. 296 с.
5. Булохов А. Д. Типология лугов Брянской области. Брянск: РИО БГУ, 2009. 219
6. Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Wien. New York. 865 S.
7. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulßen D. 1992. Zeigewerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica. Vol. 18. 2. Aufl. 258 S.
8. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
9. Oberdorfer E. Pflanzensociologische Exursionsflora. 7.Auflage. Stetdort: Ulmer . 1994. 1050 S.

Об авторах

Булохов А.Д. –доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского, kafbot2002@mail.ru.

Кузьменко А. А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского, Kuzmenko-Alexandr@yandex.ru

УДК 612.821

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРАБИДОКОМПЛЕКСА ЛУГОВЫХ АССОЦИАЦИЙ КРАТКОПОЕМНЫХ ЛУГОВ ЮГО-ЗАПАДА РОССИИ

Н.А. Булохова

Проведено исследование карабидокомплекса в пределах ряда ассоциаций короткопоемных лугов. Приведены данные о видовом составе в пределах различных растительных ассоциаций, структуре доминирования жуужелиц. На примере доминантного комплекса рассмотрены особенности экологической структуры, спектра жизненных форм.

Ключевые слова: *Carabidae, короткопоемные луга, ассоциация, доминантный карабидокомплекс, биотопический преферендум, жизненные формы, динамика активности жуужелиц.*

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется изучению почвенной мезофауны, особенно представителей семейства жуужелицы в пойменных биотопах. При этом, как правило, почвенно-растительные условия характеризуются обобщенно: луг, лес, затопляемый участок поймы и т.п. [6,7]. В последнее время все большее значение принимают исследования комплексов насекомых в пределах растительных ассоциаций, выделенных по методике Браун – Бланке [9] которые являются маркерами экосистем. Это позволяет дать наиболее полную оценку в пределах той или иной экосистемы. В наших работах по выявлению карабидокомплексов луговых ассоциаций была использована эколого-флористическая классификация травяной растительности, разработанная А.Д. Булоховым [1]. Ряд работ по исследованию карабидокомплекса на пойменных лугов на территории Брянской области был уже ранее опубликован [2, 3, 4]. Вместе с тем, не были отмечены особенности карабидокомплекса для короткопоемных лугов, по материалам полевых исследований в 2009-2012 годах.

Методика исследований

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 биоценологических комплексов жуужелиц 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 [10]. К доминирующим отнесены виды, численное обилие которых составляло 5% и более от всех отловленных экземпляров жуужелиц в пределах каждой растительной ассоциации, к субдоминирующим - с обилием от 2 до 5%, к редким - с обилием менее 2%. Спектр жизненных форм составлен в соответствии с системой жизненных форм имаго жуужелиц, разработанной И.Х.Шаровой [8]. Этот обзор позволяет оценить степень избирательности жуужелиц при распределении в растительных ассоциациях с различными почвенно-растительными условиями и выявить индикаторные возможности, как отдельных видов жуужелиц, так и всего карабидокомплекса в целом.

Карабидокомплексы ассоциаций короткопоемных лугов

В поймах малых все 3 элемента поймы, характерные для крупных рек, не всегда хорошо развиты: приустьевая и притеррасная части поймы обычно имеют ширину от 5 до 6м; наибольшую площадь составляет центральная часть. Структура населения жуужелиц была исследована в 3 ассоци-

ациях, которые также образуют экологический ряд по градиенту влажности. Названия ассоциаций даны в соответствии с международным "Кодексом фитосоциологической номенклатуры"[5] При выделении ассоциаций были использованы материалы геоботанических исследований растительности Южного Нечерноземья [1]. Подобный подход, опирающийся на фитосоциологические данные всего вегетативного комплекса, был впервые применен Ф. Титце [11] при исследовании структуры населения жужелиц луговых угодий в Германии.

1. Ассоциация Болотнободяково - вязолистнолабазниковая *Cirsio palustris* - *Filipendulum ulmariae* Bulokhov 1990

Сообщества ассоциации занимают притеррасные низины в поймах малых рек на сырых (8.4), слабокислых (5.4), со средним содержанием минерального азота (4.9) болотных иловато-перегнояно-глеевых почвах. Диагностические виды ассоциации: *Cirsium palustris* - бодяк болотный, *Filipendula ulmaria* - лабазник вязолистный, *Geranium palustre* - герань болотная. Общее проективное покрытие - 100%, средняя высота травостоя - 90-95 см. Характер использования: не используется.

В данной ассоциации отмечено 29 видов жужелиц из 16 родов. Средняя уловистость - 2.1 экз./10 л.-с. $H=1.87$.

Доминируют: *Eraphius rivularis* (47.6%), *Oodes helopioides* (22.3%), *Agonum fuliginosum* (5.5%). Субдоминируют: *Pterostichus diligens* (4.2%), *Leistus ferrugineus* (4.2%).

По биотопическому преференту карабидокомплекс данной ассоциации относится к 8 экологическим группам (табл. 6, № 7). В видовом отношении наиболее разнообразны лесоболотная (24.1%) и болотная (20.7%) группы; по численности преобладают виды лесной группы (52.4%), что характерно для большинства луговых ассоциаций, расположенных в поймах малых рек лесной зоны. Повышенная влажность почвы делает невозможным присутствие видов лугово-степной и степно-полевой групп.

В спектре жизненных форм преобладают зоофаги (7 групп), составляющие 86.3% видового и 98.7% численного обилия. Наиболее разнообразны группы поверхностно-подстильных и подстильных форм, причем последние составляют по численности большую половину всего населения жужелиц (61.3%). Это обусловлено наличием как значительного слоя подстилки, т.к. участок не используется в хозяйственной деятельности, так и высоким уровнем грунтовых вод, которые препятствуют распространению почвенных форм. Поэтому группа подстильно-почвенных форм в данном биотопе имеет самую низкую численность среди всех пойменных лугов (1.7%). Численность миксофитофагов, представленных одной группой (геохортобионты) не велика (1.2%).

Сезонная динамика активности определяется доминантными видами с весенним (*O. helopioides*, *A. fuliginosum*) и летне-осенним (*E. rivularis*) типами сезонного размножения. Начинается с 1 декады мая, непосредственно после стаивания слоя льда; первый подъем активности приходится на 1-2 декады июня, в основном за счет *O. helopioides*. Наибольшая активность в биотопе отмечена в 3 декаде июля (*E. rivularis* и *A. fuliginosum*, причем для последнего отмечено появление с 3 декады июня). Минимальная активность отмечена в 3 декаде сентября; после поднятия уровня грунтовых вод к 1 декаде октября прекращается.

2. Ассоциация Тминно-щучковая - *Caro carvi* - *Deschampsietum caespitosae* Bulokhov 1990

Сообщества ассоциации распространены на свежих (5.2), умеренно кислых (4.9), со средним содержанием минерального азота (5.1) дерновых, намытых суглинистых почвах. Диагностические виды: *Deschampsia caespitosa* - щучка дернистая, *Carum carvi* - тмин обыкновенный, *Carex hirta* - осока коротковолосистая, *Juncus compressus* - ситник сплюснутый. Общее проективное покрытие - 90%, средняя высота травостоя - 12 см. (при пастбе); до 48 см - при сенокосно-пастбищном использовании. Характер использования: сенокосно-пастбищное угодье.

В данной ассоциации отмечено 29 видов жужелиц из 17 родов. Средняя уловистость - 5.0 экз./10 л.-с.

Доминируют: *Poecilus versicolor* (43.0%), *Eraphius rivularis* (20.5%), *Pterostichus melanarius* (7.0%). Субдоминируют: *Eraphius secalis* (4.5%), *Clivina fossor* (2.8%), *Amara communis* (2.6%).

По биотопическому преференту карабидокомплекс данной ассоциации относится к 8 экологическим группам. В видовом отношении наибольшего разнообразия достигает лугово-полевая (27.6%), а также лесная и лесо-болотная группы (по 24.1%). По численности преобладают лугово-полевая и лесная группы (51.5% и 33.3% соответственно). В спектре жизненных форм преобладают зоофаги (6 групп), составляющие 75.9% видового и 94.8% численного обилия. Среди зоофагов наиболее разнообразны в видовом отношении подстильные (34.6%) и поверхностно-подстильные формы (24.1%); по численности преобладают подстильно-почвенные (51.8%), а также подстильные формы (35%). Регулярный выпас способствует отсутствию в биотопе группы поверхностных форм - эпигеобионтов. Среди миксофитофагов (2 группы), численность которых минимальна, наиболее разнообразна в видовом отношении группа геохортобионтов. Сезонная динамика активности определя-

ются доминантными видами с весенним (*P. versicolor*), осенним (*E. rivularis*) и мультисезонным (*P. melanarius*) типами сезонного размножения. Начинается со 2 декады апреля, заканчивается к 1 декаде октября. В связи с интенсивным выпасом активность жужелиц подвержена значительным колебаниям. Также определенное влияние оказывает проведение сенокоса в 1 декаде июля.

3. Ассоциация Тонкополевично-щучковая - *Agrostio tenuis* - *Deschampsietum caespitosae* Bulokhov 1990

Сообщества ассоциации распространены в поймах малых рек. Диагностическими видами являются полевика тонкая - *Agrostis tenuis* и щучка дернистая - *Deschampsia caespitosa*. Используется как сенокосно-пастбищное угодье. В обследованном районе данная ассоциация представлена двумя вариантами: - **Variant typica (3.1)** и - **Variant *Rumex confertus* (3.2)**

3.1 *Agrostio tenuis* - *Deschampsietum caespitosae* - Тонкополевично-щучковая, типичный вариант

Сообщества варианта распространены в центральной пойме малых рек на свежих (5.1), кислых (4.1), со средним содержанием минерального азота (4.3) аллювиальных дерновых слоистых супесчаных почвах. Общее проективное покрытие - 95%, средняя высота травостоя - 55 см. Характер использования: пастбищное угодье.

В пределах варианта отмечено 23 вида жужелиц из 14 родов. Средняя уловистость - 2.1 экз./10 л.-с.

Доминируют: *Poecilus versicolor* (47.0%), *Eraphius secalis* (30.9%). Субдоминируют: *Pterostichus nigrita* (4.5%), *Loricera pilicornis* (2.5%), *Amara lunicollis* (2.5%), *Pterostichus vernalis* (2.3%).

По биотопическому преференту карабидокомплекс данного варианта относится к 7 экологическим группам. По числу видов наиболее разнообразны (по 26.1%) лесоболотная и луговополевая группы, причем виды последней составляют половину всего населения жужелиц данного биотопа (51.8%). Второе место по численности занимают виды лесной группы (30.9%).

В спектре жизненных форм преобладают зоофаги (4 группы), составляющие 82.6% видового и 95.7% численного обилия. Среди зоофагов в видовом отношении наиболее разнообразны поверхностно-подстилочные (39.2%), численность которых не велика (5.1%) и подстилочные формы (21.7%), составляющие 37.1% численного обилия. Доминирующее положение по численности принадлежит подстильно-почвенным формам (52.7%). Миксофитофаги представлены 1 группой (геохортобионты), численность которой не велика (4.3%).

Сезонная динамика активности определяется доминантными видами с весенним (*P. versicolor*) и летне - осенним (*E. secalis*) типами размножения. Наибольшая активность отмечена во 2 половине июня и 2 половине августа, а ее прекращение наблюдается к 1 декаде ноября.

3.2. Тонкополевично-щучковая, конскощавелевый вариант

Сообщества варианта распространены в центральной части поймы малых рек, где занимают относительно пониженные участки в средних условиях увлажнения (6.0), на слабокислых (4.8), со средним содержанием минерального азота (5.0) дерновых слоистых супесчаных почвах. Диагностические виды варианта: *Rumex confertus* – щавель конский, *Carum carvi* - тмин обыкновенный, *Carex hirta* - осока коротковолосистая. Общее проективное покрытие - 90%, средняя высота травостоя - 52 см.

В пределах варианта отмечено 22 вида жужелиц из 14 родов. Средняя уловистость - 4.1 экз./10 л.-с. $H=1.17$

Доминируют: *Poecilus versicolor* (73.8%), *Eraphius secalis* (9.5%). Субдоминируют: *Amara communis* (3.4%), *Calathus melanocephalus* (3.0%).

По биотопическому преференту карабидокомплекс данного варианта относится к 7 экологическим группам. Наблюдается сходное с типичным вариантом соотношение наиболее разнообразных групп по видовому обилию - лесоболотная - 27.3%, лугово-полевая - 31.8%. По численному обилию доминирующее положение занимает лугово-полевая группа - 83.4%.

В спектре жизненных форм доминируют зоофаги (4 группы), составляющие 68.2% видового и 92.0% численного обилия. По сравнению с типичным вариантом происходит уменьшение подстильных (до 13.6%) и увеличение подстильно-почвенных форм (75.9%).

Сезонная динамика активности жужелиц в данном биотопе, в отличие от типичного варианта, характеризуется более высокой активностью в весенний (пик активности - в 3 декаде мая) и меньшей – в осенний период.

Research karabidokpmplex within a number of vegetative associations flood pain meadows is conducted. The data about specific structure within various vegetative associations, dominance structure karabidokpmplex species is cited. On an example of dominance complex features of ecological structure, a spectrum of vital forms are considered.

The key words: Carabidae, flood pain associations, dominance karabidokpmplex, vital forms, dynamics of activity karabidokpmplex species.

Список литературы

1. Булохов А.Д. травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск, РИО БГУ, 2001. 296 с.
2. Булохова Н.А. Эколого-фаунистическая характеристика населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в гидросерии луговых сообществ. // Экология и охрана окружающей среды, Тез. докл. 2-й между нар. научно-практ. конф. (12-15 сентября) 1995а, ч. 1, 25-26.
3. Булохова Н.А. Эколого-фаунистическая характеристика жужелиц (Coleoptera, Carabidae) луговых экосистем. // Фауна и экология жужелиц лугов на Юго-Западе России, Брянск, 1995, 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. Кодекс фитосоциологической номенклатуры, Изд. 2-е. // Бюлл. МОИП, отд. биол., 1988, 93, 6, 112-130.
6. Матвеев В.А., Помряскинская Н.А. К изучению почвенной фауны лугов Марийской АССР. // Уч. зап. фак-та естествозн. Мар. педин-та, Йошкар-Ола, 1969, 51-68.
7. 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, 46-47.
8. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц. М., 1981, 1-360.
9. Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. 3. Aufl. Wien. N.-Y. 1964. 1-865.
10. Renkonen O. Statisch-okologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. // Ann. Zool. Soc. Zool.- Bot. Fenn. Vanamo. 1938. 6. 1-231.
11. Tietze F. Zur Ökologie, Soziologie und Phanologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) des Grünland in Suden der DDR. 5 Teil (Schl.). Zur Phanologie der Carabiden des untersuchten Grünlandes // Hercynia. 1974. 11. 1. 47-68.

Об авторе

Булохова Н. А.- кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и анатомии БГУ

УДК 591.543

**ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛУГОВЫХ ВИДОВ ДНЕВНЫХ БУЛАВОУСЫХ
ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA) НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ
ОБЛАСТИ В 2011 – 2013 ГГ.**

С.С. Голощапова, И.Л. Прокофьев

Основываясь на важной роли бабочек как индикаторов состояния экосистемы, необходимо проводить долговременные наблюдения за численностью популяций бабочек. Цель данной работы – оценить динамику численности луговых дневных бабочек в Брянской области в 2011-2013 гг. Для анализа полученных данных использовалась компьютерная программа TRIM. Полученные на данном этапе результаты свидетельствуют о снижении численности луговых видов бабочек на территории Брянской области в течение изучаемого периода.

Ключевые слова: бабочки, Брянская область, TRIM, популяция, динамика.

Бабочки выступают важнейшим компонентом биоразнообразия, и из-за их высокой чувствительности к изменениям в окружающей среде многие виды стали весьма уязвимы [3, р. 275; 4, р. 201; 5, р. 2165; 6, р. 1553; 11, р. 415]. Ряд исследований демонстрирует сокращение популяций некоторых видов бабочек, обитающих на территории Европы, вследствие изменения их местообитаний [7, р. 68; 12, р. 105-136; 15, р. 542] Отмечая важную роль бабочек как индикаторов состояния экосистемы [8, р. 1563; 9, р. 348] и их высокую чувствительность к изменениям местообитаний по сравнению с другими группами биоиндикаторов [10, р. 415], необходимо проведение долговременных наблюдений за численностью популяций бабочек.

Цель данной работы – оценить динамику численности луговых дневных бабочек в Брянской области в 2011-2013 гг.

Материалом для данной статьи послужили сборы авторов, которые проводились на территории Брянской области с использованием метода учета дневных чешуекрылых на трансектах [13, р. 5-9] в 2011-2013 гг. В качестве объекта изучения были определены виды бабочек, для которых луга являются одним из ведущих местообитаний на территории Европы [14, р. 3]. Были выделены две группы видов, включающие 8 видов (названия видов приведены согласно сводке А.Л. Львовского и Д.В. Моргуна [2, с. 23-126]):

1. широко распространенные виды: толстоголовка лесовик *Ochlodes sylvanus*, зорька обыкновенная *Anthocharis cardamines*, червонец пятнистый *Lycaena phlaeas*, голубянка Икар *Polyommatus icarus*, сенница Памфил *Coenonympha pamphilus*, крупноглазка воловий глаз *Maniola jurtina*.

2. специализированные виды: бурокрылка Тарет *Erynnis tages* и голубянка лесная *Cyaniris semiargus*.

Для анализа полученных данных и выявления динамики использовалась компьютерная программа TRIM (TRends and Indexes for Monitoring data) [16, p. 2]. Программа используется для анализа количественных данных, полученных во время мониторинговых популяционных исследований. Используя пуассоновскую регрессию, она позволяет оценить не только годовые индексы, но и выявить тенденцию изменения данных индексов: увеличивается или снижается численность изучаемого вида в определенный период. В данной работе использовалась модель линейного тренда для оценки тенденции изменения численности луговых бабочек в Брянской области.

Годовые индексы (I_i), вычисленные для каждого вида луговых бабочек представлены в таблице 1. Год начала исследований – 2011, он берется за основу, относительно которой вычисляются индексы, поэтому $I_{2011} = 1,00$.

Таблица 1

Годовые индексы для луговых видов бабочек

Вид	I_{2011}	I_{2012}	I_{2013}
<i>Ochlodes sylvanus</i>	1,00	1,64	0,60
<i>Anthocharis cardamines</i>	1,00	1,06	0,62
<i>Lycaena phlaeas</i>	1,00	0,56	0,00
<i>Polyommatus icarus</i>	1,00	0,30	0,62
<i>Coenonympha pamphilus</i>	1,00	1,14	0,88
<i>Maniola jurtina</i>	1,00	0,31	0,36
<i>Erynnis tages</i>	1,00	0,50	0,56
<i>Cyaniris semiargus</i>	1,00	0,40	0,27

Информация о динамике численности восьми видов луговых дневных чешуекрылых представлена на рис 1-3.

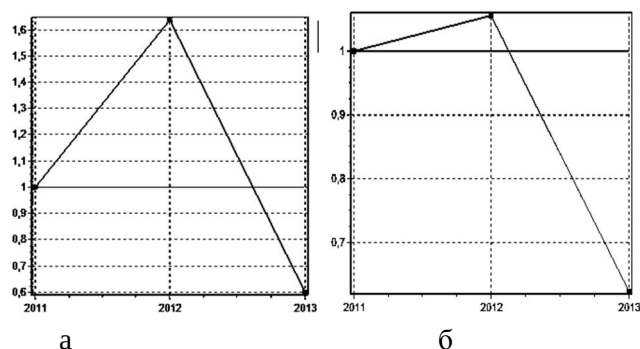


Рисунок 1. Динамика численности луговых видов бабочек:

а) *Ochlodes sylvanus*; б) *Anthocharis cardamines*.

По оси X представлены года, по оси Y – значения годовых индексов.

Для видов толстоголовка лесовик (рис.1а) и зорька обыкновенная (рис. 1б) тенденция определяется как неясная на протяжении исследуемого периода. Голубянка лесная (рис. 2а) показывает тенденцию к резкому сокращению к 2013 г ($p < 0,01$), но по данным [15, p.16] тенденция изменения численности данного вида в Европе представлена как неясная.

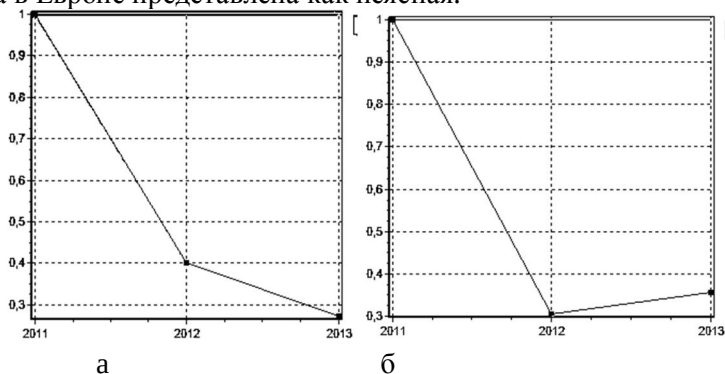


Рисунок 2. Динамика численности луговых видов бабочек:

а) *Cyaniris semiargus*; б) *Maniola jurtina*.

По оси X представлены года, по оси Y – значения годовых индексов.

Резкое сокращение численности в 2013 г. по сравнению с 2011 г. характерно и для крупноглазки воловий глаз ($p < 0,01$) (рис. 2б). *Maniola jurtina* умеренно ($p < 0,01$) сокращается в численности на территории Европы и стран Европейского союза [15, p.15-16], что согласуется с полученными

в исследовании результатами. Сходная с Европой и Европейским союзом тенденция к умеренному сокращению ($p < 0,05$) обнаружена у вида голубянка Икар (рис 3а).

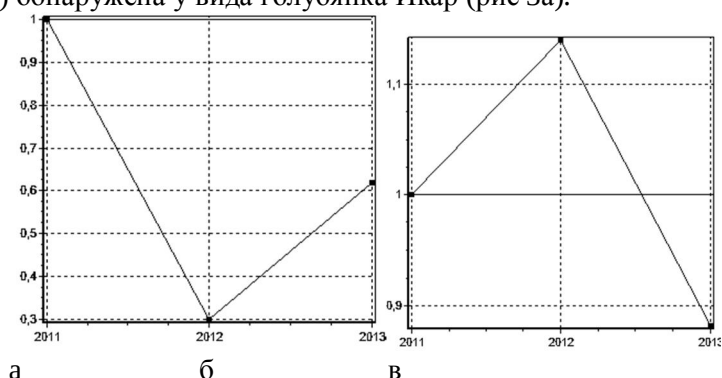


Рисунок 3. Динамика численности луговых видов бабочек:

а) *Polyommatus icarus*; б) *Coenonympha pamphilus*.

По оси X представлены года, по оси Y – значения годовых индексов.

Неясной на территории Брянской области остается тенденция изменения численности сеницы Памфил (рис. 3б). Сходная неясная тенденция на протяжении трех лет отмечается также и для видов червонец непарный и буроклышка Тагет (рис. 4а, б).

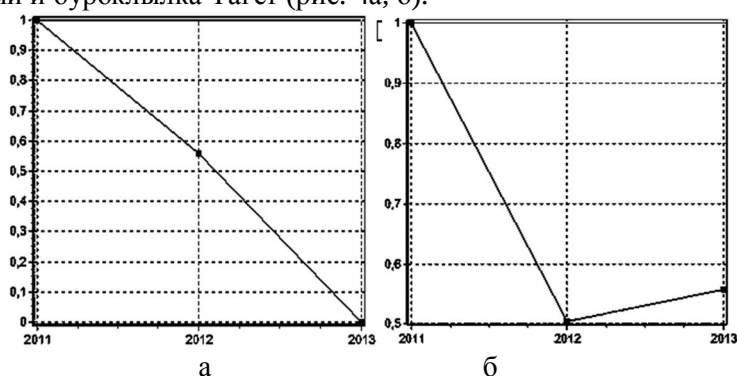


Рисунок 4. Динамика численности луговых видов бабочек:

а) *Lysaena phlaeas*; б) *Erynnis tages*.

По оси X представлены года, по оси Y – значения годовых индексов.

Также нами были вычислен мультивидовой индекс, содержащий информацию об изменении численности группы луговых бабочек на территории Брянской области в 2011 – 2013 гг, представленный на рисунке 5.

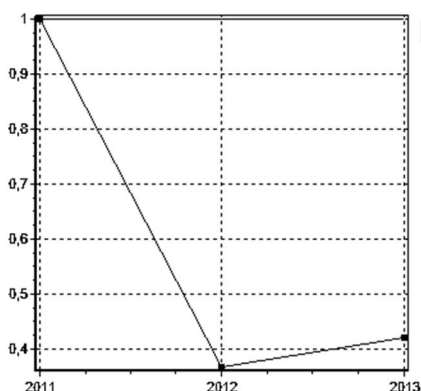


Рисунок 5. Динамика численности луговых видов бабочек. Мультивидовой годовой индекс. По оси X представлены года, по оси Y – значения годовых индексов.

Согласно полученным данным наблюдается тенденция к сокращению численности данной группы бабочек на территории исследуемого региона. К основным причинам сокращения численности луговых чешуекрылых можно отнести интенсификацию сельского хозяйства (использование лугов под пашню, усиленное применение удобрений, осушение лугов, использование гербицидов и инсектицидов и пестицидов). К сокращению приводит и забрасывание земель (поскольку луга не являются климаксовыми сообществами, то при прекращении использования лугов в качестве сенокосов и пастбищ, они быстро зарастают кустарником, а затем лесом). Фрагментация местообитаний и изменения климата также приводят к исчезновению луговых бабочек.

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. На территории Брянской области 2 вида луговых бабочек: голубянка лесная и крупноглазка воловий глаз проявляют тенденцию к резкому снижению численности.
2. Голубянка Икар умеренно снижает свою численность в 2011 -2013 гг.
3. Тенденция изменения численности на изучаемой территории остается неопределенной. К этим видам относятся: сенница Памфил, червонец пятнистый, бурокрылка Тагет, зорька обыкновенная, толстоголовка лесовик.
4. Главные причины изменения численности популяций бабочек заключаются в интенсификации сельского хозяйства, забрасывании используемых земель, а также фрагментации местообитаний и изменении климата [1].
5. Данное исследование не является законченным, и будет продолжено в следующих полевых сезонах, что позволит уточнить выявленные тенденции.

Based on important role of butterflies as biological indicators, we need in long term research butterflies' magnitude of population. The aim of this research is estimating of dynamics of population changes of grassland butterflies in Bryansk region from 2011 to 2013. For analyze of data we used special TRIM program. Received on this stage results were indicated decreasing of number of grassland butterflies in Bryansk region in studied period.

The key words: *butterflies, Bryansk region, TRIM, population, dynamics.*

Список литературы

1. Голощапова, С.С. Прогнозирование пространственного распределения дневных булавовых чешуекрылых (Lepidoptera) на территории Брянской области с использованием модели изменения климата CGCM3. 1_CCCMA / С.С. Голощапова, И.Л. Прокофьев // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2; URL: www.science-education.ru/108-8944 (дата обращения: 25.06.2013).
2. Львовский, А. Л. Булавоусые чешуекрылые Восточной Европы/ А.Л. Львовский, Д.В. Моргунов. М., 2007. 442 с.
3. Maes, D. Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? / D. Maes, H. Van Dyck, H. //Biol. Conserv. 2001. №99. P. 263–276.
4. Roy, D.B. Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change. / D. Roy, P. Rothery, D. Moss, E. Pollard, J. Thomas // J. Anim. Ecol. 2001. №70. P. 201–217.
5. Hill, J. Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges / J. Hill, C. Thomas, R. Fox, M. Telfer et al. //Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 2002. № 269. P.2163–2171.
6. Franco, A. M. A. Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. / A.M.A. Franco, J.K. Hill, C. Kitchake, Y.C. Collingham et al. // Glob. Change Biol. 2006. № 12. P. 1545–1553.
7. Thomas, J.A. The conservation of declining butterfly populations in Britain and Europe: priorities, problems and successes. / J.A. Thomas // Biol. J. Linn. Soc. 1995. № 56. P. 55–72.
8. Thomas, J.A. Extinction rates and butterflies – response. / J.A. Thomas, R.T. Clarke // Science. 2004. № 305. P. 1563–1564.
9. Thomas, J.A. Comparative Losses of British Butterflies, Birds and Plants and the Global Extinction Crisis / J. A. Thomas, M. G. Telfer, D. B. Roy, C. D. Preston et al. // Science 303, 1879–1881
10. Thomas, J.A. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups / J. A. Thomas // Philos. Trans. Roy. Soc. B Biol. Sci. 2005. - № 360. – P.339–357.
11. Thomas, C.D. Range retractions and extinction in the face of climate warming. / C. D. Thomas, A.M.A. Franco, J.K. Hill // Trends Ecol. Evol. 2006. №21. P. 415–416.
12. Van Swaay, C.A.M. Red data book of European butterflies (Rhopalocera) / C.A.M. van Swaay, M.S. Warren. Nature and Environment, Strasbourg: Council of Europe Publishin, 1999. 186 p.
13. Van Swaay, C. Manual for Butterfly Monitoring / C. Van Swaay, T. Brereton, P.Kirkland, M. Warren. Butterfly Conservation Europe, 2012. 13 p.
14. Van Swaay, C. The European Grassland Butterfly Indicator: 1990–2011 / C. Van Swaay, A. Van Strien, A. Harpke, B. Fontaine et al. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 34 p.
15. Wenzel, M. The severe decline of butterflies on western German calcareous grasslands during the last 30 years: a conservation problem / M. Wenzel, T. Schmitt, M. Weitzel, A. Seitz // Biol. Conserv. 2006. № 128. P. 542–552.
16. Pannekoek, J. TRIM 3 Manual / J. Pannekoek, A. Van Strien. Statistics Netherland, Voorburg, 2005. 57 p.

Об авторах

Голощапова С.С. – аспирант Брянского государственного университета, bioindicators.lab@gmail.com;
Прокофьев И.Л. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета, bioindicators.lab@gmail.com.

УДК 599.426

ОЦЕНКА α -РАЗНООБРАЗИЯ РУКОКРЫЛЫХ (*CHIROPTERA*) БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РЕГИСТРАЦИИ ИХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

А. А. Горбачев, И. Л. Прокофьев

Произведена оценка α -разнообразия рукокрылых Брянской области с помощью индекса Шенона-Уивера. Для сбора акустических данных было заложено 17 трансект в 2009-2012 гг. Всего были зарегистрированы сигналы 15 видов.

Ключевые слова: рукокрылые, Брянская область, α -разнообразие, индекс Шенона-Уивера

Введение

Рукокрылые (*Chiroptera*) - второй по разнообразию отряд млекопитающих [1], и в то же время - это группа животных требует дальнейшего углубления знаний о ее экологии, биологии и пространственном распределении. Исследования популяций летучих мышей становится чрезвычайно важными для мониторинга угроз, таких как инфекционные болезни, нарушение экосистем и изменение климата [2, 3, 4, 5]. Знания особенностей биологии, групповой организации и пространственного распределения рукокрылых необходимы для разработки эффективных мер по сохранению биоразнообразия. Уже сейчас многие виды летучих мышей занесены в Красную книгу Брянской области, Красную книгу России, Европейский Красный Список, международные Красные книги [6, 7, 8, 9].

Цель работы изучить особенности фауны рукокрылых Брянской области и оценить α -разнообразие местной хироптерофауны.

Материалы и методы

Исследования проводили в течение 2009-2012 гг. на территории Брянской области, которая расположена в средних широтах умеренного географического пояса, практически в центре Восточно-Европейской равнины. Крайняя северная точка лежит на 54°02' с. ш., южная – 51°50' с. ш., западная – 31°14' в. д., восточная – 35°20' в. д. [10, 11].

Для сбора акустических данных было заложено 17 трансект в различных административных районах Брянской области (рис. 1). При закладке трансект использовалась методика мониторинга рукокрылых по ультразвуковым сигналам, разработанная хироптерологами Лондонского института зоологии, Университетского колледжа Лондона и британской организации по защите летучих мышей – Bat Conservation Trust [12, 13, 14, 15, 16]. Всего в ходе исследований были собраны данные со 116 повторов трансект. Для регистрации ультразвуковых сигналов летучих мышей использовали ультразвуковой детектор с растяжением по времени.

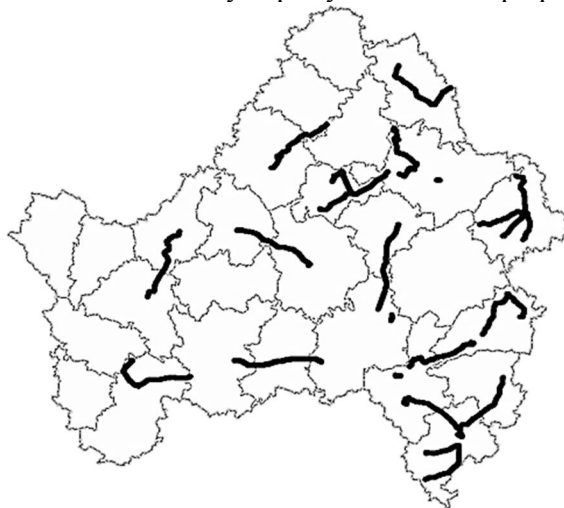


Рис.1. Расположение трансект ультразвукового акустического мониторинга в Брянской области

Первичный анализ звуковых файлов проводилась с помощью программы BatSound (Pettersson Elektronik AB, Sweden). Основной анализ звуковых сигналов был выполнен с помощью специальной хироптерологической программы Sonobat (Szewczak, 2010). Данная программа разработана с использованием двух алгоритмов, позволяющим распознавать сигналы и отделять их от фонового шума, таким образом, обеспечивая объективный анализ [17]. Видовая принадлежность определялась с помощью нейронных сетей и определителя европейских видов рукокрылых по звуковым сигналам [18], разработанного Университетским колледжем Лондона и Лондонским институтом Зоологии.

Для расчета встречаемости и относительного обилия рукокрылых нами использовалась методика П. П. Стрелкова и В. Ю. Ильина [19]. Встречаемость (d) вида рассчитывалась как отношение числа мест находок особей каждого вида (n) к общему числу обнаруженных мест обитаний (N) лету-

чих мышей всех видов:

$$d = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Относительное обилие (r) рассчитывалось по формуле:

$$r = \frac{x}{X} \times 100\% \quad (2)$$

Где x - это число добытых или учтенных особей отдельного вида;

X - суммарный сбор рукокрылых исследованной территории.

α -разнообразие рукокрылых на трансектах рассчитывалось с помощью индекса Шенона-Уивера [20]. Для анализа использовались данные трансект сделанных в июле [16]. Карта модели распределения α -разнообразия создана с помощью статистического метода экстраполяции данных – кригинг, с использованием геоинформационных технологий [21].

Результаты и их обсуждение

Анализ звуковых файлов, сделанных во время исследований на трансектах показал, что рукокрылые Брянской области принадлежат к одному подотряду рукокрылых – *Yangochiroptera*, надсемейству *Vespertilionoidea*, семейству Гладконосые (*Vespertilionidae*) — обыкновенные летучие мыши или кожановые. Из 10 родов это семейства, которые встречаются в России, на территории Брянской области нами были отмечены следующие: Ночницы (*Myotis*), Нетопыри (*Pipistrellus*), Вечерницы (*Nyctalus*), Кожаны (*Eptesicus*), Двухцветные кожаны (*Vespertilio*). Всего было выявлено 15 видов:

Eptesicus nilssonii (Keyserling, Blasius, 1839) - Северный кожанок

Eptesicus serotinus (Schreber, 1774) - Кожан поздний

Myotis brandtii (Eversmann, 1845) – Ночница Брандта

Myotis dasycneme (Boie, 1825) – Прудовая ночница

Myotis daubentoni (Kuhl, 1817) – Водяная ночница

Myotis nattereri (Kuhl, 1817) – Ночница Наттерера

Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1780) - Вечерница гигантская

Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817) – Малая вечерница

Nyctalus noctula (Schreber, 1774) - Вечерница рыжая

Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817) - Нетопырь средиземный

Pipistrellus nathusii (Keyserling et Blasius, 1839)– Лесной нетопырь

Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774) - Нетопырь-карлик

Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825) - Нетопырь малый

Plecotus auritus (Linnaeus, 1758) - Бурый ушан

Vespertilio murinus (Linnaeus, 1758) – Кожан двухцветный

На основании результатов ультразвуковых акустических исследований в 2009-2012 гг. сделаны выводы о встречаемости и относительном обилии видов на территории Брянской области. Как видно из рисунка 2, наиболее часто встречаются и имеют наибольшее относительное обилие кожан поздний (*Eptesicus serotinus*) (встречаемость – 34,50%, относительное обилие – 34,78%) и вечерница рыжая (*Nyctalus noctula*) (29,50% и 23,43% соответственно). Реже всего были зарегистрированы и имеют наименьшее относительное обилие следующие виды: прудовая ночница (*Myotis dasycneme*) (встречаемость – 0,40%, относительное обилие – 0,30%), гигантская вечерница (*Nyctalus lasiopterus*) (0,50% и 0,26% соответственно), ночница Брандта (*Myotis brandtii*) (0,60% и 0,17% соответственно) и ночница Наттерера (*Myotis nattereri*) (0,10% и 0,04% соответственно). Полученные данные относительны, так как звуковые сигналы позднего кожана и рыжей вечерницы громче и фиксируются детектором на более дальнем расстоянии.

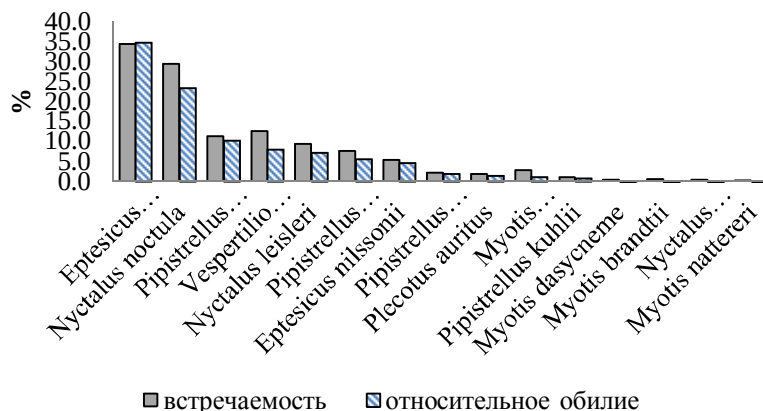


Рис. 2. Встречаемость и относительно обилие хироптерофауны Брянской области

Так как для летучих мышей большое значение играет растительность, то было сделано сравнение видового состава по подзонам ботанико-географического районирования [22]. Все трансекты располагались в двух подзонах:

- *Подзона широколиственно-еловых лесов*. Широколиственно-еловые леса отмечаются в северной и северо-западной частях Брянской области. Южная граница подзоны проходит по ландшафтам ополей правобережья р. Судость и, далее, – долиной р. Десна [22].

- *Подзона широколиственных лесов*. Леса данной подзоны встречаются в пределах ландшафтов ополей и возвышенных лесовых равнин на серых лесных, слабоподзолистых супесчаных и суглинистых почвах. Согласно ботанико-географическому районированию леса принадлежат к зоне Восточноевропейских широколиственных лесов [23].

Сравнение видового состава рукокрылых подзон представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Видовая структура рукокрылых согласно ботанико-географическому районированию

Вид	Подзона широколиственно-еловых лесов	Подзона широколиственных лесов
<i>Eptesicus nilssonii</i>	+*	+
<i>Eptesicus serotinus</i>	+	+
<i>Myotis brandtii</i>		+
<i>Myotis dasycneme</i>		+
<i>Myotis daubentonii</i>	+	+
<i>Myotis nattereri</i>		+
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	+	+
<i>Nyctalus leisleri</i>	+	+
<i>Nyctalus noctula</i>	+	+
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		+
<i>Pipistrellus nathusii</i>	+	+
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		+
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	+	+
<i>Plecotus auritus</i>	+	+
<i>Vespertilio murinus</i>	+	+

*«+» - данный вид отмечен в подзоне

Среднее значение индекса Шеннона-Уивера в подзоне широколиственно-еловых лесов составил 2,1, в подзоне широколиственных лесов – 2,25. Если учесть то, что обычно данный показатель варьирует в пределах 1,5 – 3,5 и редко достигает 4,5 [24], то видовое разнообразие достаточно разнообразно среднее видовое разнообразие. Сравнительный анализ α -разнообразия показал отсутствие статистически достоверных различий видового разнообразия двух подзон (согласно критерию Манна-Уитни $U_{\text{мн}}$ находится в зоне незначимости). Таким образом, районирование хироптерофауны не совпадает с ботанико-географическим районированием Брянской области. Но α -разнообразие распределяется неравномерно по территории области. На основе индекса Шеннона-Уивера с помощью статистического метода экстраполяции данных – кригинга и ГИС-технологий (программа ArcGIS v. 10.2, ESRI, 2012) была создана карта распределения α -разнообразия (рис. 3).

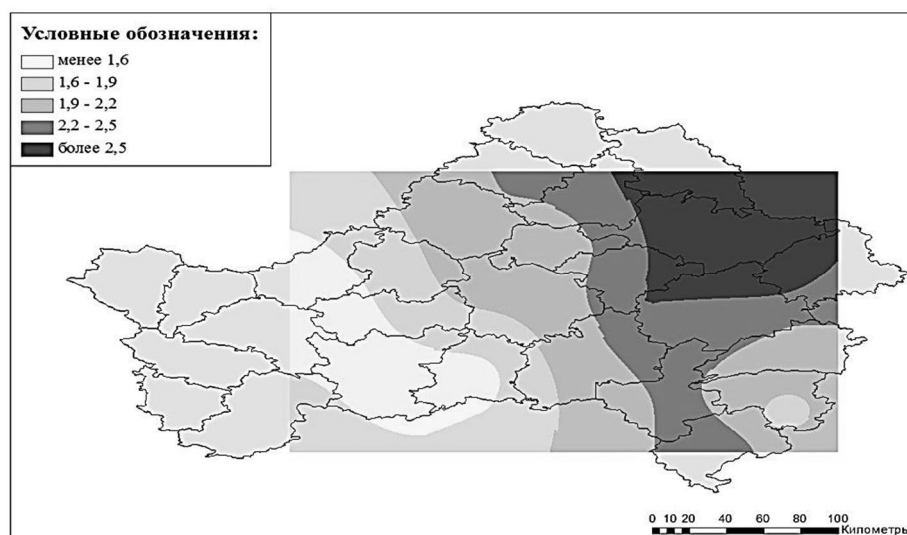


Рис. 3. Карта распределения α -разнообразия рукокрылых Брянской области

Как видно из рисунка 3, в целом наблюдается снижение α -разнообразия при продвижении с северо-востока на юго-запад области. Наибольшее α -разнообразие отмечается в долине трех рек: Десны, Болвы и Снежети, где сохранились старовозрастные пойменные дубравы. Известно, что для рукокрылых наилучшими естественными убежищами являются старые дупловые деревья, они служат важным фактором в поддержании высокого видового разнообразия летучих мышей. В сельскохозяйственных районах (например, Жирятинский и Стародубский районы) разнообразие уменьшается в связи с сокращением естественных местообитаний.

Выводы

1. Хироптерофауна Брянской области представлена 15 видами, принадлежащим к одному подотряду рукокрылых – *Yangochiroptera*, надсемейству *Vespertilionoidea*, семейству Гладконосые (*Vespertilionidae*) — обыкновенные летучие мыши или кожановые. Из 10 родов этого семейства, встречающихся в России, на территории Брянской области отмечены: Ночницы (*Myotis*), Нетопыри (*Pipistrellus*), Вечерницы (*Nyctalus*), Кожаны (*Eptesicus*), Двухцветные кожановые (*Vespertilio*).

2. Установлено, что на территории Брянской области:

- часто встречаемыми видами являются кожан поздний (*Eptesicus serotinus*) (встречаемость 34,50%, относительное обилие – 34,78%), вечерница рыжая (*Nyctalus noctula*) (встречаемость 29,50%, относительное обилие – 23,43%) и лесной нетопырь (*Pipistrellus nathusii*) (встречаемость 11,04%, относительное обилие – 10,24%);

- средне встречаемыми - кожан двухцветный (*Vespertilio murinus*), малая вечерница (*Nyctalus leisleri*), нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*), северный кожанок (*Eptesicus nilssonii*), нетопырь-карлик (*Pipistrellus pipistrellus*), бурый ушан (*Plecotus auritus*) и водяная ночница *Myotis daubentonii* (встречаемость 1,90 – 9,30%, относительное обилие – 1,15 – 8,02%);

- реже встречаемыми видами - нетопырь средиземный (*Pipistrellus kuhlii*), прудовая ночница (*Myotis dasycneme*), ночница Брандта (*Myotis brandtii*), вечерница гигантская (*Nyctalus lasiopterus*) и ночница Наттерера (*Myotis nattereri*) (встречаемость 0,10 – 1,00%, относительное обилие – 0,04 – 0,73%).

3. α -разнообразие летучих мышей в различных районах Брянской области неодинаково и изменяется согласно индексу Шеннона-Уивера в пределах от 1,1 до 2,99. Наибольшее видовое разнообразие отмечается в долине трех рек: Десны, Болвы и Снежети.

Using the Shannon-Weaver index the estimation of α -diversity of bats in Bryansk region was done. The 17 transects were built for collecting acoustic data in 2009-2012. 15 species to occur in the region were recorded.

The key words: bats, Bryansk region, α -diversity, Shannon-Weaver index

Список литературы

1. Simmons, N. B. Order Chiroptera / N. B. Simmons, D. E. Wilson, D. M. Reeder // Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2005. P. 312–529.
2. Ботвинкин, А. Д. Летучие мыши в Прибайкалье (биология, методы наблюдения, охрана) / А. Д. Ботвинкин. Иркутск: оригинал-макет «Время странствий», 2002. 208 с.
3. Kunz, T. H. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses / T. H. Kunz, E. B. Arnett, W. P. Erickson, A. R. Hoar, G. D. Johnson, R. P. Larkin, M. D. Strickland, R. W. Thresher, M. D. Tuttle // Frontiers in Ecology and the Environment. 2007. № 5. P. 315–324.
4. Rebelo, H. Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns / H. Rebelo, P. Tarroso, G. Jones // Global Change Biology. 2010. № 16. P. 561–576.
5. Puechmaile, S. J. White-nose syndrome: Is this emerging disease a threat to European bats? / S. J. Puechmaile, W. F. Frick, T. H. Kunz, P. A. Racey, C. C. Voigt et al. // Trends in Ecology & Evolution. 2011. № 26(11). P. 570–576.
6. Красная книга Российской Федерации (животные) / РАН; Гл. редкол.: В. И. Данилов-Данильян и др. М.: АСТ: Астрель, 2001. 862 с.
7. Красная книга Брянской области. Животные. – Брянск: ЗАО «Издательство «Читай - город», 2004. 272 с.
8. Hutson, A. M. Microchiropteran Bats – global status survey and conservation action plan / A.M. Hutson, S. P. Mickleburgh, P. A. Racey. Oxford: Information Press, 2001. 272 p.
9. IUCN 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <<http://www.iucnredlist.org>>.
10. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный федеральный округ. Брянская область / Под ред. Н. Г. Рыбальского, Е. Д. Самотесова, А. Г. Митюкова. М.: НИИ-Природа, 2007. 1144 с.
11. Природа и природные ресурсы Брянской области / Под ред. Л. М. Ахромеева. Брянск: Изд-

во «Курсив», 2012. 320 с.

12. Горбачев, А. А. Факторы, влияющие на распространение летучих мышей по территории Брянской области / А. А. Горбачев, И. Л. Прокофьев, Е. В. Зайцева // Вестник Брянского государственного университета. – Брянск: РИО БГУ, 2011. № 4. С. 124–130.

13. Russ, J. M. Seasonal patterns in activity and habitat use by bats (*Pipistrellus* spp. and *Nyctalus leisleri*) in Northern Ireland determined using a driven transect / J. M. Russ, M. Briffa, W. I. Montgomery // Journal of Zoology. London, 2003. № 259. P. 289–299.

14. Russ, J. The Bats and Roadside Mammals Survey 2005. Final Report on First Year of Study / J. Russ, C. Catto, D. Wembridge. London: The Bat Conservation Trust and People's Trust for Endangered Species, 2005.

15. Hayes, J. Survey and monitoring of bats / J. Hayes, H. Ober, R. Sherwin // Ecological and behavioral methods for the study of bats. 2nd edn. Baltimore: John Hopkins University Press, 2009. P. 112–129.

16. Jones, K. E. Indicator Bats Program: A System for the Global Acoustic Monitoring of Bats / K. E. Jones, J. A. Russ, A. T. Bashta, Z. Bilhari, C. Catto, I. Csósz, A. Gorbachev, P. Györfi, A. Hughes, I. Ivashkiv, N. Koryagina, A. Kurali, S. Langton, A. Collen, G. Margiean, I. Pandourski, S. Parsons, I. Prokofev, A. Szodoray-Paradi, F. Szodoray-Paradi, E. Tilova, C. L. Walters, A. Weatherill, O. Zavarzin // Biodiversity Monitoring and Conservation: Bridging the Gap between Global Commitment and Local Action. Oxford: Wiley-Blackwell, 2013. P. 213–247.

17. Walters, C. L. Challenges of Using Bioacoustics to Globally Monitor Bats // C. L. Walters, A. Collen, T. Lucas, K. Mroz, C. A. Sayer, K. E. Jones // Bat Evolution, Ecology and Conservation. New York: Springer, 2013. P. 479–500.

18. Walters, C. L. A continental-scale tool for acoustic identification of European bats / C. L. Walters, R. Freeman, A. Collen, C. Dietz, M. Brock Fenton, G. Jones, M. K. Obrist, S. J. Puechmaille, T. Sattler, B. M. Siemers, S. Parsons, K. E. Jones // Journal of Applied Ecology. 2012. № 49. P. 1064–1074.

19. Стрелков, П. П. Рукокрылые (*Chiroptera*, *Vespertilionidae*) юга Среднего и Нижнего Поволжья / П. П. Стрелков, В. Ю. Ильин // Тр. ЗИН АН СССР. 1990. Т. 225. С. 42–167.

20. Белоусов, И. А. Оценка биоразнообразия жуков семейства жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) восточного Кавказа на основе индексов видового богатства с использованием баз данных / И. А. Белоусов, И. И. Кабак, Г. М. Нахибашева, Г. М. Мухтарова // Научный журнал КубГАУ. 2012. №83(09). С. 1–22.

21. Прокофьев, И. Л. Перспективность применения геоинформационных систем в биомониторинге состояния урбоэкосистем / И. Л. Прокофьев, О. В. Шевко, А. А. Горбачев, А. Н. Сусоев // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований за 2011 г. Брянск: РИО Брянского государственного университета, 2012. 172 с.

22. Булохов, А. Д. Ботанико-географическое районирование Брянской области / А. Д. Булохов, Ю. А. Семенищенков // Вестник Брянского государственного университета. Брянск: РИО БГУ, 2012. № 4 (1). С. 51–56.

23. Растительность Европейской части СССР / Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 429 с.

24. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. М.: Мир, 1992. 181 с.

Об авторах

Горбачев А. А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского, bioindication.lab@gmail.com

Прокофьев И. Л. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского

УДК – 631. 4: 551. 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КЛИМАТА

(Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №13-05-97521))

В. Т. Демихов, М. В. Долганова, Д. И. Чучин, Е. В. Хорина

В статье проанализированы климатические показатели региона, оказывающие влияние на интенсивность эрозии почв, рассматриваются особенности этого процесса в современных климатических условиях Брянской области.

Ключевые слова: климат, эрозия почв, эрозионный потенциал осадков, интенсивность смыва, слой активного стока.

При всей, на первый взгляд, ясности вопроса о месте и роли климатического фактора в развитии эрозии, многие проблемы, особенно касающиеся выявления взаимосвязей интенсивности процесса с режимом отдельных метеорологических состояний или региональными особенностями мезо- и микроклимата, до сих пор остаются не решёнными.

Обычно роль климата в развитии эрозионных процессов рассматривается и соответствующим образом картографируется на уровне макроклимата. Значительно сложнее обнаружить «след» гидрометеорологического фактора эрозии на мезоклиматическом уровне, который определяется, главным образом, не глобальными атмосферными циркуляционными механизмами, а особенностями рельефа и местными циркуляциями воздушных масс. Поскольку интенсивность эрозии зависит не только от климатического фактора, но и множества других, вычленив влияние последнего при средне- и крупномасштабных исследованиях бывает затруднительно. В этом случае эрозионноформирующая роль климата обычно оценивается через климатические показатели, тесно связанные с активностью отдельных эрозионных процессов [2, с. 37].

Так как не все климатические показатели в равной степени оказывают влияние на интенсивность эрозионных процессов, анализируя климат Брянской области, мы изучали только те показатели, которые такое влияние оказывают.

Территория области расположена в центре Восточно-Европейской равнины. Относительно малые размеры территории при равнинной поверхности не вносят заметных изменений в макроклиматические особенности ее отдельных частей, но заметно выражены в микро- и мезоклимате севера и юга области, возвышенностей и низменностей.

По количеству осадков область относится к зоне умеренного увлажнения, среднегодовое количество которых колеблется от 530 до 655 мм, в т.ч. в западной части области 470–750 мм, в восточной – 530–890 мм. Наибольшее количество их выпадает на северо-западе (655 мм), а наименьшее – в районе узкой полосы Трубчевск – Новозыбков – Клиницы (530–540 мм). Ежегодно наблюдаются 2–3 периода по 10–15 дней без осадков, а 3–4 года в столетие осадки не выпадают на протяжении 1,0–1,5 месяцев.

При среднем многолетнем достаточном количестве осадков и нормальном или слабо избыточном увлажнении, реальный ход увлажнения территории следует считать неустойчивым, от резко избыточного до сильно недостаточного. Аналогичная неустойчивость увлажнения наблюдается и в течение года. Только при выпадении большого количества осадков летом увлажнение будет слабо избыточным или близким к норме. Слабые засухи повторяются почти ежегодно. За последние 100 лет в области в разные летние месяцы отмечались 22 засухи, но строгой последовательности в их повторяемости не обнаруживается [4, с. 92].

Интенсивность эрозионных процессов на территории Брянской области зависит от многих факторов, но главные из них – ливневые дожди и запасы воды в снеге на период снеготаяния, так как они в первую очередь определяют возможность стока. Ливневый сток на территории области превышает сток, образующийся в результате снеготаяния.

В большинстве работ посвящённых оценке эрозионных процессов на территории региона использовались метеорологические данные, полученные до 1965 года. При оценке современных эрозионных процессов на территории области следует предусмотреть климатические изменения, произошедшие в последние десятилетия.

На территории Брянской области, так же как и в большинстве регионов России, повышение среднемесячной температуры воздуха наиболее отчетливо проявляется в зимнее время года. Тенденция повышения среднемесячной температуры воздуха в зимний период обнаружена на всех станциях Брянской области и составляет примерно $0,2^{\circ}\text{C}$ за год. О потеплении зим в нашем регионе свидетельствует и тот факт, что за последнее двадцатилетие на всех станциях области возросло число дней с оттепелями [4, с. 100].

Пространственное и временное распределение осадков отличается значительной неравномерностью. Однако для всех станций характерны общие закономерности в изменении режима осадков в последние десятилетия. Сравнение средних многолетних месячных сумм осадков, полученных за весь период наблюдений и за период с 1976 по 2010 г., указывает на повышение количества осадков в начале лета (в июне), осенью и зимой на всех метеостанциях области. Анализ имеющихся временных рядов суточных сумм атмосферных осадков показал, что в летние месяцы возрастает число дней с интенсивными осадками. Происходит некоторое перераспределение в выпадении осадков: общая сумма осадков за теплый период изменяется сравнительно мало, но большая их часть приходится на кратковременные ливни.

На территории области межгодовые изменения количества атмосферных осадков не обнаруживают однонаправленной тенденции. В западной части региона прослеживается рост годовой суммы осадков, а в восточной половине – их снижение.

Для всестороннего рассмотрения особенностей режима увлажнения анализируемого региона большое значение имеет исследование экстремальных климатических характеристик. Из показателей экстремальности атмосферных осадков используются 3 индекса:

- количество дней с интенсивными осадками (дни с осадками > 10 мм);
- суточный максимум осадков (наибольшая сумма осадков, выпавших за одни сутки в течение каждого месяца);
- максимальная продолжительность «сухого периода» (количество последовательных дней за конкретный период с осадками менее 1 мм).

Тренд-анализ (1976–2010 гг.) показал, что в межгодовых изменениях индексов экстремальности осадков на территории Брянской области не обнаруживается чёткой закономерности. Слабый рост экстремальности в режиме увлажнения в одних районах сопровождается столь же слабым её снижением в других. Но в ряде пунктов диагностированы статистически значимые тенденции. Оценка изменений индексов экстремальности осадков по месяцам выявила уменьшение максимальной продолжительности «сухого периода» в феврале и мае, а также её рост в сентябре (табл. 1). В остальные месяцы тенденции в максимальной продолжительности «сухого периода» разнонаправлены или статистически незначимы. Такая же ситуация наблюдается во все месяцы в изменениях числа дней с интенсивными осадками и суточным максимумом осадков (табл. 2).

Таблица 1

Максимальная продолжительность «сухого периода» на территории Брянской области (1976-2010 гг.), дни / 10 лет [6, с. 13]

Метеостанции	Февраль	Май	Сентябрь
Жуковка	-2,32	-0,52	0,42
Брянск, оп. лес.	-2,08	-1,38	1,17
Карачев	-1,42	-0,96	1,51
Красная Гора	-2,46	-0,88	0,90
Унеча	-3,16	-0,41	0,29
Навля	-1,54	-0,83	0,68
Трубчевск	-2,19	-0,08	0,77

Примечание: полужирным шрифтом выделены статистически значимые изменения.

Значительная часть жидких осадков выпадает в виде ливней. Около 13 дней в году бывает с осадками более 10 мм, 4 дня – более 20 мм и 1 день – более 30 мм [5, с. 560].

Таблица 2

Среднее максимальное суточное количество осадков, мм [3, с. 10]

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Жуковка	8	8	7	10	13	21	23	22	17	14	12	8	14
Трубчевск	8	9	9	11	14	20	26	20	16	14	12	9	14

Большое значение имеет интенсивность и количество осадков за один ливень. В Брянской области вероятность выпадения суточного максимума 28–30 мм составляет 63 %, т. е. осадки с таким слоем выпадают почти ежегодно с мая по сентябрь [3, с. 10]. Особо сильные ливни со слоем более 40 мм здесь бывают один раз в два-три года. Наибольший наблюдаемый суточный максимум осадков в г. Брянске – 71,4 мм осадков выпал 22 июня 2004 года за 2 часа 55 минут. Приведённые данные свидетельствуют о том, что в области в отдельные годы осадки выпадают со значительной интенсивностью и вызывают поверхностный сток и смыв почв.

Оценивая в целом влияние жидких осадков на развитие процессов смыва и размыва в регионе, следует отметить, что влияние их умеренное, так как особо сильные ливни, вызывающие сток вод и смыв почв, бывают не ежегодно, да и ливни слоем 30–40 мм на почвах покрытых растительностью не всегда вызывают смыв.

Важным фактором, влияющим на величину поверхностного стока на территории Брянской области, являются запасы воды в снеге. Запасы воды в снеге 70–85 мм (средние многолетние), по отдельным годам изменяются от 11 до 191 мм (табл. 3).

Таблица 3

Запас воды (мм) в снежном покрове по снегосъёмкам на последний день декады [3, с. 3]

Запас воды (мм) в снежном покрове по снегоисчислениям на последний день декады [3, с. 3]																						
Участок	X	XI			XII			I			II			III			IV		Наибольший за зиму			
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	I	2	3	1	2	ср.	макс.	мин.	
Жуковка																						
Поле	*	*	*	*	22	28	29	39	47	50	58	65	69	71	79	77	*	*	86	182	38	
В лесу под кронами деревьев	*	*	*	*	*	24	23	29	41	47	58	71	74	81	90	86	*	*	96	174	36	
Брянск																						
Поле	*	*	*	*	24	32	33	41	44	52	56	66	68	73	75	71	*	*	84	191	33	
Трубчевск																						
Поле	*	*	*	*	*	31	36	44	47	47	58	65	66	69	74	75	*	*	80	168	11	

Снегозапасы в разных районах области изменяются сравнительно мало, в большей степени на этот показатель влияют лесные массивы и пересечённость рельефа. Интересны показатели повторяемости зим с различной наибольшей декадной высотой снежного покрова [5, с. 750].

Известно, что при мощности снежного покрова до 20 см, снег нередко сходит до наступления положительных температур из-за «парникового эффекта» и стока не даёт, поэтому уже по количеству зим с мощностью снежного покрова больше или меньше 20 см можно говорить о стоке.

В районах с пересечённым рельефом во все годы высота снежного покрова бывает более 20 см. Это территории относящиеся к Среднерусской и Смоленской возвышенностям в пределах области. На плоско-волнистой равнине зим с высотой снежного покрова менее 20 см бывает от 10 до 50 %. К таким участкам относятся Ипутьская, Судостьская и Деснинская низменности. На территориях с пересечённым рельефом в среднем каждую вторую зиму высота снежного покрова бывает около 50 см и, таким образом, запасы воды в снеге как минимум будут равны 100 мм. При определённой температурной обстановке весной, при таких снегозапасах, бывает поверхностный сток, который вызывает смыв почв.

Снеготаяние на территории области обычно начинается в третьей декаде марта – первой декаде апреля и длится 5–20 дней. Однако основная масса снежного покрова тает за несколько (5–7) дней и создаёт значительный поверхностный сток.

Резюмируя анализ данных по снегозапасам в Брянской области, отмечаем, что во всех районах с пересечённым рельефом за исключением плоско-волнистого юго-запада во все годы накапливается достаточное для поверхностного стока количество снега. На плоско-волнистой равнине поверхностный сток вод возможен раз в пять лет.

Описанные количественные и качественные показатели осадков прямо влияют на величину стока талых и ливневых вод и смыв почв. Но есть факторы, которые косвенно снижают или увеличивают величину поверхностного стока и смыв почв, к числу которых относятся температура и глубина промерзания почв. Изменения температуры поверхности почвы, так же как и температуры воздуха, в основном связаны с повышением температуры в зимний период. Анализ многолетнего хода минимальных и максимальных за сутки значений температур почвы показывает, что в последние десятилетия зимой растут как минимальные, так и максимальные значения температуры почвы по всем станциям Брянской области. Летом рост менее заметен, при этом на большинстве станций минимальная температура почвы растет чуть быстрее, чем максимальная. Рассматривая данные о температуре поверхности почв в зимнее время, отмечаем, что по срокам температура во всех районах одинакова. Самая низкая температура поверхности почвы наблюдается в январе. В марте, когда начинается снеготаяние, она составляет -4°C . Такие низкие температуры способствуют проникновению холода вглубь почвы и их промерзанию. Уже в начале декабря глубина промерзания почв колеблется от 5 до 20 см. Максимальная глубина промерзания наблюдается в марте – апреле. Таким образом, проникновение сезонной мерзлоты вглубь продолжается и после относительного потепления верхних слоёв почвы. На процессы эрозии влияет не столько глубина промерзания, сколько степень смерзания почв и запас холода.

Влияние региональных изменений климата на функционирование эрозионно-склоновых систем выразилось в первую очередь в снижении средних величин талого поверхностного склонового стока. Связано это со снижением предвесенних снегозапасов за счёт зимнего таяния снега при участившихся оттепелях. В центральных областях Нечернозёмной России за период 1980–2005 гг. средняя высота снежного покрова снизилась на 2 см, а запасы воды в нём сократились на 11 мм, притом, что общее количество зимних осадков за этот срок возросло на 25 мм [1, с. 3].

В то же время, повышение зимних температур снижает глубину промерзания почв, которая наряду с влажностью почвы, является определяющим фактором потерь талого стока. Анализ имеющихся результатов исследований позволяет сделать вывод о существенном уменьшении талого стока на территории Брянской области в последние десятилетия, преимущественно за счёт снижения глубины промерзания почвы.

В последние десятилетия в тёплый период изменилась доля ливневых осадков, их интенсивность, частота и сроки выпадения. Уменьшение талого стока в последние десятилетия компенсируется увеличением ливневого стока.

Climate data effecting intensity of the soil erosion are analyzed in the article; peculiarities of this process in modern climate conditions of the Bryansk region are considered.

The key words: climate, soil erosion, precipitation potential, depth of the destruction, active flow layer.

Список литературы

1. Булыгина О. Н., Коршунова Н. Н., Кузнецова В. Н., Разуваев В. Н., Трофименко Л. Т. Анализ изменчивости климата на территории России в последние десятилетия // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2000. Вып. 167. С. 3–15.
2. Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв. М.: Изд-во МГУ, 1993. 200 с.

3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. Л. Гидрометеиздат 1990. 364 с.
4. Природа и природные ресурсы Брянской области. Монография /Под ред. Л. М. Ахромеева. Брянск: Изд-во «Курсив», 2012. 320 с.
5. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации Центральный федеральный округ: Брянская область / под ред. Н. Г. Рыбальского, Е. Д. Самотёсова и А. Г. Митюкова. М: НИИ-Природа, 2007. 1144 с.
6. Селютин В. С. Многолетние изменения режима осадков на территории Брянской области // Научные труды Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского. Серия: Естественные науки. Калуга: Издательство КГУ им. К. Э. Циолковского, 2013. С. 13–15.

Об авторах

Демихов В. Т. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского. E-mail: fir-sasha@yandex.ru

Долганова М. В. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского. E-mail: dolganova0801@yandex.ru

Чучин Д. И. – кандидат географических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского. E-mail: chuchin.dmitrii@list.ru

Хорина Е. В. – аспирант кафедры географии и землеустройства Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

УДК 636.598:611.4

КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ОНТОГЕНЕЗА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ROSS-308»

Е.В. Зайцева, Л.П. Тельцов, А.Л. Харлан, Н.Н. Крикливый, Н.А. Щеглов

В статье установлены критические периоды в развитии цыплят-бройлеров кросса «Ross-308». Исследовалась неспецифическая резистентность и бройлеров в различные периоды постинкубационного онтогенеза.

Ключевые слова: кросс, бройлер, «ROSS-308», постинкубационный онтогенез, неспецифическая резистентность, сезонность.

Одной из ведущих отраслей мясного птицеводства в Российской Федерации является промышленное выращивание бройлеров. На его долю в нашей стране приходится от 60% до 85% всего производства мяса птицы [1, с.12].

Современный этап развития промышленного птицеводства неразрывно связан с разведением тех линий и пород кур, которые могут давать высококачественные продукты питания [2, с. 4; 3, с. 18]. Из отечественных кроссов таким требованиям отвечает кросс бройлеров «ROSS-308».

Промышленные масштабы птицеводства заставляют морфологов обратить свое внимание на необходимость проведения комплексных исследований строения, развития и особенно морфофункциональных особенностей всех систем и органов домашних птиц, в том числе и иммунной системы, которая обеспечивает защиту организма от генетически чужеродных клеток и веществ [4, с.5].

Данные исследования целесообразно проводить с учетом видовых, породных, половых, сезонных и возрастных особенностей, а также в зависимости от условий содержания и питания [5, с.6; 6, с.55; 7, с. 13-19; 8, с.135-140].

При решении указанной проблемы возрастная и сезонная морфология раскрывает онтогенетические процессы развития, обеспечивает более глубокое понимание этих процессов, а также позволяет выявить критические периоды развития отдельных систем организма.

Познание законов индивидуального развития является биологической предпосылкой для животноводства при разработке системы полноценного питания, организации профилактики и диагностики различных заболеваний [8, с.135-140].

Большой практический и теоретический интерес представляет вопрос о том, что общего между функционированием и развитием систем разных уровней организации.

Иногда представляется возможным выделение фаз развития по морфологическим признакам, но при этом остается неясным вопрос об определении моментов изменения развития.

В развитии организма млекопитающих можно выделить определенные границы, ниже которых реализуется экспоненциальный рост, выше этих границ (критических точек) наблюдаются колебания с возрастающей амплитудой.

Замечено, что рост амплитуды колебаний при приближении к критическим точкам фиксируется в виде увеличения их разброса. При приближении критических точек в постэмбриональном онтогенезе человека увеличиваются индивидуальные вариации размеров тела. Получается, что система

развивается тем стабильнее, чем дальше она уходит от границ стабильного экспоненциального роста. По сути, система нуждается в определенных перестройках, после которых она могла бы какое-то время стабильно расти и развиваться.

В основе определения тенденций роста и периода наступления критических периодов при экспоненциальном развитии лежит зависимость их запаздывания от эндо – и экзогенных факторов, что подтверждается данными исследований в области моделирования роста и развития систем.

Скорость экспоненциального роста резко отмечает границы отдельных периодов развития млекопитающих. Между этими периодами процесс развития идет без коренных качественных изменений. На изломе кривой развития происходит включение механизмов коренных преобразований системы. И.И. Шмальгаузен (1947) [9, с.35-68] отметил такие изломы при рождении животного, завершении лактации у млекопитающих, половом созревании и наступлении старости.

В критические периоды наиболее опасно воздействие неблагоприятного фактора микроорга-низма, лекарственного препарата или продукта обмена веществ в чрезмерной концентрации [7, с. 13-19; 8, с.135-140; 10, с. 10-11].

Онтогенез млекопитающего является непрерывным процессом адаптации к постоянно меняющимся условиям внешней и внутренней среды. Поскольку каждый орган в онтогенезе формируется под воздействием регуляторных систем, взаимодействует с другими органами и системами и окружающей средой, то каждый возрастной период характеризуется своими особенностями протекания процессов адаптации.

Критические периоды в онтогенезе человека и млекопитающих являются общепризнанными и наиболее изученными. Многочисленными исследователями установлено, что индивидуальное развитие у млекопитающих протекает по трем периодам, которые включают 9 этапов развития. Для управления процессами развития организмов необходимо в первую очередь знать сроки, специфичность, биохимические, физиологические и поведенческие (психологические) закономерности каждого этапа развития. На каждом этапе развития химический состав, морфологические и физиологические возможности тканей, органов и систем организма иные. Организм на каждом этапе развития проживает новую жизнь, как бы унаследованную им в филогенезе. О связи филогенеза и онтогенеза гласит био-генетический закон Э. Геккеля и Ф. Мюллера. Организм в индивидуальном развитии повторяет (в сокращенном и закономерно измененном виде) эволюционное развитие своего вида. Во время наступления критического периода организм млекопитающего наиболее подвержен неблагоприятно-му воздействию среды. Характерным для них является и снижение адаптационно-регенераторных возможностей органов [7, с. 13-19; 8, с.135-140; 10, с. 10-11].

Проведенные Л.П. Тельцовым исследования показывают, что в онтогенезе млекопитающих критические фазы развития протекают в двух формах: эволюционной (постепенной) и в некробиотиче-ской форме (путем метаморфоза). Поэтому, каждая критическая фаза несет свою специфическую воз-растную морфофункциональную характеристику органов и систем организма [7, с. 13-19; 8, с.135-140; 10, с. 10-11]. По мнению авторов, все критические фазы имеют общие черты, подводящие итог разви-тию, результативности предыдущего этапа. В критические фазы развития у животных происходят:

- 1) смена одного этапа на другой;
- 2) установка генетической программы на будущий этап;
- 3) десинхронизация биологических ритмов роста, развития органов и систем организма;
- 4) повышение чувствительности тканей и органов к лекарственным веществам и факторам внешней среды;
- 5) генетические мутации в клетках;
- 6) смена морфофункциональных генераций дефинитивных органов.

Чем больше различие между предыдущим и последующим этапом, тем глубже протекает пе-рестройка, а критическая фаза – длиннее во времени. Эндогенность развития обусловлена реализаци-ей наследственной программы (генотипа) животных на каждом этапе. Замедление роста и развитие организма (ретардация) на одном этапе частично компенсируется ускорением (акселерацией) – на последующем [7, с. 13-19; 8, с.135-140; 10, с. 10-11].

Любая совокупность изменений в организме, в норме или при патологии влечёт за собой из-менение тканевой системы, соответственно, можно предполагать возможность расчёта комплексных критериев, отражающих состояние тканевого гомеостаза и уровень адаптационных и регенерацион-ных возможностей тканевых систем в онтогенезе.

Цель и задачи исследования. Целью работы явилось изучение возрастной и сезонной морфо-логии бройлеров в постинкубационном онтогенезе с учетом биологических и технологических перио-дов, а так же фаз развития особей на примере цыплят-бройлеров кросса «Ross-308».

В задачи исследования входило:

1. Провести мониторинг естественной резистентности примере цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» в возрастном и сезонном аспекте при стандартном клеточном содержании, кормлении в условиях

эпизоотологического благополучия.

Экспериментальная часть исследования проводилась на базе ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» в лаборатории морфофизиологии человека и животных, в соответствии с договорами о сотрудничестве с ОАО птицефабрикой «Снежка» Брянского района Брянской области, а так же ГУЗ «Брянский патологоанатомический институт» при департаменте здравоохранения Брянской области.

Изучение возрастной и сезонной морфологии бройлеров в постинкубационном онтогенезе с учетом биологических и технологических периодов, а так же фаз развития особей осуществлялось в две серии: зимнюю и летнюю на цыплятах-бройлерах кросса «Ross-308». Зимняя серия эксперимента проводилась в ноябре-декабре 2009 года, исследовано 75 особей; летняя серия - в июне-июле 2010 года, исследовано 165 особей.

Материалы и методы исследования. Материалом наших исследований были 240 клинически здоровых цыплят-бройлерах кросса «Ross-308» мужского пола. В зимнюю серию эксперимента изучались особи суточного, 5-, 10-, 15-, 20-, 25-, 30- и 36-суточного возрастов. В летнюю серию эксперимента исследовались особи суточного, 5-, 10-, 15-, 20-, 25-, 30-, 35- и 40-суточного возрастов. Каждому цыпленку методом крылометок присваивался индивидуальный номер.

Объектом наших исследований послужили 240 цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» физиологически и морфологически обоснованных групп.

Откорм бройлеров производился согласно общепринятым нормам и требованиям в хозяйстве промышленного типа в условиях клеточного содержания, ОАО птицефабрика «Снежка» Брянского района Брянской области.

В каждую клетку площадью 0,5 м² помещали не более 10 особей. С целью поддержания максимальной скорости роста технологические процессы выращивания бройлеров механизированы, благодаря чему производилось поддержание оптимального микроклимата птичника: влажность воздуха на уровне 60 – 70 %, температура воздуха и длина светового дня строго регулировались в зависимости от возраста цыплят.

Кормление бройлеров производилось 5 раз в сутки (в 8:00, 11:00; 14:00; 16:30 и 22:00) специальными комбикормами, содержащими все необходимые питательные вещества для нормального развития бройлера. Срок выращивания цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» составляет 38 – 44 дня, он зависит от скорости прироста мышечной массы особей.

Согласно биологической и технологической периодизации, через каждые 5 суток в течение всего периода развития в лаборатории морфофизиологии человека и животных ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» производились измерения соматометрических показателей бройлеров.

У цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» определяли естественную резистентность, физиологическую реактивность и общую неспецифическую резистентность: содержание гемоглобина, (г/л); активность лизоцима сыворотки крови, (%); бактерицидная активность, (%); фагоцитарная активность, (%); содержание общего белка, (г %); альбумины, (%).

Содержание гемоглобина в цельной крови и уровня общего белка определяли рефрактометром ИРФ-22, нефелометрическим методом В.Г. Дорофейчук, (1968) определяли уровень лизоцимной активности, в модификации Кляцкой Ю.В. (2008) - бактерицидную и фагоцитарную активность в сыворотке крови.

Для биохимических исследований получали сыворотку с помощью центрифугирования. Биохимические исследования проводились в лабораториях ГАУЗ «Брянский клинично-диагностический центр» на автоматическом биохимическом анализаторе ARCHITECT с помощью биотестов системы AEROSSET. Статистическую обработку материала проводили с использованием вариационной статистики и дисперсионного анализа. Полученные цифровые данные обрабатывались на персональном компьютере AMD Athlon (tm) II X3 445 с использованием операционной системы Microsoft Windows XP Professional Service Pack 2 в редакторе современных электронных таблиц программы Microsoft Excel (2007).

Результаты исследования и их обсуждение. На Рис.1 изображен график изменения титров антител в сыворотке крови цыплят-бройлеров против возбудителя инфекционного бронхита кур (ИБК). Вакцинацию против ИБК проводят в 1-е сутки. За период выращивания титры антител в обеих группах зимнего и летнего периодов изменялись не равномерно. В обеих группах зимнего и летнего периодов мы наблюдаем резкий спад уровня титров до 20-х суток. Начиная с 25-х суток и по окончании периода наблюдения, уровень титров начинает возрастать.

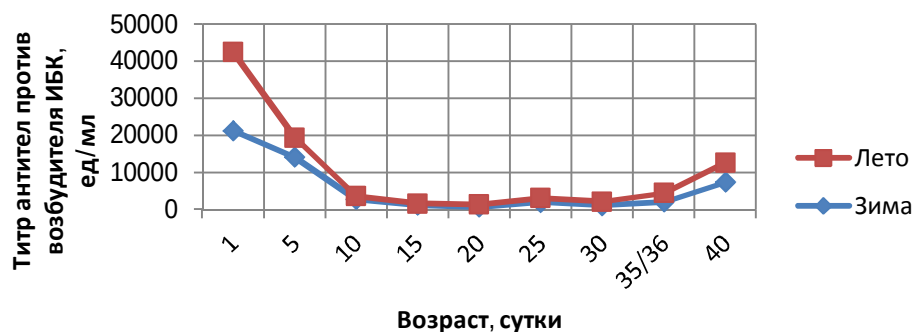


Рис. 1. Динамика титров антител против возбудителя инфекционного бронхита кур (ИБК) в сыворотке крови цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе.

В период с 5-х по 15-е и с 25-е по 40-е сутки в зимний период эксперимента превосходила по среднему значению титра летние значения на 62,9% ($P \leq 0,001$), 69,3% ($P \leq 0,05$), 59% ($P \leq 0,01$), 40,3% ($P > 0,05$) и 27,4% ($P > 0,05$) соответственно. На 20-е и 30-е сутки различия были не значительны. В то время как на 35-е сутки в летний период впервые превышает средние значения по сравнению с зимним в 1,2 раза, или на 19,1% ($P > 0,05$) по титрам антител.

Следует отметить, что 75% (6/8) отрицательных и сомнительных титров антител в группе птиц в зимний период и 66,7% (8/12) в группе птиц летнего периода принадлежат промежутку с 15-е по 25-е сутки.

Вакцинация против возбудителя инфекционной бурсальной болезни (ИББ) проводилась дважды – первая на 7-е сутки, повторная на 17-е сутки. В зимний и летний периоды мы наблюдаем сходные картины (Рис. 2). В начале с первых по 15-е сутки титры антител держатся защитных значений за счёт содержания материнских антител, после чего следует «титровая яма» в промежутке с 15-е по 25-е сутки, где наблюдаются минимальные значения титров и как следствие, минимальную защищённость в случае эпидемии. И уже в промежутке с 30-е на 40-е сутки собственные антитела защищают организм от возбудителя ИББ.

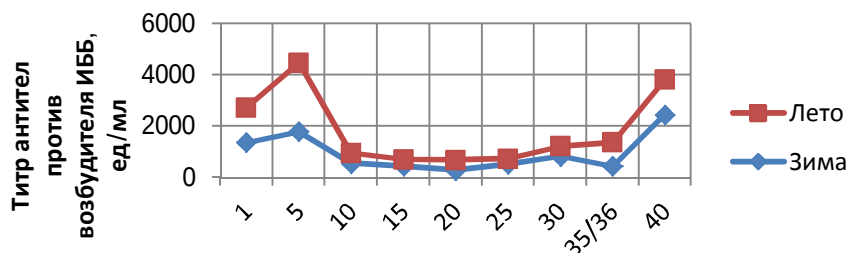


Рис. 2. Динамика титров антител против возбудителя инфекционной бурсальной болезни (ИББ) в сыворотке крови цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе.

На 5-е сутки различия между летним и зимним периодами составили 33,4% ($P \leq 0,05$). После чего на 10-е и 15-е сутки титры в зимний период были выше на 27% ($P \leq 0,001$) и 41% ($P \leq 0,05$), на 25-е и 30-е сутки соответственно на 58% ($P > 0,05$) и 54% ($P > 0,05$) и на 40-е сутки на 45% ($P > 0,05$). На оставшиеся 20-е и 35-е сутки значения в летний период были выше на 28% ($P \leq 0,05$) и 54% ($P \leq 0,05$) соответственно.

Рассматривая уровень защищённости от возбудителя ИББ, мы наблюдаем, что в зимний период 56,3% (9/16) и 61,9% (13/21) сывороток в летний период, титр которых отрицательный или сомнительный принадлежат промежутку с 15-е по 25-е сутки.

Вакцинация против болезни Ньюкасла (НБ) на птицефабрике проводилась на 1-е сутки, сразу после вылупления и на 14-е сутки. Динамика титров антител в норме и при применении препаратов отображена на Рис. 3.

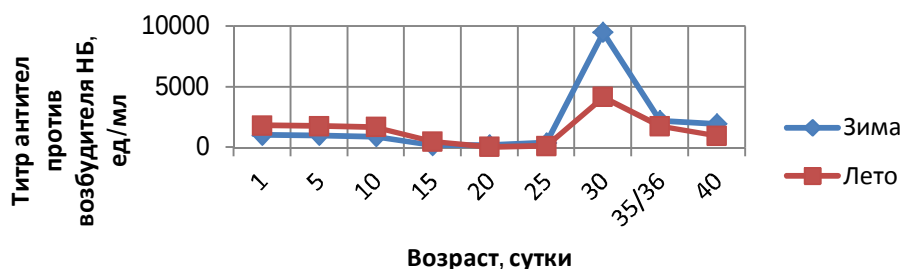


Рис. 3. Динамика титров антител против возбудителя болезни Ньюкасла (НБ) в сыворотке крови цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе.

Наблюдаются снижение уровня антител к 15-м суткам в зимний и летний периоды. До 25-х суток титры не изменяются и на 30-е сутки мы наблюдаем резкое их возрастание с постепенным спадом к 40-м суткам. На 10-е и 15-е сутки среднее значение титров в летний период превосходили значения в зимний период на 47,5% ($P > 0,05$) и 69% ($P > 0,05$). Начиная с 20-х суток и заканчивая 40-ми среднее значение уровня поствакцинальных антител в зимний период превышала таковые значения в летний период. Разница составила 84,7% ($P \leq 0,05$), 70,1% ($P > 0,05$), 56,1% ($P \leq 0,05$), 20,6% ($P > 0,05$) и 49,9% ($P \leq 0,05$) соответственно.

Стоит отметить, что большинство отрицательных титров поствакцинальных антител в сыворотки крови наблюдалось у цыплят, относящихся к возрастному периоду с 15-е по 25-е сутки 85,7% (12/14).

У цыплят-бройлеров кросса «Ross-308», по результатам исследования титров антител против трёх основных возбудителей (ИБК, ИББ, НБ) установили что, от момента вылупления цыплят защищают материнские антитела, которые к 15-м суткам сильно сокращают свою концентрацию, пока к 25 – 30-м суткам, не начинают вырабатываться собственные антитела. Образуется «титровая яма» на промежуточном этапе в фазу ювенальной линьки (15 - 25 сутки) – критическая фаза - промежуток, на котором птицы наиболее подвержены заболеваемости в случае неблагоприятной эпидемиологической ситуации по данным возбудителям в хозяйстве.

Достоверные данные по повышению титров антител в зимний период наблюдаются только на 10 и 15 сутки по титрам болезни Ньюкасла и на 35 сутки по титрам. Подобный вывод поднимает вопрос о целесообразности проводить вакцинацию в ранние периоды жизни, пока иммунная система не до конца сформирована и защиту обеспечивают материнские антитела.

Выводы

1. Сезонность, стресс-взаимодействия биологического и техногенного происхождения, с первых дней жизни, вызывают в организме цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» изменения в метаболическом статусе общей резистентности организма, проявляющихся в достоверном увеличении в летний период содержания в крови гемоглобина, общего белка, повышении бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, фагоцитарной активности лейкоцитов, при одновременном снижении титра антител до 1:130.

2. У цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» выявлены 3 критические фазы в развитии:

I. с 1 по 10 сутки (связана с вылуплением, адаптацией к новым условиям существования и вакцинацией);

II. с 15 по 20 сутки (связана со сменой пуха на первичное перо, ювенальной линькой, вакцинацией - отрицательные титры поствакцинальных антител в сыворотки крови до 85,7% (12/14); с резким уменьшением в клеточном составе ретикулярных клеток до 3,15 % (3,40/2,91), увеличением среднего количества малых, средних и больших лимфоцитов до 1,05% (1,08/1,03) и макрофагов до 2,81% (2,87/2,76));

III. с 25 по 30 сутки (связана с половой зрелостью особи, увеличением в клеточном составе базофилов до 4,08% (4,36/3,80), и сменой рациона питания).

The article established critical periods in the development of broiler chickens cross «Ross-308." Investigated nonspecific resistance and broilers at different periods of ontogenesis.

The key words: cross, broiler, «ROSS-308", ontogeny, nonspecific resistance, seasonality.

Список литературы

1. Бессарабов, Б.Ф. Птицеводство и технология производства яиц и мяса птиц / Б.Ф. Бессарабов, Э.И. Бондарев, Т.А. Столяр //СПб.: Лань, 2005. С. 67-171.
2. Елизаров, Е.С. Рост органов и тканей у мясных кур / Е.С. Елизаров. Сергиев Посад: ГУП ППЗ «Конкурсный», 2002 36 с.
3. Фисинин, В.И. Новые научные и практические подходы в развитии мирового и отечественного птицеводства / В.И. Фисинин // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве.Спб.: МГК, 2004. С. 6-11.
4. Селезнев, С.Б. Морфофункциональные особенности домашних птиц / С.Б. Селезнев, Г.А. Ветошкина, Л.Л. Овсищев // Лекция. М.: Красногорское ОАО. 2001. С. 4-7.
5. Юдичев, Ю.Ф. Сравнительная анатомия вегетативного отдела нервной системы наземных позвоночных / Юдичев Ю.Ф. // Сборник научных трудов. Омский с.-х. ин-т.Омск, 1992. С.4-8.
6. Юдичев, Ю.Ф. Анатомия домашних животных / Ю.Ф. Юдичев, С.И. Ефимов, Г.А. Хонин и др. // Учебник. Омск: филиал издательства ИВМОмГАУ, 2003. С. 302.
7. Тельцов, Л.П. Периодизация развития крупного рогатого скота / Л.П. Тельцов // Сельскохозяйственная биология.М., 2000. №4. С.13-19.
8. Тельцов, Л.П. Этапность развития органов человека и животных и наследственность в онтогенезе / Л.П. Тельцов // Естествознание на рубеже столетий. М.: Дагомыс, 2001.Т.2. С.135-140.
9. Шмальгаузен, И. Основы сравнительной анатомии позвоночных животных. / И. Шмальгаузен

зен // М., 1947.С. 35-68.

10.Тельцов, Л.П. Значение критических фаз в развитии органов. Функциональный статус млекопитающих и птиц / Л.П.Тельцов, В.А. Столяров, Е.Н. Сковородин. Симферополь, 1995. С. 10-11.

Об авторах

Тельцов Л.П. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П.Огарева.

Зайцева Е.В. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», z_ev11@mail.ru

Харлан А.Л. – кандидат биологических наук, ассистент ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», alexkharlan@mail.ru

Крикливый Н.Н. – кандидат биологических наук, инспектор Управления Россельхознадзора по Брянской и Смоленской областям, k_nik72@mail.ru

Щеглов Н.А. – кандидат биологических наук, радиобиолог Управления Россельхознадзора по Брянской и Смоленской областям.

УДК 541.138

МЕТОДЫ СИНТЕЗА α - , β -Ni(OH)₂ И ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

А.А. Зайцева, И.Г. Горичев, С.В. Кузнецов

Разработаны модифицированные методы синтеза гидроксидов никеля (α - и β - Ni(OH)₂) из спиртовых растворов. Проведена сравнительная идентификация полученных соединений различными физико-химическими методами. Установлены условия синтеза чистых фаз гидроксидов, не содержащих основные соли.

Ключевые слова: гидроксид никеля, синтез, кристаллические модификации.

ВВЕДЕНИЕ

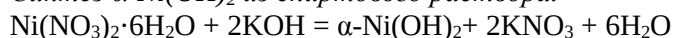
Гидроксид никеля имеет широкое применение в никелевых аккумуляторах, где он используется как материал катода. Свойства Ni(OH)₂ как катода в аккумуляторах сильно зависят от размера, морфологии и фазового состава. Существует две модификации Ni(OH)₂, которые описаны как α -Ni(OH)₂ и β -Ni(OH)₂ [1-9]. Во время зарядки аккумулятора они переходят в γ -NiOOH и β -NiOOH соответственно. Как показано в [2] α -Ni(OH)₂ фаза имеет менее упорядоченную структуру и нестабильна в щелочной среде.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Предложить модифицированные методы синтеза α - и β -Ni(OH)₂ в водно-спиртовых растворах и провести идентификацию с помощью методов физико-химического анализа.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Модифицирование методики получения α - и β -формы гидроксида никеля (II) состоит в том, что использование спиртовых растворов, позволяет уменьшить содержание основных солей в процессе получения гидроксидов никеля и добиться большей фазовой однородности в отличие от методов предлагаемых в [1].

Синтез α -Ni(OH)₂ из спиртового раствора.

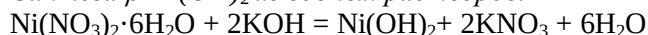


15г Ni(NO₃)₂·6H₂O растворяли в 20мл этилового спирта в инертной атмосфере, не содержащей CO₂. Полученный раствор по каплям добавляли в раствор КОН в этиловом спирте (6г в 20мл спирта) при сильном перемешивании. Осадок промывали спиртом, фильтровали и сушили.

Синтез β - Ni(OH)₂ из водно-спиртовых смесей.

15г Ni(NO₃)₂·6H₂O растворяли в 20мл этилового спирта в атмосфере, не содержащей CO₂. Полученный раствор по каплям добавляли в раствор КОН в этиловом спирте (6г КОН в 20мл водно-спиртовой смеси 2:1;1:1;1:2) при сильном перемешивании и выдерживали 3-4 ч в этом режиме. Осадок промывали спиртом, фильтровали и сушили при 105°C в атмосфере, не содержащей CO₂.

Синтез β -Ni(OH)₂ из водных растворов.



К раствору 15г Ni(NO₃)₂·6H₂O в 20мл воды добавляли по каплям при интенсивном перемешивании раствор 6г КОН в 20мл воды. Во время процесса осаждения, температура поддерживалась 60°C. Для удаления избытка OH⁻ и NH₄⁺ ионов осадок неоднократно промывали до нейтрального pH дистиллированной водой. Осадок сушили в вакууме по методикам [2-7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГИДРОКСИДОВ И ОБСУЖДЕНИЕ

Структура гидроксидов никеля исследовалась с помощью ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа, термогравиметрии.

ИК спектры различных форм Ni(OH)₂ представлены на рис. 1. На ИК-спектре при ν равной

460 см^{-1} наблюдаются ν – валентные колебания скелета (Ni-O), а при 526 см^{-1} наблюдаются деформационные колебания OH^- (Ni-O-H). На спектре $\alpha\text{-Ni(OH)}_2$ имеется сильный пик 656 см^{-1} относимый к деформационным колебаниям $\delta(\text{Ni-O-H})$ и характерный для α -формы. Для кристаллизационной воды характерны полосы поглощения при 3550-3200 см^{-1} (антисимметричные и симметричные валентные колебания OH^-) и при 1630-1600 см^{-1} (деформационные колебания скелета H-O-H). При высоком разрешении в спектре наблюдается тонкая структура этих полос, что согласуется с данными работы [8].

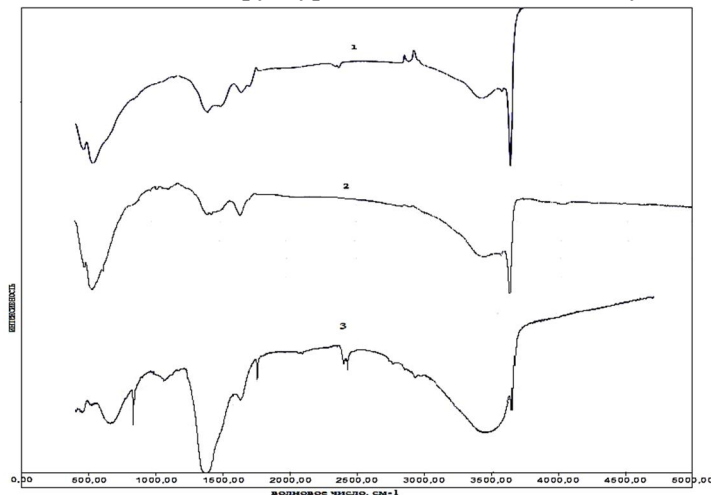


Рисунок 1. ИК-спектр $\beta\text{-Ni(OH)}_2$ из водного раствора (1), $\beta\text{-Ni(OH)}_2$ из водно-спиртового раствора (2), $\alpha\text{-Ni(OH)}_2$ из спиртового раствора (3).

Волновое число при 1382 см^{-1} – соответствует колебаниям групп CO_3^{2-} , которые появляются благодаря адсорбции углекислого газа из атмосферы [1, 6, 8-10].

На рис. 2 представлены результаты применения термического анализа для идентификации Ni(OH)_2 .

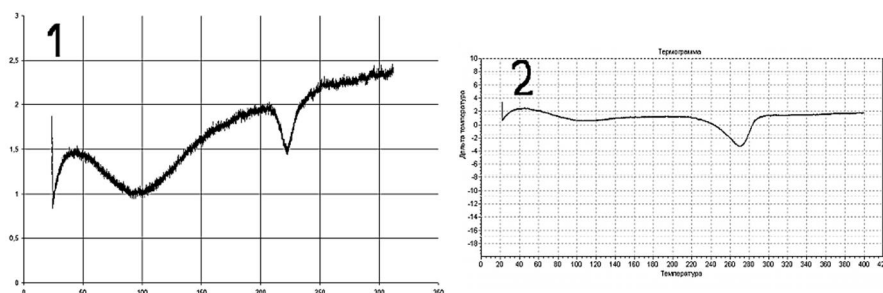


Рисунок 2. Зависимость потери массы –1, и изменение температуры –2.

На термограмме наблюдается 2 пика – первый в области 100-110 $^{\circ}\text{C}$ – соответствует потере адсорбированной воды, второй – в области 230-280 $^{\circ}\text{C}$ – соответствует переходу гидроксида никеля (II) в Ni_2O_3 [6, 9], при этом пик дегидратации гидроксида (а) и окисления NiO в Ni_2O_3 (б) приходится на разные температурные интервалы. Для α -гидроксида, полученного из спиртового раствора второй пик смещён в область более низких температур и процессы дегидратации и окисления происходят одновременно.

На рис. 3, 4 представлены характерные рентген дифракционные спектры синтезированных из спиртового раствора α -и β - гидроксида никеля (II). никеля [9].

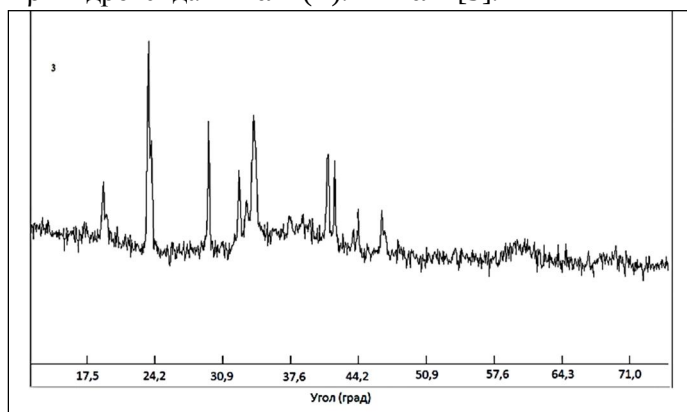


Рисунок 3. Рентген дифракционный спектр α - гидроксида никеля (II).

Из рисунка 3 видно, что α -гидроксид никеля представляет собой кристаллическое соединение, пики в области 2θ равном 22° , $32-44^\circ$ относятся к α -гидроксиду [1, 11]. На спектре РФА β -гидроксида (рис.4), наблюдаются широкие и диффузные пики в области 2θ равном $12-22^\circ$, $32-44^\circ$, $52-64^\circ$ относящиеся к β -гидроксиду никеля [9]. Пики при углах (2θ): $19,2^\circ$, $33,0^\circ$, $38,5^\circ$, $52,0^\circ$, $58,9^\circ$, $62,6^\circ$, соответствуют (001), (100), (101), (102), (110) и (111) кристаллическим плоскостям β -гидроксида [1, 6, 11]. При синтезе из спиртовых растворов для β -модификации гидроксида никеля характерна слабо-кристаллическая структура, тогда как α -гидроксид никеля имеет упорядоченную кристаллическую структуру. Для водных растворов наблюдается обратная картина.

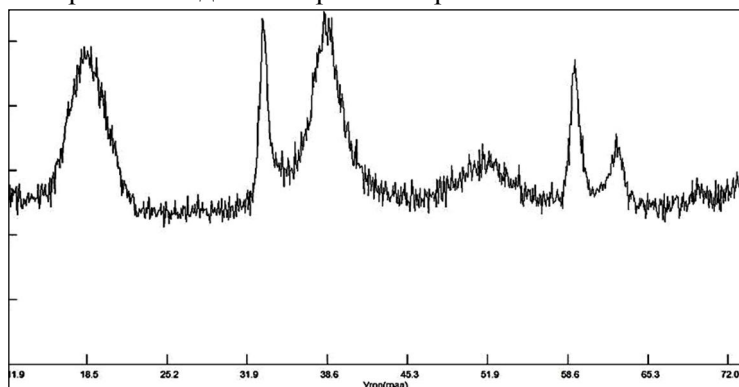


Рисунок 3. Рентген дифракционный спектр β - гидроксида никеля (II).

При синтезе гидроксидов никеля в водно-спиртовых средах с различным соотношением спирт: вода выяснено, что вначале образуется аморфный α -гидроксид никеля, однако он нестабилен в щелочной среде и постепенно переходит в β -модификацию, которая отличается большей структурированностью и упорядоченностью. Зависимость состава твердой фазы от времени выдержки и соотношения смеси представлены в таблице.

Таблица

Влияние времени выдержки на состав продукта.

Объемное соотношение вода:спирт	Время, ч		
	1	1,5	3,5
2:1	30% α -Ni(OH) ₂ 70% β -Ni(OH) ₂	100% β -Ni(OH) ₂	β Ni(OH) ₂
1:1	$\approx$ 100% α -Ni(OH) ₂	40% α -Ni(OH) ₂ 60% β -Ni(OH) ₂	100% β -Ni(OH) ₂
1:2	100% α -Ni(OH) ₂	70% α -Ni(OH) ₂ 30% β -Ni(OH) ₂	90% α -Ni(OH) ₂ 10% β -Ni(OH) ₂

Из обобщенных в таблице данных видно, что чем больше содержание воды в исходной водно-спиртовой смеси при синтезе и чем больше время выдержки образца, тем полнее α -гидроксид переходит в β -модификацию. Полученные данные согласуются с указываемыми в [1].

Заключение

1. Синтез β -Ni(OH)₂ может быть осуществлен из водно-спиртовых растворов при длительном старении, с повышением концентрации спирта увеличивается время старения.
2. Чистый α -Ni(OH)₂ может быть получен только из спиртовых растворов, старение приводит к загрязнению β -формой.
3. По данным термоанализа можно идентифицировать α - и β -формы гидроксидов никеля (II).

The modified methods of synthesis of nickel hydroxide (α -and β -Ni (OH) 2) from alcoholic solutions. Compounds obtained were comparatively identify the by various physical-chemical methods. Established the conditions for the synthesis of pure phases hydroxide without salts basic.

The keys words : nickel hydroxide, synthesis, crystal modifications

Список литературы

1. Li-Xia Yanga, Ying-Jie Zhua, Hua Tonga, Zhen-Hua Lianga, Liang Lia, Ling Zhanga. Hydrothermal synthesis of nickel hydroxide nanostructures in mixed solvents of water and alcohol// Journal of Solid State Chemistry., 2007. V.180. P. 2097.
2. Казимиров В.Ю. Жерлу-Демурже Л. Серван Л. Смирнов М.Б. Балагуров А.М. Натканец И. // Сообщения объединенного института ядерных исследований. Дубна., 2006. РЗ -181 С. 3-4.
3. Руководство по неорганическому синтезу: в 6 т. Т. 5 / Под ред. Г. Брауэра/ пер. с нем. М.: Мир. 1985. С. 1791-1793.
4. Ключников Н. Г. Руководство по неорганическому синтезу. М.:Химия., 1965. С. 111, 159.

5. Руководство по неорганическому синтезу: Учебное пособие для ВУЗов // Горичев И.Г. Зайцев Б.Е. Киприянов Н.А. Ключников Н. Г. Громов Д.Н. М.: Химия, 1997. С. 107, 163.
6. Quansheng Songa, Zhiyuan Tanga, Hetong Guoa, S.L.I. Chanb. Structural characteristics of nickel hydroxide synthesized by a chemical precipitation route under different pH values //Journal of Power Sources., 2002. V.112. P. 428–432.
7. Ying Wu, Yiming He, Tinghua Wu, Weizheng Weng, Huilin Wan. Effect of synthesis method on the physical and catalytic property of nanosized NiO// Materials Letters., 2007. V. 61. P. 2679.
8. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / пер. с англ.- М.: Мир., 1991 С. 120, 252-253, 521-526.
9. Changjiu Liua, Yanwei Lib. Synthesis and characterization of amorphous α -nickel hydroxide// Journal of Alloys and Compounds., 2009. V.478. P.416–417.
10. Teh-Long Lai, Wen-Feng Wang, Youn-Yuen Shub, Yi-Ting Liu, Chen-Bin Wang. Evaluation of microwave-enhanced catalytic degradation of 4-chlorophenol over nickel oxides //Journal of Molecular Catalysis A: Chemical., 2007 V. 273. P. 305.
11. Neil Spinner, William E. Mustain. Effect of nickel oxide synthesis conditions on its physical properties and electrocatalytic oxidation of methanol. //Electrochimica Acta., 2011. V.56. P. 5658-5659.
12. Реми Г. Курс неорганической химии: в 2т. Т. 2 / пер. с нем.- М.: Мир., 1966. С. 333-335.

Об авторах

Зайцева А.А. - Московский педагогический государственный университет.

Горичев И.Г. - Московский педагогический государственный университет

Кузнецов С.В - Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

УДК 581.55+58.01/.07

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *CONYZA CANADENSIS* (L.) CRONQUIST В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.М. Ивенкова

Исследована фитоценотическая активность *Conyza canadensis* (L.) Cronquist на территории Брянской области. Наибольшая активность отмечена в сообществах: *Conyza canadensis*, *Phalacrolooma annuum*, *Oenothera biennis*, *Lupinus polyphyllus*, приуроченных к нарушенным песчаным местообитаниям, испытывающих регулярную антропогенную нагрузку.

Ключевые слова: фитоценотическая активность, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, Брянская область.

Введение. В последнее время процессы, связанные с проникновением и воздействиями неаборигенных видов на местные виды и сообщества значительно усилились [1]. Внедряясь в естественные и полуестественные сообщества, адвентивные виды становятся серьезной угрозой биоразнообразию растительных сообществ и наносят существенный экономический ущерб сельскому хозяйству. Для более точной оценки влияния адвентивных видов на растительные сообщества необходимо оценить фитоценотическую активность видов. Фитоценотическая активность характеризует поведение вида или видов в пределах того или иного типа экотопов или фитоценозов. [2].

В ходе исследований нами проводилась оценка фитоценотической активности адвентивного вида *Conyza canadensis* (L.) Cronquist.

Методика работы. Геоботанические описания сообществ проводились на пробных площадях размером 4 – 25 м² или в естественных границах сообщества. Было выполнено 80 описаний на территории Комаричского, Севского, Брасовского, Навлинского районов Брянской области. Обилие-покрытие видов дано по шкале J. Braun-Blanquet [3].

В ходе ботанического обследования было установлено, на основе дедуктивного метода классификации растительных сообществ К. Кореcky, С. Hejny [4] 5 дериватных сообществ: *Reynoutria japonica* [*Convolvulalia sepium*], *Oenothera biennis* [*Artemisietea vulgaris* / *Koelerio-Corynepherea*], *Phalacrolooma annuum* [*Artemisietea vulgaris* / *Koelerio-Corynepherea*], *Conyza canadensis* [*Stellarietea mediae*], *Lupinus polyphyllus* [*Magnoliopsida*], базальное сообщество *Agrimonia eupatoria* [*Molinio-Arrhenatheretea*] и ассоциация *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* [*Artemisietea vulgaris*] установленная по методу J. Braun-Blanquet [3] (таблица 1).

Фитоценотическая активность *Conyza canadensis* исследовалась в 5 дериватных сообществах: *Oenothera biennis*, *Phalacrolooma annuum*, *Conyza canadensis*, *Lupinus polyphyllus*, *Reynoutria japonica*, базальном сообществе *Agrimonia eupatoria* и 6 ассоциациях: *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* Br.-Bl. 1931, *Polytricho pilosi-Koelerietum glaucae* Bulokhov 1999, *Artemisio campestris-Agrostietum tenuis*

Bulokhov 1999 [5], *Agrostio vinealis-Corynephorum canescentis* Bulokhov 1990, *Astragalo arenarii-Armerietum elongatae* субасс. *typicum peucedanietosum oreoselini* Bulokhov et Radchenko in Radchenko 1999 [6], *Sedo acris-Agrostietum vinealis* Bulokhov 1990 субасс. *S.a. - A.v. veronicetosum spicatae* subass. Semenishchenkov 2009 [7] на территории Брянской области.

Для оценки фитоценотической активности (ФА) использовали пятибалльную шкалу предложенную А.Д. Булоховым [8], в которой сочетается 2 показателя: обилие-покрытие и класс постоянства.

5 – особо активные – класс постоянства IV – V, обилие-покрытие (дано по шкале Браун-Бланке) 4 – 5;

4 – высокоактивные – класс постоянства III – V и обилие-покрытие 2-3;

3 – среднеактивные, имеющие II – IV и обилие-покрытие + – 2;

2 – малоактивные, имеющие I – II классы постоянства и проективное покрытие +;

1 – неактивные, имеющие I класс постоянства, единично произрастающие в сообществах отдельных ассоциаций с обилием «г». Это в основном стенофитные виды.

Степень антропогенного нарушения местообитаний (САН) определялась по собственной шкале, разработанной на основе шкал гемеробности [9, 10].

1. – местообитания совершенно не подверженные антропогенному воздействию (заповедные территории, труднодоступные части леса и пойменных лугов);

2. – местообитания со слабым антропогенным воздействием (нерегулярный выпас слабой интенсивности, нерегулярное сенокошение, слабая рекреационная нагрузка);

3. – местообитания подверженные умеренному антропогенному воздействию (зарастающие старовозрастные залежи, парки, сенокосы, фруктовые сады);

4. – местообитания, испытывающие регулярное антропогенное воздействие (выпасы, сеяные луга, поля, залежи, огороды, старые пустыри, кладбища, газоны, палисадники, клумбы, жилищная застройка, насыпи ж.д., обочины грунтовых дорог);

5. – местообитания полностью антропогенно трансформированные (пути ж.д., обочины шоссе, карьеры, свалки, пустыри).

Экологические оптимумы сообществ определялись по шкалам Х. Эленберга [11]. Латинские названия растений даны по сводке С.К. Черепанова [12].

Статистическая оценка связи и зависимости между ФА и выявленными показателями сообществ оценивалась с помощью коэффициента корреляции (r), коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_s) и стандартизованного коэффициента регрессии ($Beta$) с помощью пакета Statistica 8.

Результаты исследования. Родина *Conyza canadensis* – Северная Америка. В 17 веке мелколепестник завезён в ботанические сады Европы, по-видимому, как редкостное заморское растение. В середине 17 века отмечен в ботанических садах Нюрнберга и Блуа. В 18 веке вид был уже довольно широко распространён в Средней Европе [1]. В Российской империи этот вид появился, вероятно, в начале 19 века, но сказать что-либо определенное относительно места внедрения мелколепестника канадского в аборигенную флору не представляется возможным. Самый ранний гербарный сбор сделан в 1753 г. в Одессе. В каталоге растений сада П. Демидова в Москве *Conyza canadensis* упоминается уже как обычный сорняк [13]. В первой половине 19 века мелколепестник канадский распространен уже во многих районах европейской части Российской империи [1]. В настоящее время входит в состав синантропной флоры во всех странах Европы, за исключением Ирландии и Исландии, обнаружен в Австралии и Японии [14].

В.Н. Хитрово на территории Брянской области отмечал *Conyza canadensis* в Красногорском, Почепском р-нах, ниже по течению р. Десны в г. Брянске, с. Лопуше, д. Яковской, у г. Трубчевска [15]. В 1975 году П.З. Босек указывал *Conyza canadensis* как очень частый вид по паровым полям, дорогам, берегам рек, склонам [16]. В настоящее время широко распространен по всем районам области [17].

Таблица 1

Обзорная таблица сообществ с *Conyza canadensis*

Сообщества	1	2	3	4	5	6	7
Число описаний	8	6	6	4	24	15	17
ОПП, %	80	100	100	100	100	65	95
<i>Conyza canadensis</i>	V ⁴	II ⁺	I ⁺	I ⁺	IV ¹	II ¹	II ¹
<i>Agrimonia eupatoria</i>	-	V ²	-	-	II ⁺	III ⁺	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	V ⁺	-	V ³	IV ⁺	IV ¹	-	IV ⁺
<i>Tanacetum vulgare</i>	V ¹	-	V ²	-	I ⁺	II ⁺	-
<i>Reynoutria japonica</i>	-	-	-	V ⁴	-	-	-
<i>Phalacrolooma annuum</i>	IV ⁺ 1	IV ^r	IV ⁺	-	V ³	IV ⁺	III ¹
<i>Oenothera biennis</i>	-	-	-	-	I ⁺	V ⁴	I ⁺

<i>Lupinus polyphyllus</i>	-	-	-	-	-	-	V ⁴
<i>Trifolium pratense</i>	V ¹	-	-	-	-	-	I ⁺
<i>Artemisia absinthium</i>	IV ⁺¹	-	V ⁺	-	IV ⁺	II ⁺	-
<i>Elytrigia repens</i>	V ¹	-	-	-	III ¹	II ⁺¹	II ¹
<i>Consolida regalis</i>	IV ⁺¹	-	IV ⁺	-	II ⁺	-	I ⁺
<i>Taraxacum officinale</i>	V ⁺	-	IV ⁺	-	IV ⁺	III ¹	II ⁺¹
<i>Lactuca serriola</i>	V ¹	-	IV ⁺¹	-	III ⁺	II ⁺	I ⁺
<i>Trifolium arvense</i>	IV ⁺¹	-	-	-	II ¹	-	I ⁺
<i>Daucus carota</i>	II ⁺	IV ⁺	-	-	II ⁺	I ^r	II ⁺
<i>Convolvulus arvensis</i>	IV ⁺	-	II ¹	-	III ¹	II ⁺	II ¹
<i>Veronica chamaedrys</i>	IV ¹	-	-	-	II ⁺	-	-
<i>Plantago lanceolata</i>	II ¹	V ⁺	-	-	II ⁺	-	III ⁺
Сообщества	1	2	3	4	5	6	7
<i>Poa pratensis</i>	IV ¹	V ¹	IV ⁺¹	-	III ¹	-	III ¹
<i>Stellaria graminea</i>	II ⁺	IV ⁺	-	-	I ⁺	II ⁺	III ^r
<i>Centaurea cyanus</i>	II ⁺	-	V ⁺	-	-	-	-
<i>Galium boreale</i>	II ¹	V ¹	-	-	II ⁺¹	II ¹	IV ¹
<i>Vicia cracca</i>	II ¹	V ⁺	II ¹	-	II ⁺	III ¹	III ^r
<i>Hypericum perforatum</i>	II ⁺	V ⁺	-	-	I ⁺	II ⁺	I ⁺
<i>Achillea millefolium</i>	IV ¹	V ⁺	-	IV ⁺	IV ¹	III ⁺	III ¹
<i>Linaria vulgaris</i>	II ¹	-	-	-	II ⁺	III ⁺	I ^r
<i>Rumex acetosa</i>	II ⁺	V ⁺	-	-	I ⁺	III ¹	-
<i>Agrostis tenuis</i>	II ¹	V ¹	-	-	IV ¹	II ¹	II ¹
<i>Cichorium intybus</i>	II ¹	V ^r	IV ⁺	-	IV ¹	I ⁺	II ¹
<i>Plantago major</i>	II ¹	V ⁺	-	V ⁺	III ⁺	I ⁺	III ^r
<i>Potentilla erecta</i>	II ⁺	-	-	-	I ⁺	II ⁺	I ⁺
<i>Equisetum arvense</i>	IV ⁺	-	IV ⁺¹	-	II ⁺	II ⁺	III ¹
<i>Leucanthemum vulgare</i>	-	IV ¹	-	-	-	-	III ⁺
<i>Phleum pratense</i>	-	V ¹	IV ⁺¹	-	II ¹	-	III ¹
<i>Dactylis glomerata</i>	-	V ¹	-	-	III ⁺	II ¹	V ¹⁻²
<i>Centaurea jacea</i>	-	V ¹	-	-	I ⁺	II ¹	I ⁺
<i>Alchemilla hirsuticaulis</i>	-	V ¹	-	-	-	-	-
<i>Fragaria viridis</i>	-	V ⁺	-	-	I ⁺	II ¹	I ⁺
<i>Geranium pratense</i>	-	IV ^r	-	IV ⁺	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	IV ⁺	-	-	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	-	V ⁺	-	-	-	I ^r	II ⁺
<i>Anthriscus sylvestris</i>	-	II ^r	-	-	-	-	-
<i>Pilosella officinarum</i>	-	V ⁺	-	-	-	-	-
<i>Saponaria officinalis</i>	-	-	IV ⁺	-	-	-	I ⁺
<i>Sonchus arvensis</i>	-	-	II ⁺	-	II ⁺	-	I ^r
<i>Chelidonium majus</i>	-	-	-	V ⁺	-	-	-
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	IV ^r	I ⁺	-	I ⁺
<i>Polygonum aviculare</i>	-	-	-	V ⁺	II ⁺	-	I ⁺
<i>Lotus corniculatus</i>	-	-	-	-	III ⁺	-	-
<i>Matricaria recutita</i>	-	-	-	-	II ¹	-	-
<i>Arctium tomentosum</i>	-	-	-	-	II ⁺	-	-
<i>Calamagrostis epigeios</i>	-	-	-	-	II ¹	III ²	III ¹
<i>Trifolium alpestre</i>	-	-	-	-	II ⁺	-	-
<i>Melilotus officinalis</i>	-	-	-	-	I ⁺	I ¹	-
<i>Festuca pratensis</i>	-	-	-	-	I ¹	-	-
<i>Solidago canadensis</i>	-	-	-	-	I ⁺	-	-
<i>Thymus ovatus</i>	-	-	-	-	I ⁺	-	-
<i>Eryngium planum</i>	-	-	-	-	I ⁺	-	-
<i>Oenothera rubricaulis</i>	-	-	-	-	-	II ⁺	-
<i>Artemisia campestris</i>	-	-	-	-	-	-	I ¹
<i>Betula pendula (подпочт)</i>	-	-	-	-	-	-	II ^r
<i>Acer negundo</i>	-	-	-	IV ⁺	-	-	-

1 – сообщество *Conyza canadensis*, 2 – базальное сообщество *Agrimonia eupatoria*, 3 – ассоциация *Artemisio-Tanacetetum vulgare*, 4 – сообщество *Reynoutria japonica*, 5 – сообщество *Phalacrolooma annuum*, 6 – сообщество *Oenothera biennis*, 7 – сообщество *Lupinus polyphyllus*.

Выявленная фитоценотическая активность *Conyza canadensis* и показатели местообитаний растительных сообществ, установленные по шкалам Элленберга и шкале САН представлены на рис. 1.

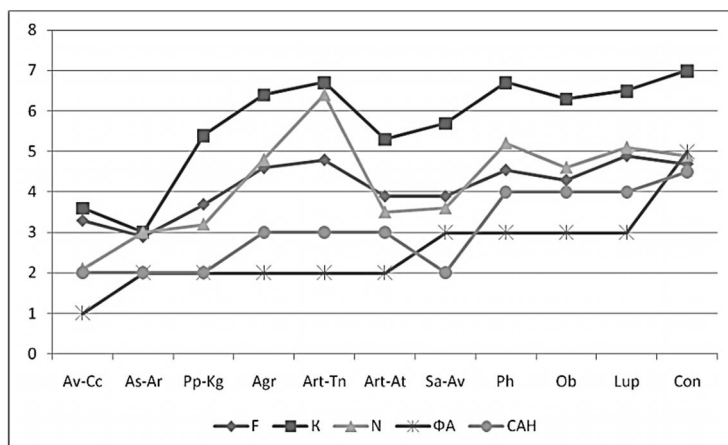


Рисунок 1. Фитоценоотическая активность *Conyza canadensis* и показатели местообитаний растительных сообществ

Примечание: Показатели местообитаний F – влажность почвы; K – кислотность почвы; N – обеспеченность минеральным азотом почвы; ФА – фитоценоотическая активность, САН – степень антропогенной нагрузки; Av-Cc – ассоциация *Agrostio vinealis-Corynephorum canescentis*; As-Ar – ассоциация *Astragalo arenarii-Armerietum elongatae* субасс. *typicum peucedanietosum oreoselini*; Art-Tn – ассоциация *Artemisio-Tanacetum vulgaris*; Agr – базальное сообщество *Agrimonia eupatoria*; Pp-Kg – ассоциация *Polytricho pilosi-Koelerietum glaucae*; Art-At – ассоциация *Artemisio campestris-Agrostietum tenui*; Sa-Av – ассоциация *Sedo acris-Agrostietum vinealis* субасс. *S.a.-A.v. veronicetosum spicatae*; Ph – сообщество *Phalacrolooma annuum*; Ob – сообщество *Oenothera biennis*; Lup – сообщество *Lupinus polyphyllus*; Con – сообщество *Conyza canadensis*.

Корреляционный анализ показал статистически достоверную связь между ФА *Conyza canadensis* и САН ($r=0,73$; $r_s=0,72$); регрессионный анализ также выявил зависимость между ФА *Conyza canadensis* и САН ($Beta = 0,73$) при $\alpha=0,05$ и $n=11$. Зависимость между ФА и изменениями влажности (F), кислотности (R) и богатства почвы минеральным азотом (N) достоверно не прослеживается.

В ассоциации *Agrostio vinealis-Corynephorum canescentis* *Conyza canadensis* неактивный вид, имеющий I класс постоянства и проективное покрытие г. Сообщества приурочены к сухим, кислым, бедным минеральным азотом почвам или сухим разбитым пескам, САН=2.

В ассоциациях *Artemisio-Tanacetum vulgaris*, *Astragalo arenarii-Armerietum elongatae* субасс. *typicum peucedanietosum oreoselini*, *Polytricho pilosi-Koelerietum glaucae*, *Artemisio campestris-Agrostietum tenui* и базальном сообществе *Agrimonia eupatoria* – *Conyza canadensis* малоактивный вид, влажность почвы и содержание минерального азота в почве имеет наибольшие значения. В ассоциациях *Astragalo arenarii-Armerietum elongatae* субасс. *typicum peucedanietosum oreoselini*, *Polytricho pilosi-Koelerietum glaucae* – вид имеет I класс постоянства и проективное покрытие +, сообщества ассоциаций приурочены к песчаным террасам рек, САН=2. В сообществах ассоциаций *Artemisio-Tanacetum vulgaris*, *Artemisio campestris-Agrostietum tenui* и в базальном сообществе *Agrimonia eupatoria* – вид имеет I– II классы постоянства и проективное покрытие +. Эти сообщества ассоциаций располагаются на многолетних залежах, САН=3.

Активность вида увеличивается на более молодых залежах (1 – 4 года). В сообществах *Phalacrolooma annuum*, *Oenothera biennis*, *Lupinus polyphyllus* – вид становится среднеактивным, класс постоянства IV, II, обилие-покрытие 1. Сообщества распространены по разнообразным нарушенным местообитаниям (паровым полям, обочинам дорог, пустырям, откосам ж.д. полотна, разрушенным пескам), влажность почвы и содержание минерального азота в почве уменьшается, САН=4.

В ассоциации *Sedo acris-Agrostietum vinealis* субасс. *S.a.-A.v. veronicetosum spicatae* – среднеактивный вид, класс постоянства III, обилие-покрытие +, сообщество распространено на сухих, кислых, бедных минеральным азотом песчаных почвах, САН=2.

Наибольшую фитоценоотическую активность вид имеет в сообществе *Conyza canadensis* приуроченном к нарушенным песчаным местообитаниям (паровым полям, обочинам дорог, пустырям, САН=4,5), класс постоянства 5, обилие-покрытие 4 – вид особо активен, формирует данное сообщество и является доминантом.

В сообществе *Reynoutria japonica*, встречающимся на нарушенных местообитаниях (САН=4) с высоким содержанием азота в субстрате, мелколепестник канадский неактивен, т.к. рейнотрия формирует моnodоминантные высокорослые мертвopoкpoвные заросли [18], угнетая и вытесняя другие виды растений благодаря созданию затенения и развития мощных корневищ. Как правило, редкие растения *Conyza*

canadensis приурочены к границе сообществ, где освещенность выше. Такая же ситуация характерна для сообществ с подобной структурой, сформированных *Solidago gigantea* и *Asclepias syriaca* [19, 20].

Высокая фитоценотическая активность *Conyza canadensis* отмечена на средневлажных (свежих), слабокислых, умеренно богатых минеральным азотом нарушенных песчаных местообитаниях, испытывающих регулярную антропогенную нагрузку.

За помощь в проведении корреляционного анализа и разработке шкалы для определения степени антропогенного нарушения местообитаний (САН) автор благодарит кандидата биологических наук, доцента кафедры ботаники ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет им. И.Г. Петровского» Н.Н. Панасенко.

The degree of activity phytocenotic *Conyza canadensis* (L.) Cronquist in the Bryansk region. The largest activity was noted in the communities: *Conyza canadensis*, *Phalacrologium annuum*, *Oenothera biennis*, *Lupinus polyphyllus*, on sandy habitats, experiencing regular anthropogenic pressure.

The key words: Phytocenological activity, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, Bryansk region.

Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней полосы России. М.: ГЕОС, 2010. 512.
2. Булохов А.Д. Синтаксономия и флористика: анализ фитоценотической активности вида в синтаксономическом пространстве // Юбилейный сборник статей профессоров БГУ. Брянск: РИО БГУ, 2005. 74 – 80.
3. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien-New York: Springer Verlag, 1964. 865.
4. Kopečky K., Hejný J. K fytocenologickému hodnocení a rozšíření antropogenních porostů s *Anthriscus nitida* (Wahl.) Haszlsinsky v Orlických horách // Preslia, 1974. P. 57–63.
5. Булохов А.Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск: изд-во БГУ, 2001. 296.
6. Булохов А.Д., Харин А.В. Растительный покров Брянска и его пригородных зон. Брянск: РИО БГУ, 2008. 310.
7. Семенищенков Ю.А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400.
8. Булохов А.Д. Фитоиндикация и её практическое применение. Брянск: изд. БГУ, 2004. 245.
9. Jalas J. Hemerobe und hemerochrome Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. Acta Soc. Fennica Flora Fenn. 1955. –72. № 11. S. 1–15.
10. Дідух Я.П., Плюта П.Г., Протопопова В.В., Ермоленко В.М., Коротченко І.А., Каркуцієв Г.М., Бурда П.І. Екофлора України / Відпов. ред. Я.П. Дідух. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 284.
11. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica. Vol. 18. 2. Auflage. 1992. 258.
12. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: «Мир и семья -95», 1995. 992.
13. Паллас П.С. Каталог растений находящимся в Москве в саду его превосходительства, действительного статского советника и Императорского воспитательного дома знаменитого благодетеля, Прокопия Акинфиевича Демидова. СПб.: Импер. Акад. наук - XXX, 1781. 163.
14. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. Чёрная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 292.
15. Хитрово В.Н. Конспект флоры Орловской губернии. Копия рукописи. Санкт-Петербургский филиал архива Российской академии наук. 1923. 224.
16. Босек П.З. Растения Брянской области. Брянск: Приокское книжное изд. Брянское отд., 1975. 463.
17. Булохов А.Д., Величкин Э.М. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская области). Изд. 2-е, переизд. и доп. Брянск: изд. БГПУ, 1998. 380.
18. Булохов А.Д., Ключев Ю.А., Панасенко Н.Н. Сообщества неофитов в Брянской области // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 5. С. 606–621.
19. Панасенко Н.Н., Ивенкова Е.М., Е.П. Елисеенко Сообщества неофитов в Брянской области // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2012. № 2. С. 105–114.
20. Panasenka N.N. Communities of neophytes in Bryansk oblast [Text] / N. N. Panasenka, I. M. Ivenkova, E. P. Eliseenko // Russian Journal of Biological Invasions 2012. Volume 3. Issue 3. pp 213–219.

Об авторе

Ивенкова И.М – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, irina.ivenkova@yandex.ru

УДК 581.55+58.01/.07

**ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ АТБАШЫ-КАРАКОЮНСКОЙ ДОЛИНЫ
И ИХ АНТРОПОГЕННЫЕ МОДИФИКАЦИИ**

А.К. Кадыркулов

Атбашы-Каракоюнсской долины имеет сложную систему ландшафтов, обусловленную глубоким внутриконтинентальным положением, огромной абсолютной высотой, сложным геолого-геоморфологическим строением, аридностью климатических условий и своеобразием почвенно-растительного покрова. Современные природно-территориальные комплексы Атбашы-Каракоюнсской долины формируются в результате взаимодействия природных и антропогенных факторов. В связи с непрерывно расширяющимся хозяйственным использованием территории происходят сложные антропогенные модификации природных ландшафтов и формирование новых, с различной степенью изменения их структуры: сельскохозяйственных, селитебных, лесокультурных, линейно-дорожных и рекреационных антропогенных ландшафтов.

Ключевые слова: ландшафт, антропогенный ландшафт, селитебные ландшафты, экотуризм, лесокультурные ландшафты, линейно-дорожные ландшафты, пашня, пастбища.

Атбашы-Каракоюнская впадина расположена в юго-западной части Внутреннего Тянь-Шаня на абсолютных высотах свыше 2000 м над уровнем моря, впадина делится на две самостоятельные долины. Её отличает орографическая изоляция и контрастность высот, для территории характерен внутренний тяньшанский тип структуры высотной зональности, определяющий особенности природных условий [10].

Район имеет следующие высотно-зональные пояса и типы горных ландшафтов:

1. Склоновые:

1) Высокогорные: гляциально-нивальные, тундровые, альпийские луговые и лугово-степные, субальпийские луговые и лугово-степные, степные;

2). Среднегорные: лесолугово-степные, лесолуговые, лугово-степные, степные;

3). Предгорно-низкогорные: пустынные, полупустынные, степные, луговые, лесолуговые и лугово-степные.

2. Межгорно-котловинные: степные, пустынные,

3. Горно-долинные: луговые и лугово-степные, тугайные и лугово-болотные, степные.

Пустынные ландшафты характерны для подгорных равнин в низовьях рек Атбашы, Каракоюн, где подгорные равнины местами чередуются с холмисто-грядовыми формами рельефа, в целом состоящими из неоген-палеогеновых и четвертичных отложений. Здесь доминирует полынно-эфемерово-солянковое разнотравье, под которым развиваются маломощные светлые сероземы. Полупустынные ландшафты распространены в пределах подгорных наклонных равнин и адыров почти сплошной полосой между бассейнами рек и в северо-западной части Атбашинской долины. Рельеф отличается от предыдущих более мелким и дробным расчленением. Здесь четко выделяются наклонные равнины и адыры, которые слагаются отложениями палеоген-неогенового и четвертичного возраста. Эти рыхлые отложения сверху покрыты мощными суглинками. Ландшафты развиваются при большом дефиците влаги и режиме высокой температуры воздуха. Растительность представлена полынно-эфемеровым и полынно-злаковым разнотравьем, под которым сформировались обыкновенные сероземы.

Предгорно-равнинные степные ландшафты преобладают на высоте 2100–2300 м над уровнем моря на северном склоне Каратоо, Байбиче хребта. Рельеф предгорий представляет собой мягкорасчлененные увалы. Между наклонными равнинами и высокими адырами предгорий протягиваются узкой полосой предгорные шлейфы, состоящие из конусов выноса. Степи характеризуются умеренно теплым и более влажным климатом по сравнению с полупустынным типом ландшафта.

Осадки внутри зоны не везде одинаковы, в западной части осадков выпадает на 20–23 % меньше, чем в восточной, и соответственно в междуречье господствуют низкотравные степи с обыкновенными сероземами, а на востоке – высокотравные степи на темных сероземах.

Долинно-террасовые полупустынно-степные ландшафты характерны для высокогорной Каракоюнсской долины. Климат здесь резко континентальный, сухой. Ландшафты имеют бедную растительность. Изреженные полынно-злаковые и злаково-разнотравные степи развиваются на бурых полупустынных и горностепных светло-каштановых почвах.

Ландшафты среднегорий занимают склоны с абсолютными высотами 2200–3000 м. В связи с аридностью климатических условий на сильно расчлененных склонах и выровненных денудационных поверхностях сформировались степные, лугово-степные и лесолуговые ландшафты.

Степные ландшафты часто встречаются в долинах, бассейнах рек. В ландшафтах преобладают типчаковые, разнотравно-ковыльные, разнотравно-бородачевые, осоково-типчаковые, пырейно-ячменные, овсянице-разнотравные растительные формации.

Лугостепные ландшафты распространены на северном склоне Атбашинского хребта, в особенности в его центральной и восточной частях. Эти ландшафты лучше увлажнены, чем ландшафты предгорий. Годовое количество осадков составляет 300–350 мм. Наибольшее ландшафтообразующее значение здесь имеют эфемерово-полынно-пырейные, разнотравно-пырейные сообщества под которыми формировались светло-коричневые почвы.

Среднегорные лесолуговые ландшафты распространены фрагментарно. В рельефе господствуют глубокие ущелья с относительными превышениями до 500–700 м, крутые склоны с обильными выходами коренных пород и зубчатые гребни водоразделов. Эти ландшафты лучше увлажнены по сравнению с ландшафтами лугостепей. Среднегодовое количество атмосферных осадков здесь 400–500 мм. Арчевые леса распространены в пределах абсолютных высот 2400–3000 м. Приурочены они к затененным северным и северо-восточным экспозициям склонов. Подлесок представлен кустарниками. Из травянистой растительности характерны разнотравно-ежовые, разнотравно-овсянице-осоковые, злаково-гераниевые и другие лугостепи и луга. Под арчевыми лесами формируются коричнево-бурые почвы, богатые гумусом (до 11–12 %). Листопадные леса, как правило, приурочены к долинам рек, саев, где лучше почвенно-грунтовое увлажнение.

Высокогорные ландшафты характеризуются сильно расчлененным рельефом с крутыми ущельями речных долин. Глубина вреза местами достигает до 1000 м. Кое-где на водоразделах и склонах хребта сохранились участки с выровненным рельефом.

Климат высокогорий суровый и влажный. Продолжительность вегетационного периода значительно укорочена. Годовой градиент температуры повсеместно отрицательный.

Несмотря на однородность климатических условий в высокогорной зоне выделяются несколько типов ландшафтов.

Высокогорные лугостепные ландшафты распространены на северных склонах на высоте 3000–3800 м. Преобладают два типа рельефа – долинно-ущельевый с участками денудационных поверхностей и скально-осыпной с острогребневыми крутосклонными отрогами и длинными задернованными склонами.

Климат суровый, характерны резкие колебания суточных и годовых температур. Количество осадков не превышает 300 мм в год, причем большая его часть выпадает в виде снега. На лессовидных суглинках формируются лугостепные темно-каштановые почвы под разнотравно-злаковыми растительными формациями.

Высокогорные крутосклонные субальпийские лугостепные ландшафты развиты на абсолютных высотах от 3000 до 4000 м северных склонов хребта. Рельеф сильно расчлененный, крутосклонный (до 35°), а водоразделы состоят из остроконечных вершин и гребней. Но встречаются и более мягкие пологие сглаженные вершины. Ландшафты с субальпийскими лугами и лугостепями развиваются в условиях достаточного увлажнения и при низких температурах. Здесь в травостое доминирующее положение занимают гераниевые луга, от которых во время цветения луга приобретают синий оттенок. Среди разнотравно-гераниевых лугов встречаются флемис горолюбивый, незабудка, ветреница и др.

Под разнотравно-гераниевыми лугами формируются в основном субальпийские горно-луговые черноземовидные почвы. Менее увлажненные склоны покрыты ковыльно-типчakovыми и разнотравно-луговыми растительными формациями на темноцветных горных лугостепных субальпийских почвах.

На абсолютных высотах от 3500 до 3800 м представлены высокогорные ландшафты с альпийскими лугами и лугостепями. Преобладают крутые склоны хребтов с многочисленными осыпями, скалами, моренами. Климат суровый, с продолжительной зимой (около 6–7 месяцев). Среднеиюльская температура воздуха не превышает +10–12 °С.

Растительный покров альпийских лугов большей частью состоит из многолетних форм. Однолетники почти отсутствуют. Флористический состав альпийских лугов весьма разнообразен. Как правило, в образовании растительного покрова принимают участие кобрезии, осоки, злаки и разнотравье. Под альпийскими лугами сформировались горно-луговые почвы. На сухих склонах распространены маломощные лугово-степные альпийские почвы.

Нивально-гляциальные ландшафты приурочены к осевой части хребтов Атбаша, Джаныжер, Аламышык, Нарынтоо, Каратоо, Байбиче и характеризуются сильно расчлененным альпийским типом рельефа. Вечные снега, сохранившиеся в виде снежников и ледников, распространены в восточной и центральной частях хребта. Свободные от фирна и льда скальные участки покрыты крупнообломочными осыпями с небольшими скоплениями мелкозема в ущельях. Слаборазвитые дерново-торфянистые почвы маломощны, распространены пятнами, на которых имеются пятна заболоченных лужаек; в трещинах скал встречаются единичные высокогорные растения-подушечники [6].

Степень антропогенной модификации ландшафтов в Атбашы-Каракоюнской долине определена по изменению компонентов ландшафта (изменение рельефа, почва, растительность, микроклимат, биоценозы) и от типов модификации ландшафтов (населенные пункты, пашни, пастбища, дороги и др.).

По антропогенному изменению ландшафты делятся на: условно неизменные, слабоизмененные, сильно измененные и рационально преобразованные.

1) Ландшафты сильно измененной антропогенной нагрузкой: населенные пункты, асфальтные и грунтовые дороги, ирригационное сооружение, месторождение полезных ископаемых.

2) Ландшафты слабоизмененные антропогенной нагрузкой: сельскохозяйственные ландшафты – пашня и пастбища, сенокосы, пойменная леса и др.

3) К рационально преобразованным ландшафтам относятся питомники, участки лесхоза, охраняемые природные территории и др.

4) К условно неизменным ландшафтам относятся гляциально-нивальные и естественно сохранные леса и луга.

Горные антропогенные ландшафты по таксономическим единицам подразделяется на классы, типы, виды, урочища. В основу такого подразделения положены природные факторы, обуславливающие хозяйственную направленность использования и видоизменения того или иного естественного ландшафта [8]. К основным классам антропогенных горных ландшафтов Атбашы-Каракоюнской долины относятся: сельскохозяйственные, промышленные, селитебные, водохозяйственные, лесокультурные, дорожно-линейные рекреационные.

1. Сельскохозяйственный антропогенный ландшафт. Ат-Башинский район – один из основных горно-животноводческих районов. Используя обширные пастбища в летне-осенний период, животноводство испытывает значительный недостаток в кормах в зимне-весенний период, что ставит перед земледельцами главную задачу всемерного увеличения производства фуражных и кормовых культур, создание прочной кормовой базы. В решении этой задачи главная роль отводится мероприятиям, направленным на повышение эффективности использования орошаемых земель и введение в сельскохозяйственный оборот дополнительных земельных ресурсов.

К сельскохозяйственным ландшафтам относятся полевой и лугопастбищный типы ландшафтов.

Полевой тип горный сельскохозяйственных ландшафтов формировался под воздействием перепадки почвенного слоя, внесение удобрений, выращивания биомассы, т.е. земледельческого освоения пахотно-пригодных земель в высокогорной долине. Межгорно-котловинные степные и полупустынные ландшафты Атбашы-Каракоюнской долины, вовлечены в орошаемые земледелья, а предгорно-низкогорные степные и луговые ландшафты в богарные земледелья. Общая площадь пашни в Атбашы-Каракоюнской долине составляет 30,12 тыс. га. из них 26,56 тыс. га орошаемые и 3,55 тыс. га богарные. В долине возделываются в основном пшеница, ячмень, картофель, овощи; сенокосы для животноводства. В орошаемом земледелии развита водная и ветровая эрозия различной степени, а богарных – водная эрозия. Для поддержания плодородия почв необходимо правильное применение органических и минеральных удобрений и использование агротехнических приемы и техника при обработке и поливе почв.

Лугопастбищный антропогенный тип ландшафта преобладает во всех лесолуговых, луговых и степных ландшафтах пригодный для выпаса скота. Пастбищный тип ландшафта (общ. площадь 171696 га.) делится на зимние, весенне-осенние и летние подтипы ландшафтов. В долине зимние пастбища (67861 га) преобладает в основном в межгорно-котловинных степных, полупустынных, предгорно-низкогорных ландшафтах, а весенне-осенние (81691 га) виды ландшафтов распространены в предгорно-низкогорных и среднегорных ландшафтах. В качестве летних пастбищ (22144 га) используется высокогорные субальпийские и альпийские луговые и лугостепные ландшафты окаймляющих хребтов района и урочища Джаны-Жер, долины Аксай, Арпа. В связи с уменьшением поголовья скота в районе состояние летних высокогорных пастбищ Атбашы-Каракоюнской долины в настоящее время можно назвать удовлетворительным, а осенне-весенние и зимние ландшафты пастбищ предгорий и низкогорий по прежнему подвержены деградации из-за большого скопления сельскохозяйственных животных в окрестностях населенных пунктов. Интенсивный выпас животных отрицательно сказывается на урожайности и видовом составе травостоя пастбищ, чрезмерный, бессистемный выпас с большой нагрузкой может привести к полному уничтожению пастбищ. Отсутствие выпаса на горных пастбищах так же оказывает губительное действие на пастбища из-за увеличивающегося слоя не стравленных растений, через который хорошо прорастают грубостельные и ядовитые растения, усиливая таким образом процесс засорения пастбищ. Для рационального использования природных кормовых угодий Присельного участка необходимо учитывать динамику развития травостоя, ботанический состав, оптимальные сроки и кратность использования.

Таблица 1

Рекомендуемые типы пастбищ для стравливания различными видами скота

Типы пастбищ	Сезон использования	Вид скота
Солянковые	Зимний	Овцы
Полынные из всех видов полыней	Осенне-зимний, зимний	Овцы, лошади
Полынно-ковыльные	Весенне-осенний, зимний	Овцы, лошади
Ковыльные из ковыля кавказского	Весенний и осенний	Лошади, овцы до колошения
Ковыльные из всех видов ковылей	Весенне-осенний, зимний	Лошади, овцы
Типчаковые	Весенний, летний периодически осенний	Овцы, лошади
Бородочевые	Весенне-осенний,	Лошади, крупный рогатый скот
Пырейные	Весенне-осенний,	Лошади, крупный рогатый скот
Ячменные	Весенне-летне-осенний	крупный рогатый скот, лошади, хуже овцы
Птилагростисовые	Летний	Овцы, лошади
Беломятликовые	Летний или зимний	Лошади, овцы
Бескильницевые	Летний	Овцы
Злаково-разнотравные лугостепные	Летний	Крупный рогатый скот
Высокогорные луговые	Летний	Лошади, крупный рогатый скот
Ирисовые	Осенний	Лошади
Щимюровые	Летний	Овцы, лошади
Манжетковые	Летний	Овцы
Гераниевые	Летний	Овцы
Овсяницевые из овсяницы тяньшанской	Летний	Лошади
Овсцовые из всех видов овсцов	Летний	Все виды скота
Кобрезиевые из всех видов кобрезии	Летний или осенне-зимний	Лошади, овцы
Осоковые высокогорные	Летний	Лошади, овцы
Осоковые низинные	Летний	Лошади, крупный рогатый скот

Стравливание всей кормовой надземной массы отрицательно влияет на продуктивность травостоя. За 4–5 лет такого использования урожайность трав снижается в среднем на 20–40 %. Поэтому на природных пастбищах, допускаемый коэффициент использования их не должен превышать 60–65 % [8].

Сроки использования сезонных пастбищ ограничены. Весной начало выпаса определяется наличием достаточного количества корма, использовать пастбища необходимо при достижении высоты травы 5–6 см, некоторые виды растений можно стравливать только в определенное время. Ковыльные пастбища из ковыля волосатика не рекомендуется использовать, начиная с периода его плодоношения из-за острых зерновок, ранящих животных. Полынные пастбища мало пригодны к стравливанию летом из-за обилия горьких эфирных масел. Скот не поедает весной и летом большинство солянок из-за обилия в них солей.

Запоздывание к выпасу ведет к ухудшению питательности и переваримости корма, потери продуктивности пастбищ. Кроме того, при не правильном использовании пастбищ из травостоя выпадают лучшие кормовые растения, а их место занимает плохо поедаемые или недоедаемые виды.

Рациональное использование пастбищных угодий, главным условием которого является правильное внутреннее устройство их территории, имеет большое значение в деле повышения продуктивности пастбищ, создания прочной кормовой базы.

Осуществление мероприятий по уходу за пастбищами сыграет большую роль в борьбе с сорной растительностью и предотвращению эрозионных процессов. В целях защиты пастбищ от деградации необходимо выдерживать оптимальную нагрузку скота, соблюдать и чередовать сроки и кратность стравливания пастбищ, очистка от сорняков (не поедаемых, вредных, и ядовитых) и колючих кустарников, подкормка минеральными и органическими удобрениями, орошения (где это возможно), подсев трав, уборка камней, сочетая все это с мероприятиями по уходу и улучшению пастбищ.

2. Селитебный тип антропогенный ландшафт преобразован в результате расселение население и интенсивности хозяйственной деятельности в предгорных, равнинных и надпойменных террасированных территориях Атбашы-Каракоюнской долины. Из селитебных ландшафтов преобладают сельские населенные пункты, которые занимают 4086 га, в 19 населенных пунктах имеется 12 489 дворов (2009 г.). По переписи населения 2009 г., насчитывалось 45219 чел., население увеличивалось за последней 40 лет в два раза (Статком, Атбашы). В селитебных ландшафтах, основные проблемы связанные с ухудшением прилегающих ландшафтов: коммунально-бытовых отходы и сбросы сточных вод, вырубка древесины и социально-экономическое положение население. Для решение этих и других проблем необходимо разработать и внедрит планы устойчивого эколого-экономического развития территории с рациональным использованием природных ресурсов.

3. Лесокультурный тип ландшафта. По данным Атбашинского лесхоза в Атбашы-Каракоюнской долины лесом покрыто в 14419 га. Из них лесокультурный тип ландшафта в основном преобладает в питомниках лесхоза и древесно-кустарниковых насаждениях района и занимает террито-

рии общей площадью 995 га. Ат-Башинский лесхоз расположен в юго-восточной части Нарынской области на территории административного района Атбашы. Протяженность территории лесхоза с севера на юг 30 км, с востока на запад – 150 км. Контора лесхоза находится в районном центре – с. Ат-Баши на расстоянии 390 км от столицы Кыргызской Республики. Общая площадь лесхоза составляет 89415 га.

По лесорастительному районированию (Гаи, 1970) территория Ат-башинского лесхоза относится к Тянь-Шанскому лесорастительному району северной области темных хвойных лесов. Основной особенностью района является чередование еловых лесов с лугостепями и лугами на северных склонах, степей, лугостепей и кустарниковых зарослей – на южных. Еловые леса приурочены преимущественно к северным склонам. Нижняя граница произрастания ельников 2000 м, верхняя – 3100–3200 м над уровнем моря.

Растительность лесхоза имеет ярко выраженный характер высотной зональности. На территории лесхоза выделяются следующие растительные пояса:

1. Пояс степного редколесья злаковых лугов и степей на высоте 2000–2300 м над уровнем моря. Представлен насаждениями березы, тополя, ивы древовидной и зарослями кустарников.

2. Субальпийский пояс на высоте от 2300 до 3200 м над уровнем моря. Здесь главной лесобразующей породой является ель Тянь-Шанская. Пояс широкого распространения субальпийских лугов и древесно-кустарниковой растительности. Из кустарников преобладают арча стелющаяся.

3. Альпийский низкотравный луговой пояс (3200 м и более). Встречаются заросли арчи стелющейся. Лесистость района составляет 2,7 %.

Таблица 2

Атбашинский лесхоз разделен на три лесничества

Лесничество	Административный район	Общая площадь	Местонахождение конторы лесничества, расстояние до конторы лесхоза
Ат-Башинское	Ат-Башинский	20426	С. Баш-Кайынды, 20 км
Ак-Моюнское		24034	С. Ак-Моюн, 30 км
Босого		736	С. Босого, 60 км
Всего по лесхозу		89415	С. Ат-Баши
В том числе:		87709	
	Тянь-Шанский	736	

Лесное хозяйство не являлось ведущей отраслью народного хозяйства района. Доходы лесного хозяйства имеют незначительный удельный вес в бюджете района. Роль лесов лесхоза в удовлетворении рабочих местных потребностей древесиной незначительна. Деграция лесов связана с вырубкой древесины для отопления и строительства, пожары.

4. **Линейно-дорожный тип ландшафта** связан в основном с автомобильным транспортом. Он проходит все ландшафтные пояса кроме гляциально-нивалых и высоких альпийских поясов. Дорожный тип ландшафта является техногенным в котором растительность, почва, иногда поверхностные породы полностью деградированы и изменены. По району проходит дорога Бишкек – Торугарт (110 км) и дорога областного значения. Ниже приводим всю информацию автомобильных дорог Атбашинского района, из материалах ДЕП № 20 и ДЕП № 957 (табл. 3, 4)

Таблица 3

Автодороги ДЕП № 20

№ п/п	Наименование автодорог	Общ. протяжен, км	В.т.ч. по типам покрытия		
			А/бетон. км	Черно-грав., км	Гравий, км
1.	Атбашы-Кында-Торугарт	225		8,4	214
2.	Аксай-Орто- Кашка-Суу-Кубергенты	92			92
3.	Чар-Ак-Муз	15	-	-	15
4.	Кулжа-Баши-Кок-Кыя	25	-	-	25
5.	Атбашы-Ачакайынды	3	3	-	-
6.	Калинин-Май-Босого	71	-	-	71
7.	Бешбелчир-Жаныжер-Улан	21	-	-	21
	ВСЕГО по ДЕП-20 - 452км из них: IV кат - 334 км V кат - 118		5,6	8,4	438

Таблица 4

Атодороги ДЕП № 957

№ а/д	Значение и наименование автодорог	Протяженность, всего км	в.т.ч. покрытием			
			Асфальтобетонное	Черногравийное	Гравийное	Грунтовоестественное
	1. Международного значения					
1.	Бишкек-Торугарт 367 - 539 км	172,0	38,8	26,0	107,2	
	2. Государственного значения					
2.	Госдорога-Атбашы	3,0	3,0			
	3. Местного значения					
3.	Калинин-Ачакайынды	14,0		2,0	12,0	

4.	420 км А/д Бишкек-Торугарт-Погранич. Калинин-411 км	29,0	-	-	29,0	-
5.	А/д Коммунизм	2,0	-	-	2,0	-
6.	Госдорога-Таш-Рабат	29,0			15,0	14,0
7.	Пограничник-Келтебек	31,0				31,0
	ИТОГО по местным дорогам	108,0	3,0	2,0	58,0	45,0
	ВСЕГО по ДЭП № 957.	280	41,8	28	165,2	45

Все дороги района, государственного и местного значения требует реконструкции

5. Промышленный тип ландшафта в Атбашинском районе не очень развит. Основным промышленным предприятием является Кирпичный завод работавшие на местного сырья в 6 км с Атбашы.

6. Водохозяйственных тип ландшафта это в основном ирригационные каналы и дренажная сеть, которые распространены в степных и полупустынных ландшафтах.

Ирригационные каналы и сооружение, дренажная сеть требуют реконструкции для улучшение полива и регулирования подземных вод.

7. Рекреационные комплексы на ландшафты существенное влияние не оказывают. Учитывая рекреационные, природные особенности и расположение района вдоль дороги «Шелковый путь» можно развивать: экотуризм, культурно-исторические, духовно-религиозные виды туризма, джайлоо туризм, для улучшения материального положения местного населения и рационального использования ландшафтов.

Выводы:

1. Атбашы-Каракоюнская долины имеет сложную систему ландшафтов, обусловленную глубоким внутриконтинентальным положением, огромной абсолютной высотой, сложным геолого-геоморфологическим строением, аридностью климатических условий и своеобразием почвенно-растительного покрова.

2. Различная ориентация макросклонов к влагонесущим воздушным массам и их асимметричность являются основной причиной формирования в Атбашы-Каракоюнской долины двух типов структур высотной зональности (гумидного и аридного).

3. Современные природно-территориальные комплексы Атбашы-Каракоюнской долины формируются в результате взаимодействия природных и антропогенных факторов.

4. В связи с непрерывно расширяющимся хозяйственным использованием территории происходят сложные антропогенные модификации природных ландшафтов и формирование новых с различной степенью изменения их структуры: сельскохозяйственных, селитебных, лесохозяйственных, линейно-дорожных и рекреационных антропогенных ландшафтов.

5. Среди антропогенных комплексов наиболее распространенными являются сельскохозяйственные ландшафты, которые носят зональный характер.

6. В результате интенсивной хозяйственной деятельности с каждым годом все большие площади занимают не только сельскохозяйственные, но и селитебные, дорожно-линейные, водохозяйственные ландшафты. Особенно сильно подвержены антропогенным нагрузкам подгорно-равнинные и предгорные ландшафтные зоны.

7. Атбашы-Каракоюнская долина, обладающая большим разнообразием природных условий и рекреационных ресурсов, является одним из регионов, где туризм может стать приоритетным направлением в экономике Нарынской области.

Atbashi-Karakoyunsky valley has the difficult system of landscapes caused by deep midland situation, the huge absolute height, difficult geological and geomorphological a structure, aridity of climatic conditions and an originality of a soil and vegetable cover. Modern natural and territorial complexes of the Atbashi-Karakoyunsky valley are formed as a result of interaction of natural and anthropogenous factors. Due to continuously extending economic use of the territory there are difficult anthropogenous modifications of natural landscapes and formation new, to various extent of change of their structure: agricultural, selitebny, silvicultural, linearly - road and recreational anthropogenous landscapes.

The key words: *landscape, anthropogenous landscape, selitebny landscapes, ecotourism, silvicultural landscapes, linearly - road landscapes, an arable land, pastures.*

Список литературы

1. Азыкова Э.К. Географические основы рационального использования и охраны горных геосистем Кыргызстана // Дис. на соискание ученой степени докт. географ. наук в форме научного доклада. Бишкек 1993.
2. Азыкова Э.К., Криницкая Р.Р. Ландшафты Киргизии и задачи их дальнейшего изучения // Развития географической науки в Киргизии. Фрунзе, 1980.
3. Атлас Киргизской ССР. М., 1987.
4. Опенлендер И.В. Вертикальная поясность почв Атбашы-Каракоюнской долины и окаймляющих ее горных хребтов // Изв. АН Кирг. ССР, 1960. Т. II. Вып. I.

5. Сквалецкий Е.Н. Основные черты геоморфологии восточной части Атбашинской впадины //Изв. АН Кирг. ССР, 1959.
6. Тороев А.М. Ландшафты Алайского хребта и их антропогенные модификации // Авто-реф. дис. на соискание ученой степени канд. географ. наук. Бишкек, 2003.
7. Цеканов А.С. Растительности высокогорных внутренних Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим 1975.
8. Чупахин В.М. Антропогенные ландшафты и землеустройства М: Агропромиздат 1989.
9. Чупахин В.М. Внутренний Тянь-Шань. Алма-Ата, 1959.
10. Чупахин В.М. О таксономических единицах физико-географического районирования Тянь-Шаня на примере характеристики Ат-Башы-Кара-Коюнского физико-географического района //Тр. географ. факультета. Фрунзе, 1959.
11. Шихотов В.М. Влияние сроков и кратности выпаса на продуктивность степных пастбищ Ат-Башинского хребта //Бюлл. научно-технич. информации КНИИЖВ. Фрунзе, 1975.

Об авторе

Кадыркулов А.К. – старший преподаватель Бишкекского Гуманитарного Университета, Кыргызстан.

УДК 58.085

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ *LILIAM MARTAGON L.* ИЗ ЛУКОВИЧНЫХ ЧЕШУЙ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИДИАЗУРОНА*

Е.Е. Костюкова, В.В. Заякин, И.Я. Нам

В данной статье представлены результаты исследования регенерационной способности луковичных чешуек *Lilium martagon L.* на средах с различными сочетаниями регуляторов роста. Результаты свидетельствуют о более низкой эффективности тидиазурона по сравнению с цитокинином структурного ряда аденина (БАП).

Ключевые слова: регенерация, тидиазурон, *Lilium martagon L.*, луковичные и листовые экспланты.

ВВЕДЕНИЕ

Lilium mártagon L. (Лилия кудреватая) – многолетнее луковичное растение семейства Лилейные [1]. Широко распространена на пространстве от Европы до Северной Азии.

Растение обладает такими ценными качествами, как устойчивость к вирусным и грибковым болезням, большое количество некрупных цветков в соцветии (до 50 шт.), долговечная луковица [2].

В связи с тем, что вид нуждается в охране, были приняты защитно-охранные меры. Лилия кудреватая является редким и охраняемым растением во многих европейских странах [3], редким видом флоры Урала [4], занесена в региональную сводку Сибири (1980), сводку редких растений по Центральной Сибири (1979), «Красную книгу Республики Марий Эл» (1997) и Красную книгу Брянской области [5].

Высокий регенерационный потенциал позволяет успешно размножать луковичные растения в культуре *in vitro*. Культура ткани используется для размножений лилий еще с 50-х годов прошлого века [6] и может быть успешно использована для сохранения природных популяций этого растения на территории Брянской области.

В связи с этим целью настоящего исследования являлось изучение влияния регуляторов роста на регенерационную способность луковичных чешуй, а также получение большого количества растительного материала за короткий промежуток времени, для использования в озеленении города и последующей реинтродукции в естественные местообитания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Луковичные чешуйки *Lilium martagon* размером 0,5см длиной были помещены на питательные среды MS[7] с различными концентрациями регуляторов роста¹:

- 1) 0,1мг/л TDZ;
- 2) 0,1мг/л TDZ, 0,2мг/л ИУК;
- 3) 0,25мг/л TDZ;
- 4) 0,25мг/л TDZ, 0,5мг/л ИУК.

РН питательных сред доводили до 5,8 и автоклавировали при температуре 120°C в течение 25 минут. Концентрация сахарозы составила 30г/л.

Растения выращивали в лабораторных условиях при искусственном освещении в условиях фотопериода: 16/8ч свет/темнота.

*Работа выполнена при поддержке грантов ФЦП №02.740.11.0285, АВЦП 2.11/224 и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно – технической сфере

¹ Сокращения: TDZ - тидиазурон, ИУК - индолил-3-уксусная кислота.

Длину корней и листьев измеряли через 17, 24, 35 и 50 дней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Индукция роста тканей на луковичных чешуйках отмечалась к 17 дню на всех вариантах сред, преимущественно на базальной части эксплантов.

К концу опыта наибольшее количество точек регенерации образовалось на средах 0,1мг/л TDZ, 0,2мг/л ИУК и 0,25мг/л TDZ. Незначительно по этому показателю отстает вариант среды с 0,25мг/л TDZ, 0,5мг/л ИУК. Наименьшее количество регенерантов образовалось на среде 0,1мг/л TDZ (рис.1).

Образование корневой системы началось на 24 день опыта на среде с 0,1мг/л TDZ, 0,2мг/л ИУК. К 35 дню образование корневой системы отмечено на средах с 0,1мг/л TDZ; 0,25мг/л TDZ и 0,25мг/л TDZ, 0,5мг/л ИУК. К концу опыта, максимальное количество корней отмечено на среде с 0,1мг/л TDZ, 0,2мг/л ИУК (рис.1).

Максимальная длина корней отмечена на среде с 0,1мг/л TDZ. Остальные варианты опыта незначительно отличаются по этому показателю (рис.2).

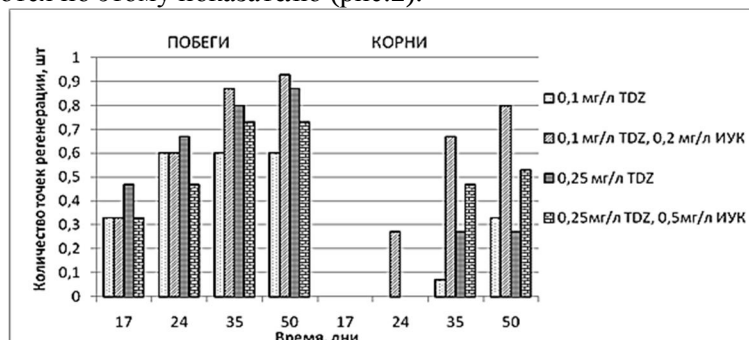


Рисунок 1. Влияние фитогормонов на частоту регенерации в динамике.

На 50 день развитие регенерантов наблюдалось на всех вариантах сред, но длина листа достоверно не различалась на вариантах опыта (рис. 2).

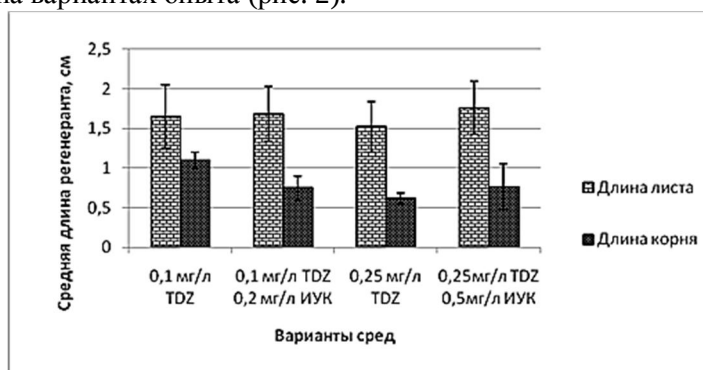


Рисунок 2. Влияние фитогормонов на размер регенерантов (через 52 дня).

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что наиболее подходящей средой является вариант 0,1мг/л TDZ, 0,2мг/л ИУК. На этой среде образовалось наибольшее количество корней и растений – регенерантов.

В предыдущих опытах мы изучали влияние различных регуляторов роста на регенерационную способность луковичных чешуй Лилии кудреватой.

При сравнении полученных результатов видно, что добавление в среду БАП в сочетании 2,4Д и ИУК в оптимальных концентрациях дает более высокий уровень регенерации. Использование TDZ является менее эффективным (рис. 3).

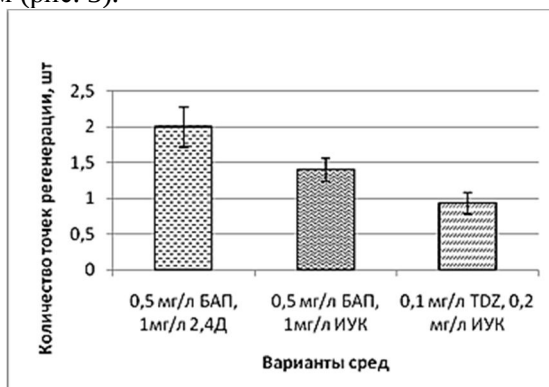


Рисунок 3. Влияние фитогормонов на частоту регенерации.

Отличительной особенностью добавления в среду TDZ является образование большого количества хорошо развитых листовых пластинок. Мы можем предположить, что использование TDZ может быть использовано для дорастивания растений-регенерантов.

Ряд авторов изучали влияние взаимодействия цитокининов структурного ряда аденинов и ауксинов на формирование микролуковичек в культуре *in vitro*. Согласно данным Skoric [3] добавление в среду БАП и ИУК стимулирует образование микролуковичек. Сочетание фитогормонов БАП и 2,4Д также является эффективным при размножении Лилии кудреватой [8].

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что тидиазурон, цитокинин структурного ряда дифенилмочевины, также стимулирует регенерацию на эксплантах чешуек лилии кудреватой, но менее эффективно, чем цитокинин другого структурного ряда.

This article is devoted to the issue of organogenetic capacity of bulb explants of *Lilium martagon* L. on MS basal medium with various combinations of plant growth regulators. The results show a lower efficiency thidiazuron compared to cytokinin that belongs to the structural series of adenine (BAP).

The key words: regeneration, thidiazuron, *Lilium martagon* L., bulb explants.

Список литературы

1. Губанов И. А. и др. 356. *Lilium martagon* L. [L. pilosiusculum (Frey) Misch.] Лилия саранка // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2002. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). С. 466.
2. Мамонов Е.В., Долматова А.Е., Долматов Д.Е., Изучение скрещиваемости лилии кудреватой (*Lilium martagon* L.) с представителями различных секций рода *Lilium* L. // Известия ТСХА. 2012. Выпуск 6. С. 55-60.
3. Marijana Skoric, Suzana Zivkovic, Jelena Savic, Branislav Siler, Aneta Sabovljevic, Sladjana Todorovic and Dragoljub Grubisic. Efficient one-step tissue culture protocol for propagation of endemic plant, *Lilium martagon* var. *cattaniae* Vis. // African Journal of Biotechnology. Vol. 11(8). P. 1862-1867.
4. Гончаровский П.Л., Шурова Е.А. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья. М.: Наука, 1982. 208с.
5. Красная книга Брянской области (http://www.inf-red.ru/lilii_saranka.html)
6. Glamoclija Una, Haveric Sanin, Cakar Jasmina, Rahmanovic Anisa, Marjanovic Damir. In vitro propagation of *Lilium martagon* L. var. *cattaniae* Vis. And evaluation of genotoxic potential of its leaves and bulbs extracts. // Acta Biologica Slovenica. 2012, Vol.53. P. 53-60.
7. Murashige T. & Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plantarum* 15: 473-497.
8. Anna Karalija, Sanja Trbojevic, Adisa Paric. Somatic embryogenesis and in vitro plantlet regeneration of *Lilium martagon* L. var. *cattaniae* Vis. // Biologia Nissana. 2010, P. 57-60.

Об авторах

Костюкова Е.Е. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, wild.biologist@mail.ru

Заякин В.В. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Нам И.Я. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

УДК 581.526.425

РАСПРОСТРАНЕНИЕ *CARPINUS BETULUS* И *ALNUS INCANA* НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Кузьменко

В статье приводятся результаты эколого-флористической классификации лесных сообществ с редкими для Брянской области видами *Carpinus betulus* и *Alnus incana*

Ключевые слова: флористическая классификация, флювиогляциальные равнины, *Carpinus betulus*, *Alnus incana* Брянская область

Обследуемый регион занимает северо-западное положение на территории Брянской области располагаясь в Рогнединском и Дубровском административных районах. Растительный покров этого региона результат длительной антропогенной трансформации. Своеобразие этой территории подчёркивается и её уникальным расположением у границы физико-географических подпровинций и бота-

нико-географических подзон хвойно-широколиственных и широколиственных лесов.

В 2011-2013 г. в рамках геоботанического обследования территории моренных и водноледниковых равнин южной окраины Смоленской возвышенности (в пределах Брянской области) нами были обнаружены новые местонахождения сообществ с *Carpinus betulus* и *Alnus incana*.

Методика работы. Описание сообществ выполнялось на пробных площадях стандартного размера 400 м². Оценка качественного участия видов дана по комбинированной шкале Браун-Бланке где: «г» - очень редки, 1-4 особи; «+» - разрежено встречаются 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% [4].

При установлении синтаксонов были использованы единые блоки диагностических видов, что соответствует Международному кодексу фитосоциологической номенклатуры [3]. Экологические режимы определены по шкалам Н. Ellenberg [4]. Латинские названия растений даны по С. К. Черепанову [5].

Названия синтаксонов даны в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры [4].

Сообщества с *Carpinus betulus* были обнаружены в 2 км к с-з от д. Грабовка. Они были отнесены к классу *Quercus-Fagetia* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937, порядку *Fagetalia sylvaticae* Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928, союзу *Quercus roboris-Tilion cordatae* Solomeshch et Laivins ex Bulokhov et Solomeshch 2003, acc. *Mercurialis perennis-Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003, субасс: *Carpinetosums betuli* Bulokhov et Solomeshch 2003.

Ранее *Carpinus betulus* отмечался для Злынковского Новозыбковского, Климовского Красногогорского, Гордеевского, Мглинского административных районов. В Дубровском административном районе граб обыкновенный отмечался в таксационных таблицах в 8 квартале Дубровского лесничества недалеко от д. Грабовка.

Субассоциация представляет собой неморальнотравные широколиственно-еловые леса с участием граба обыкновенного. Древостой сформирован дубом чересчатым елью европейской, осинкой и берёзой. Постоянным компонентом является *Carpinus betulus*. В подлеске постоянна лещина.

В травяно-кустарничковом ярусе константны и обильны *Aegopodium podagraria*, *Viola mirabilis*, *Galeobdolon luteum*, *Carex pilosa*. Менее обильны *Asarum europaeum*, *Ajuga reptans*, *Athyrium filix-femina*, *Oxalis acetosella*, *Polygonatum multiflorum*. Мохово-лишайниковый ярус не выражен.

Среднее обилие видов 24 на 400 м².

Экология

Сообщества занимают пониженные участки водноледниковых равнин на дерново-подзолистых супесчаных свежих (5,3), слабокислых (6,3) богатых минеральным азотом почвах (5,4) почвах.

Таблица №1

Mercurialis perennis-Quercetum roboris carpinetosums betuli subass.

Номер	ярус	1	2	3	КП
Сомкнутость крон		60	60	60	
ОПП		50	55	50	
Количество видов		26	25	20	
Д.в. Acc. <i>Mercurialis perennis-Quercetum roboris</i>					
<i>Quercus robur</i>	A	2	1	+	V
<i>Quercus robur</i>	C		+	1	IV
<i>Euonymus verrucosa</i>		+	+	r	V
<i>Carex pilosa</i>		2	3	2	V
<i>Polygonatum multiflorum</i>		+	+	+	V
<i>Dryopteris filix-mas</i>		r	+	r	V
<i>Mercurialis perennis</i>		r	+		IV
<i>Ulmus glabra</i>	C	+	+		IV
Д.в. субасс <i>Carpinetosum betuli</i>					
<i>Carpinus betulus</i>	B	1	+	+	V
<i>Carpinus betulus</i>	C	r	+		IV
Д.в. класса <i>Quercus-Fagetia</i> порядка <i>Fagetalia sylvaticae</i>					
<i>Galeobdolon luteum</i>		1	2	2	V
<i>Convallaria majalis</i>		r	r	+	V
<i>Maianthemum bifolium</i>		r			II
<i>Oxalis acetosella</i>		1	+	r	V
<i>Carex digitata</i>		r			II
<i>Picea abies</i>	A		+	+	IV
<i>Tilia cordata</i>	A	2	3	1	V
<i>Asarum europaeum</i>		r	r	r	V
<i>Paris quadrifolia</i>		+	+	r	V
<i>Athyrium filix-femina</i>		r	r	+	V

<i>Stellaria holostea</i>		1	1		IV
<i>Corylus avellana</i>		+	+		IV
<i>Aegopodium podagraria</i>		2	1	1	V
<i>Viola mirabilis</i>		1	1	1	V
<i>Ajuga reptans</i>			r	+	IV
<i>Pulmonaria obscura</i>		+	2		IV
Прочие виды					
<i>Acer platanoides</i>	B	1	+	+	V
<i>Sorbus aucuparia</i>		1	+		IV
<i>Dryopteris carthusiana</i>		r	+		IV

Единично встреченные виды: *Equisetum pratense* r(1), *Luzula pilosa* r (3); *Galium intermedium* r (3)

Сообщества с ***Alnus incana*** были обнаружены в 2 км к с-з от пгд Сеща, 4 км с-з д. Грабовка, 5 км с-з д. Сергеевка Дубровского административного района. Они были отнесены к классу ***Quercus-Fagetalia*** Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937, порядку ***Fagetalia sylvaticae*** Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928, союзу ***Quercus roboris-Tilion cordatae*** Solomeshch et Laiviņš ex Bulokhov et Solomeshch 2003, сообществу. ***Deschampsia cespitosa-Populus tremula***, варианту ***Alnus incana*** (Таблица №2).

Alnus incana ранее отмечалась на границе со Смоленской областью в Дубровском административном районе (Семенищенков Ю.А., Кузьменко А.А. 2011)

Вариант представляет собой неморальнотравны леса с участием ольхи серой. Древостой сформирован липой сердцелистной, осинкой и берёзой, дубом с участием ольхи серой.

В травяно-кустарничковом ярусе константны и обильны *Stellaria holostea*, *Galeobdolon luteum*, *Mercurialis perennis*, *Carex pilosa*, *Viola palustris* Менее обильны *Ajuga reptans*, *Lathyrus vernus*, *Convallaria majalis*, *Paris quadrifolia*, *Orthilia secunda*.

В мохово- лишайниковом ярусе хорошо выражены *Pleurozium schreberi*, *Juniperus communis*.

Среднее обилие видов 32 на 400 м.

Экология

Сообщества занимают пониженные участки водноледниковых равнин на суглинистых свежих (5,9), слабокислых (5,3) богатых минеральным азотом почвах(4,6) почвах.

Таблица №2

Сообщество *Populus tremula- Deschampsia cespitosa Alnus incana variant*

Номер	ярус	1	2	3	4	КП
Сомкнутость крон		75	75	60	60	
ОПП		60	60	85	75	
Количество видов		38	34	28	26	
Д.в. Сообщества <i>Deschampsia cespitosa-Populus tremula</i>						
<i>Populus tremula</i>	A	2	3	2	2	V
<i>Populus tremula</i>	j	r		+		III
<i>Deschampsia cespitosa</i>		1	3	1	1	V
<i>Lysimachia vulgaris</i>		r	+		+	IV
<i>Agrostis canina</i>		r	+	+	r	V
Д. в. варианта <i>Alnus incana</i>						
<i>Alnus incana</i>	B	r	+	+	1	V
<i>Alnus incana</i>	C	r	1	+	+	V
<i>Viola palustris</i>		+	r	+	+	V
<i>Betula pubescens</i>	A		1	1	+	V
Д. в. ассоциации <i>Mercurialis perennis-Quercetum roboris</i>						
<i>Tilia cordata</i>	B	3	3		2	V
<i>Quercus robur</i>	C	r	+	+		IV
<i>Quercus robur</i>	j	r				II
<i>Corylus avellana</i>	C	1	2	2	2	V
<i>Dryopteris filix-mas</i>				+	+	III
<i>Carex pilosa</i>		3	2	4	3	V
<i>Mercurialis perennis</i>		+	+	r	+	V
<i>Dryopteris carthusiana</i>		+	r		r	IV
Д. в. порядка <i>Fagetalia sylvaticae</i> и класса <i>Quercus-Fagetalia</i>						
<i>Stellaria holostea</i>		r	1	+	+	V
<i>Ajuga reptans</i>		+	+			III
<i>Galeobdolon luteum</i>		1	2	r	+	V
<i>Lathyrus vernus</i>			r	r		III
<i>Lonicera xylosteum</i>	C			+		II
<i>Convallaria majalis</i>		+	1		r	IV
<i>Paris quadrifolia</i>		r	+		+	IV
<i>Viburnum opulus</i>	B	r	+	+		IV

Д. в. класса <i>Vaccinio-Piceetea</i>						
<i>Maianthemum bifolium</i>		r	+		r	IV
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		+	+		+	IV
<i>Pleurozium schreberi</i>		r		r	+	IV
<i>Juniperus communis</i>	C	r	r			III
<i>Orthilia secunda</i>		+		+	r	IV
<i>Trientalis europaea</i>		r	r		+	IV
<i>Vaccinium myrtillus</i>		+	1	+	r	V
Прочие виды						
<i>Cystopteris fragilis</i>		r	r			III
<i>Betula pendula</i>	B	r	+	r		IV
<i>Equisetum sylvaticum</i>		+	+	+		IV
<i>Frangula alnus</i>	C	+	1	+		IV
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>		+	r		+	IV
<i>Rubus saxatilis</i>		r	r	1		IV
<i>Sorbus aucuparia</i>	C	+	+		+	IV

Единично встреченные виды: *Galeopsis tetrahit* r (1), *Moehringia trinervia* r (2), *Fraxinus excelsior* r (3).

– в 2 км к с-з от пгд Сеца; 2-3 – в 4 км с-з д. Грабовка; 4 – в 5 км с-з д. Сергеевка

The article presents the results of ecological-floristic classification of forest communities with rare for Bryansk region kinds of *Carpinus betulus* and *Alnus incana*

The key words: floristic classification, fluvio-glacial plains, *Carpinus betulus*, *Alnus incana* Bryansk region

Список литературы

1. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien;.-Y., 1964. 865 S
2. Weber H.E., Moravec J., Theourillat D.-P. Internationale Code of Phytosociological nomenclature. 3rd edition// Journal of Vegetation Science, 2000. Vol. 11.5. P. 739-768
3. Ellenberg H., Weber H.E., Dull R., Wirth V., Werneri W., Paulsen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica. Vol. 18.2 Aufgabe. 1992. 258 S.
4. Черепанов С.К. Экологическая морфология растений. Москва: Высшая школа, 1962. 378 с.

Об авторе

Кузьменко А.А. – аспирант кафедры ботаники Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, alex-rf-32@yandex.ru

УДК 911.37 (470.31)

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

М.Н. Куница

Рассмотрены ведущие особенности современной демографической структуры сельского населения Центральной России. Выявлены основные функции и направления ее влияния на трансформацию сельского расселения региона. Выделены главные черты территориальной контрастности расселенческо-демографических отношений в сельской местности.

Ключевые слова: демографическая структура, естественное и миграционное движение населения, населенный пункт, сельское расселение, расселенческо-демографические отношения, функция.

Развитие населения – сложный процесс. Основными формами его проявления являются демографическая структура и система расселения. Они тесно взаимосвязаны. **Расселенческо-демографические отношения** реализуются на нескольких уровнях структурной организации. На топическом они наиболее интенсивны в отдельных населенных пунктах, которые мы рассматриваем как селитебные геосистемы (СГС) [1, 6]. Это – целостные компактные ареалы концентрации, функционирования, взаимодействия социально-демографических, производственных, инфраструктурных, организационно-управленческих, природных подсистем. Активной формирующей подсистемой является население – социально-демографический блок. Она программирует, оценивает, контролирует, обеспечивает выполнение всех функций, управляет, воздействует на параметры остальных подсистем. Наиболее тесна зависимость между демографическими характеристиками СГС, ее людностью и функциональным типом.

На других уровнях – в сетях и системах расселения локального, регионального, межрегионального, национального рангов данные отношения более сложны и опосредованы комплексом социально-экономических и других факторов. Их особенности во многом обусловлены экономической, социальной и территориальной подвижностью населения региона. Эти процессы воздействуют на заселенность и струк-

туру расселения, формируют его демографический потенциал. Сконцентрированные в центрах расселения производственный и социальный потенциалы региона определяют уровень и качество жизни населения, активно влияющих на его демографическое поведение. Результат – новая демографическая структура.

Взаимосвязи динамичны. Для разных стадий развития расселения характерны различные типы демографических процессов. Выделяют следующие закономерности: на первой стадии, соответствующей начальному периоду урбанизации, демографические ресурсы села достаточны для развития городских и сельских поселений; на второй – урбанистической – дефицит ресурсов сопровождался их концентрацией, особенно в пригородах, и депопуляцией глубинки; переход к третьей – интегрированному расселению – происходит на фоне интенсивной поляризации демографической и расселенческой систем [3].

Роль демографической структуры определяется особенностями ее потенциала, проявлением и соотношением трех ведущих функций – лимитирующей, дифференцирующей и оптимизирующей [6]. Характер оптимизирующей и лимитирующей обусловлен величиной и структурой демографического потенциала, интенсивностью демографических процессов (естественного, социального, миграционного типов движения населения), степенью конфликтности экономико-, социально-, расселенческо-, эколого-демографических взаимосвязей. Достижение «демографического оптимума» (по А. Сови) возможно при сбалансированности всех типов отношений, эффективности демографической политики. Лимитирующая функция связана с активным проявлением неблагоприятных для расселения региона демографических процессов, усиливающих диспропорции, проблемность и противоречивость его развития. Дифференцирующая функция определяет территориальную неоднородность и разнообразие демографической структуры как важного условия сбалансированного функционирования системы расселения и всего региона. Соотношение функций – динамично.

Трансформация взаимосвязей структуры опорного каркаса расселения и демографического «каркаса» региона типична для Центральной России (Центрального федерального округа), ее городской и особенно – сельской местности.

Современный этап функционирования сельского расселения староосвоенных регионов Центра страны характеризуется признаками стадии кризиса [6]. Трансформация, значительный динамизм демографической структуры и более инерционной системы расселения региона, естественная убыль, активные миграционные процессы, «сжатие» сети поселений, усиление мелкоселенности, депопуляция и даже демографическая деградация ряда районов, перестройка в сельской местности всех типов отношений – собственно демографических, экономико-, социально-, эколого- и расселенческо-демографических – современная реальность. Происходит усложнение, нарастание противоречивости, «конфликтности» данных типов отношений, развивающихся по своим циклам.

Резко возрастает значимость демографической структуры как фактора и индикатора развития сельской местности и сельского расселения. Изменяется соотношение ее функций. Ведущей становится лимитирующая, связанная с состоянием демографического кризиса. Она во многом определяет и одновременно отражает уровень социального неблагополучия, препятствует сбалансированному развитию региона. Роль дифференцирующей проявляется в формировании территориальных особенностей качества жизни, естественного и миграционного типов движения населения. Роль оптимизирующей сильно снижена.

Демографический кризис сельской местности староосвоенных регионов Центральной России характеризуется: депопуляцией, невысоким качеством воспроизводства населения, деформацией половозрастной структуры, ухудшением уровня здоровья населения, нестабильностью семейных отношений, активизацией миграций, социальной сверхполяризацией общества. На развитие населения оказывает влияние комплекс гетерогенных факторов: социально-экономических, историко-политических, биологических, этно-демографических, природно-экологических. Анализируемый период (с 1986 года) – очень сложен. Его характеризует деформация долговременной эволюции демографического перехода в условиях становления новых государственных структур и типов социально-экономических отношений, экономических кризисов, трансформации социально-политических процессов, смены демографических волн, экологической Чернобыльской катастрофы. Радиоактивному загрязнению подверглись 10 субъектов ЦФО. Основной ареал – Брянская, Калужская, Тульская и Орловская области, где расположено 82% «чернобыльских» поселений. Самая пострадавшая – Брянская область. Здесь представлены все зоны загрязнения, в пределах которых проживает четверть ее населения.

Демографический кризис лимитирует сбалансированное развитие сельской местности ЦФО, обостряет проблему ее демографической безопасности.

Один из индикаторов кризиса – длительное уменьшение численности населения. Сейчас темпы сокращения – максимальные в России. Удельный вес ЦФО в сельском населении страны с 1986 года снизился до 19 %. Наиболее активна депопуляция в регионах с доминированием мелко- и мелко-среднеселенного расселения, обширными территориями периферии, социально-экономической депрессии. Основная проблема – ослабление, а в ряде районов – исчерпание демографического потенциала. Особо выражена она в Тверской, Ивановской, Калужской, Костромской, Смоленской, Рязан-

ской областях, потерявших 18-28 % жителей. Для наиболее радиоактивно загрязненных ареалов Брянской области характерна демографическая деградация. На другом полюсе – относительно благополучные Белгородская и Московская области с миграционно стимулированным ростом населения.

Депопуляция во многом обусловлена кризисом процессов воспроизводства населения.

Важная социально-демографическая проблема – значительное снижение рождаемости в ЦФО. Несмотря на изменение тренда (падение со второй половины XX в. – рост в начале XXI в.) общий коэффициент уменьшился с 1986 года в 1,3 раза – до 10,7–11,4 ‰ в 2011–2012 годах [2, 10]. В последние годы сельская местность восстановила лидерство по уровню рождаемости, перекрыв городской показатель. Проблема низкой рождаемости в ЦФО – длительна. Округ находится на последней позиции в России. Значительны региональные различия. Более высокие коэффициенты (11,8-14,8 ‰) в Костромской, Орловской, Брянской областях, где «второй демографический переход» запаздывает, низкие (9,2-10,6 ‰) – в Московской, Воронежской, Ивановской, Тамбовской. Разрыв между «полюсами» уменьшается. На репродуктивное поведение женщин активно влияет нестабильность семейных отношений. Высока внебрачная рождаемость.

Современный положительный тренд увеличения рождаемости стимулируется и мерами демографической политики. Однако в ближайшие годы ожидается снижение интенсивности деторождения вследствие ложбины демографической волны, досрочного исчерпания потенциала рождений, старения населения.

Наблюдается «кризис смертности» в результате ее значительного роста. В общем тренде увеличения проявилось и несколько этапов спада. Наиболее выражен самый длительный – современный. Все же общий коэффициент смертности сельских жителей ЦФО остается очень высоким – 18,2–17,8 ‰ в 2011–2012 годах [2, 10]. Это максимальный показатель в стране. Велики региональные различия. В настоящее время смертность варьирует от 12,8–13,0 ‰ в Московской до 20,7–22,7 ‰ в Тверской, Смоленской, Курской областях.

Качественно изменилась половозрастная структура смертности. В селах проблема сверхсмертности мужчин особенно остра в трудоспособном возрасте. Структура причин смерти отличается от «городской» большей долей доминирующих болезней системы кровообращения и внешних причин, меньшей – новообразований. Несмотря на современное сокращение значительна детская смертность. Удельная смертность выше в сельской местности с пониженной эффективностью функционирования здравоохранения.

Естественная убыль населения является определяющим фактором регионального развития. В сельской местности она наблюдается в течение длительного периода – более 30 лет. В последние годы проявилась положительная тенденция уменьшения показателя вследствие повышения рождаемости и сокращения смертности. Коэффициенты в ЦФО составили -7,5 – -6,4 ‰ в 2011–2012 годах [2, 10]. Это – максимум в стране. Выражена региональная дифференциация процессов. Наименее неблагоприятная ситуация типична для Московской области. Современный уровень убыли населения (-3,6 – -3,0 ‰) позволяет оценить ее как докризисную согласно критерию демографической безопасности. Другой полюс с длительными особо кризисными процессами, низкой рождаемостью и высокой смертностью – Смоленская, Тверская и Курская области. В них и в настоящее время показатели составляют -8,6 ‰ – -11,3 ‰. Нарастают социально-демографические контрасты «центр – периферия», «зоны депопуляции – роста». Сложна ситуация на радиоактивно загрязненном юго-западе Брянской области.

Качественное изменение половозрастной структуры – важный индикатор демографической угрозы. Положительный тренд увеличения удельного веса детей и подростков слабо выражен. Прирост трудоспособного населения сменяется его сокращением. Тенденция уменьшения доли пенсионеров практически исчерпана, начался обратный процесс. Потенциал трудоспособной когорты в селах ниже, а старшей возрастной группы – существенно больше, чем в городских поселениях. Очень высок уровень демографической старости и демографической нагрузки. Пониженные показатели средней ожидаемой продолжительности жизни, большой гендерный разрыв – индикатор социального неблагополучия. Наиболее разбалансирована половозрастная структура в Курской, Рязанской, Тверской, Тульской, Смоленской областях. Современные негативные тенденции – фактор будущего ухудшения положения на рынке труда.

Важная особенность демографической ситуации – интенсивное миграционное движение. Для сельской местности долгое время был характерен массовый выезд. Вторая половина 80-х годов XX века отличалась постепенным преодолением оттока. Для 90-х годов был типичен кратковременный приток городских жителей, а затем активный – вынужденных переселенцев и беженцев. В начале XXI века вынужденную миграцию сменили центростремительные трудовые потоки с севера и востока России, стран СНГ. В сельской местности ЦФО наблюдается довольно длительный период с положительным сальдо механического движения населения. Однако ее статус миграционного фокуса выражен намного слабее, чем у городских поселений, а в 2010 году произошел «обвал» до убыли. Даже во время максимального притока его уровень не достигал «планки» замещающей миграции, но интенсивность процесса депопуляции несколько снизилась. Произошло некоторое улучшение демографической ситуации (половозрастной структуры, естественного воспроизводства). Одновременно

обострился комплекс проблем, в частности жилищная, трудоустройства. Наиболее характерны данные процессы для Московской, Белгородской и Калужской областей с активным притоком в сельскую местность. Сложен тренд миграций со сменой положительного и отрицательного сальдо в большинстве субъектов ЦФО. Самая негативная ситуация с долговременным доминированием выезда, усиливающего депопуляцию, в Курской, Костромской, Брянской, Тверской, Смоленской областях. Особо сложное положение в периферийных районах сельской глубинки всех регионов ЦФО. Новый вид миграций – вынужденные чернобыльские переселения наиболее интенсивны в Брянской области. Тренд уменьшения их активности в последние два года сменился ростом. Они продолжают являться важным фактором развития радиоактивно загрязненных территорий. Значительно менее выраженный их поток в Калужской и Тульской областях сейчас совсем не прослеживается.

Под влиянием комплекса гетерогенных факторов происходит **перестройка расселенческо-демографических отношений** [6]. Активизируется процесс дифференцирования поля расселения. Тенденция выделения двух качественно различных частей – жизнеспособной и депопулирующей с отмирающими пунктами типична для большинства регионов. Нарушаются сложившиеся, возникают новые направления межселенных и межрегиональных связей.

Усиливается роль негативного процесса деградации расселения, стадиями развития которого являются разрушение и измельчение сети. Обостряется проблема «пустующих деревень». С 1989 по 2010 год их число в ЦФО выросло в 2,3 раза (с 4235 до 9732) [8, 9]. Ареал наибольшей активности этого тренда расширился, включив кроме северных западные и центральные области. Особенно интенсивен процесс в Смоленской, Брянской, Курской, Орловской, Тульской и Рязанской областях. Однако по-прежнему доля пустующих сел максимальна (20-26 % сети) на севере и северо-западе. Нарастает мелкоселенность. Повышается степень социально-территориальной обособленности поселений. Удельный вес сел с людностью до 10 человек – «переходных к пустующим» колеблется от 55–40 % в северных и северо-западных Ярославской, Костромской, Ивановской, Тверской, Смоленской, центральной Калужской, 36–30 % в Тульской, Владимирской, Рязанской, Орловской до 10–8 % в черноземных Белгородской и Воронежской областях. Такие села – наиболее неустойчивый элемент расселения. Их отмирание усилит депопуляцию. Региональные особенности сжатия селитебного пространства – значительны. Выделены категории интенсивности данного процесса по соотношению уровней реального (1989 – 2010 годы) и потенциального (с 2011 года) сокращения сети (таблица). Максимально выражен тренд «размывания» сети на севере и северо-западе ЦФО. Остропроблемны периферийные депрессивные районы всех областей с активной депопуляцией. Убыль сельского населения нарастает с удаленностью от регионального центра. Только за период 2002-2010 годов в округе она соответственно увеличилась от -5,2 % в районах – соседях первого порядка такого центра до -13,1 % – 5-го и более порядков [5].

Таблица

Интенсивность процесса сжатия селитебного пространства административных областей ЦФО [8, 9]

Интенсивность сокращения сети (доля пунктов в 2010 г. от кол-ва пунктов в 1989 г., %)	1 – 10 (низкий уровень)	11 – 20 (средний уровень)	21 – 30 (высокий уровень)	более 31 (очень высокий уровень)
Интенсивность потенциального сокращения сети (доля пунктов с населением 1-10 чел. в 2010 г., %)				
1 – 10 (низкий уровень)	Белгородская Воронежская			
11 – 20 (средний уровень)	Курская Липецкая	Тамбовская		
21 – 30 (высокий уровень)	Московская	Брянская		
Более 31 (очень высокий уровень)	Владимирская	Калужская Орловская Рязанская Тверская Тульская Ярославская	Ивановская Смоленская	Костромская

Снижается демографический потенциал населенных пунктов. Высокая естественная и миграционная убыль способствуют уменьшению численности и старению населения большинства сел. Негативные процессы в воспроизводстве воздействуют на изменение социально-экономических функций поселений, их устойчивости. Данная проблема наиболее выражена в Тверской, Смоленской,

Тулской, Костромской, Рязанской, Курской областях с высоким удельным весом депрессивных районов. Для радиоактивно загрязненного юго-запада Брянской области характерна демографическая деградация зоны отчуждения, активная депопуляция зоны обязательного отселения.

Повышается степень дифференциации сельского расселения. Один полюс – очень малые села (1-50 чел.) как наиболее неустойчивый его элемент. Другой – большие (501-1000 чел.) и крупные села (1001-2000 чел.), положение которых в сети расселения наиболее стабильно. Эти поселения выполняют функции местных организационных, агропромышленных центров, служат ядрами формирования местных типов расселения. Большинство жителей сконцентрировано в средних по людности селах (201-500 чел.), обладающих разной степенью устойчивости.

Активизируется поляризация расселения. Стадия урбанизации сопровождалась значительным снижением демографических ресурсов сельской местности, концентрацией сельского населения. Эти процессы типичны для ЦФО и на современном этапе. Наметившийся переход к стадии интегрированно-го расселения с выраженной поляризацией среды формирует новый опорный каркас расселения [3, 4]. Социально-экономические и демографические различия типов сельской местности нарастают – от развивающихся пригородных до активно депопулирующих периферийных [7]. Усиливается проблемность демо-эко-логического развития поселений, особенно на радиоактивно загрязненном юго-западе Брянщины.

Значительны региональные особенности процессов трансформации расселенческо-демографических отношений в сельской местности. Выделяются несколько контрастных зон. Первая – регионы с мелко- и мелко-среднеселенным расселением (Костромская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Смоленская, Калужская области). Их отличают особо неблагоприятные социально-демографические условия развития сельской местности, абсолютное доминирование «гаммы» наиболее неустойчивых очень малых поселений (свыше 75 %), высокий удельный вес сел, «переходных к пустующим», особенно активный процесс отмирания пунктов на периферии и полупериферии, пригородная и прикаркасная концентрация. Вторая – регионы с преобладанием среднеселенного расселения (Брянская, Орловская, Тульская, Владимирская, Рязанская области). Их характеризует неблагоприятные социально-демографические условия развития территории, доминирование наиболее неустойчивых сел (55-70 %), ликвидация пунктов на периферии, начало возрождения деревень в полупригородах, активная пригородная, менее выраженная концентрация в пределах функционально-планировочных коридоров. Третья – регионы с средне-крупно-селенным и крупноселенным расселением (Белгородская, Воронежская, Липецкая, Курская, Тамбовская области), относительно неблагоприятными социально-демографическими условиями развития районов, пониженным удельным весом наиболее неустойчивых поселений (30-50 %), повышенным – центров устойчивости, сокращением пунктов периферии, возрождением сел на полупериферии, стягиванием поселений в пригородные зоны. Четвертая – Московская область со средне-крупноселенным поляризованным расселением, значительным распространением наиболее неустойчивых сел (58 %), повышенной ролью центров устойчивости, концентрирующих максимальную для ЦФО долю сельского населения, незначительным сокращением сети (на 5 % за период 1989-2010 годов), относительно небольшими ареалами депопуляции. Активны процессы возрождения деревень, формирования нового типа – коттеджных поселений [4]. Это – важные факторы снижения интенсивности потенциального сжатия селитебного пространства.

Комплексный анализ демографического потенциала сельского расселения – необходимое звено разработки и реализации социально-экономической политики сбалансированного развития сельской местности регионов ЦФО.

The main features of the modern demographic structure of the rural population of Central Russia are discussed. The principal functions and trends of its influence on the transformation of rural settlement pattern are distinguished. The leading features of the territorial contrasts of relations between demographic structure and settlement pattern in rural district are identified.

The key words: *demographic structure, natural and spatial movement of population, settlement, rural settlement pattern, relations between demographic structure and settlement pattern, function.*

Список литературы

1. Воропай Л.И., Куница М.Н. Селитебные геосистемы физико-географических районов Подполии. Черновцы: Изд-во ЧГУ, 1982. 90 с.
2. Демографический ежегодник России. 2012: Статистический сборник. М.: Росстат, 2012. 535 с.
3. Зайончковская Ж.А. Демографическая ситуация и расселение. М.: Наука, 1991. 130 с.
4. Зайончковская Ж.А., Иоффе Г.В. Динамика расселения в Московском регионе как отражение постсоветских трансформаций // Вопросы географии. Сборник 135: География населения и социальная география /Отв. ред. А.И. Алексеев, А.А. Ткаченко. М.: Кодекс, 2013. С. 188-223.

5. Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В. Различия в динамике численности населения по поселениям разного размера и статуса //Вопросы географии. Сборник 135: География населения и социальная география /Отв. ред. А.И. Алексеев, А.А. Ткаченко. М.: Кодекс, 2013. С. 82-107.

6. Куница М.Н. Геодемографическая структура населения староосвоенного региона: особенности, дифференциация, проблемы в Центральном федеральном округе России. Брянск: Изд-во РИО БГУ, 2009. 312 с.

7. Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: Ответы географа. М.: ЛЕ-НАНД, 2013. 456 с.

8. Сельские населенные пункты РСФСР: По данным Всесоюзной переписи населения 1989 года. М.: Республиканский информационно-издательский центр, 1991. 367 с.

9. Численность и размещение населения: Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года. М.: ИИЦ Статистика России, 2012. Т. 1. 1071 с.

10. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации: <http://www.gks.ru>

Об авторе

Куница М.Н. – кандидат географических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И. Г. Петровского, geodem@mail.ru.

УДК 612.1

ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКТА ЛИМОННИКА КИТАЙСКОГО НА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ КРОВИ У СПОРТСМЕНОВ

Ф.Б. Литвин., С.С. Голощапова, М.А. Аверьянов, С.В. Мартынов, В.Я. Жигало, И.П. Аносов

Лекарственные травы, обладающие адаптогенными и иммуностимулирующими свойствами, в настоящее время выступают одним из средств, направленным на повышение устойчивости организма к воздействию факторов окружающей среды. Цель данной работы заключалась в оценке краткосрочного влияния лимонника китайского (*Schizandra chinensis* (Turkz.) Baill) на функциональное состояние микроциркуляторного русла. В работе использовался метод лазерной доплеровской флоуметрии, позволивший выявить закономерности изменений, происходящих в системе микроциркуляции спортсменов-волейболистов.

Ключевые слова: лимонник китайский, спортсмены, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия.

Лекарственные растения имеют определенные преимущества перед синтетическими препаратами, как более безопасные и не имеющие побочных эффектов. На протяжении последних лет интенсивно изучаются растительные препараты, обладающие адаптогенными и иммуностимулирующими свойствами. Мощный всплеск исследований в данной области направлен на расширение границ адаптации человека, повышение его функциональных ресурсов, работоспособности, качества жизни и устойчивости к действию факторов внешней среды [1, с.14]. Фитопрепараты – один из самых перспективных классов биологически активных препаратов, которые повышают границы адаптации к физической нагрузке, не являясь токсическими соединениями. Прием адаптогенов способствует повышению общей резистентности спортсмена к неблагоприятным факторам внешней среды и положительно влияет на здоровье и работоспособность. Одним из научных направлений является изучение влияния экстрактов растений на иммунную защиту организма человека. В работе Лебедева А.В. и др. [2, с.64] показано, что экстракты трав повышают адгезионную способность лейкоцитов, при этом трава зверобоя и трава ортилии оказывают наибольшее действие, а трава хмеля и элеутерококка – наименьшее. Изучение гемореологической активности экстракта левзеи сафлоровидной и серпухи венценосной выявило улучшение гемореологических свойств, оптимизации углеводного обмена и повышение показателя доставки кислорода к тканям [3, с.58].

Цель исследования - оценить краткосрочный эффект влияния настойки лимонника китайского на функциональное состояние микроциркуляторного русла после употребления за 1 час до игры и через 1 час после окончания соревнования в соревновательный период. В исследовании приняло участие 12 юношей в возрасте 17-24 лет, занимающихся волейболом. Изучение состояния микроциркуляции проводили с помощью метода чрескожной лазерной доплеровской флоуметрии волярной поверхности 4-го пальца руки на лазерном анализаторе капиллярного кровотока (ЛАКК – М, НПП "ЛАЗМА", Россия). Первое измерение проводилось за 1 час перед игрой после приема настойки лимонника китайского в дозе 2 мл/кг массы тела, второе – через 1 час после завершения игры. Исследования проводили в течение трех соревновательных дней. Продолжительность записи ЛДФ-граммы

составляла 5 минут. Анализировались следующие показатели: параметр микроциркуляции (ПМ) в перфузионных единицах (п.е.) с автоматическим расчетом его среднего значения, отражающего количество эритроцитов и среднюю скорость эритроцитов в зондируемом объеме ткани; уровень флкса (по величине СКО п.е., отражающей вариабельность тканевого кровотока). Амплитудно-частотный анализ осцилляций кровотока был выполнен с помощью программы вейвлет-анализа. По результатам амплитудно-частотного анализа колебаний кровотока рассчитывали активные механизмы контроля микрогемодинамики ((нейрогенный (Ан), миогенный (Ам) и эндотелийзависимый (Аэ) компоненты тонуса)), а также максимальную амплитуду колебаний кровотока в диапазоне дыхательных экскурсий и кардиоритма, представляющие пассивные механизмы регуляции.

Методом оптической тканевой оксиметрии, применяемым в данном приборе, оценивали уровень сатурации кислорода (SO_2) и величину удельного потребления кислорода (U, усл. ед.). Лазерная флуоресцентная диагностика позволяет оценить интенсивность излучения спектров флуоресценции восстановленной формы никонтинидадениндинуклеотида (НАДН) и окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД). Для оценки утилизации кислорода использовалась величина флуоресцентного показателя потребления кислорода (ФПК) коферментов, участвующих в дыхательной сети как отношение НАДН к ФАД: $ФПК = A_{НАДН} / A_{ФАД}$.

Расчет всех показателей проводили с помощью специального пакета программ (версия 2.0.0.423, НПП "ЛАЗМА", РФ). Статистическую обработку полученных результатов исследования осуществляли путем вычисления средних арифметических (M) и ошибок средних (m). Оценку достоверности различия средних значений производили с помощью параметрического t-критерия Стьюдента. Различия между группами считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования.

Результаты выполненной работы показали, что уровень обменных процессов зависит от продолжительности времени применения адаптогена. Согласно выстроенной гипотезе предполагалось, что трехдневное применение экстракта лимонника позволит сократить время восстановления организма к каждому последующему дню соревнований. С этой целью в течение 3-х дней дважды: до и после соревнований проводили мониторинг состояния системы микроциркуляции. По данным мониторинга показателей ЛДФ наиболее существенные изменения в системе микрогемодинамики регистрируются на второй день приема лимонника. В частности, величина ПМ снижается от $12,68 \pm 2,06$ п.е. до $7,70 \pm 1,11$ п.е. или на 64%, показатель СКО снижается от $2,19 \pm 0,72$ п.е. до $1,14 \pm 0,44$ п.е. или на 92% ($p < 0,05$) (табл. 1). Усиливается шунтирование крови по артериоло-венулярным анастомозам с повышением ПШ на 9%. Выполненный вейвлет анализ частотно-амплитудного спектра показал снижение объема поступающей в систему микроциркуляции крови, вызванное изменениями реактивности структур микроциркуляторного русла. Биологически активные вещества, содержащиеся в экстракте лимонника, усиливают активность симпатического звена вегетативной нервной системы, суммарно повышая тонус прекапиллярных сфинктеров и артериол большого диаметра. Амплитуда миогенных колебаний, по величине которой оценивается работа прекапиллярных сфинктеров, и, косвенно, количество функционирующих капилляров снижается на 67% от $9,16 \pm 0,64$ п.е. до $5,47 \pm 0,31$ п.е. ($p < 0,05$).

Таблица 1

Значения (M±m) показателей микроциркуляции у испытуемых волейболистов до и после игры при приеме экстракта лимонника китайского

Показатели микроциркуляции	До соревнований, дни			После соревнований, дни		
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
ПМ, п.е.	$12,68 \pm 2,06$	$7,70 \pm 1,11$	$13,73 \pm 2,47$	$16,33 \pm 2,54$	$8,50 \pm 1,39$	$16,14 \pm 2,38$
СКО, п.е.	$2,19 \pm 0,72$	$1,14 \pm 0,44$	$1,65 \pm 0,60$	$1,78 \pm 0,66$	$2,30 \pm 0,85$	$1,70 \pm 0,54$
SO_2 , %	$74,21 \pm 5,62$	$70,40 \pm 4,29$	$71,15 \pm 4,01$	$79,67 \pm 5,79$	$70,56 \pm 5,03$	$67,64 \pm 4,48$
SpO_2 , %	$97,13 \pm 0,69$	$98,57 \pm 0,74$	$98,00 \pm 0,51$	$98,50 \pm 0,59$	$97,43 \pm 0,70$	$96,88 \pm 0,75$
U, усл. ед.	$1,31 \pm 0,27$	$1,40 \pm 0,38$	$1,38 \pm 0,25$	$1,27 \pm 0,20$	$1,40 \pm 0,36$	$1,38 \pm 0,33$
V_f , %	$10,30 \pm 0,58$	$10,04 \pm 0,49$	$11,01 \pm 0,61$	$13,48 \pm 0,65$	$11,06 \pm 0,54$	$10,10 \pm 0,39$
ФПК	$0,986 \pm 0,02$	$0,972 \pm 0,02$	$0,936 \pm 0,01$	$0,915 \pm 0,01$	$0,913 \pm 0,01$	$0,999 \pm 0,04$
Аэ, п.е.	$24,78 \pm 2,10$	$10,47 \pm 1,02$	$19,96 \pm 2,34$	$11,58 \pm 1,33$	$16,35 \pm 1,62$	$14,99 \pm 1,67$
Ан, п.е.	$12,95 \pm 1,40$	$9,50 \pm 1,29$	$13,19 \pm 1,82$	$15,16 \pm 1,74$	$13,07 \pm 1,35$	$13,59 \pm 1,41$
Ам, п.е.	$9,16 \pm 0,64$	$5,47 \pm 0,31$	$7,87 \pm 0,45$	$12,25 \pm 0,65$	$8,81 \pm 0,52$	$7,43 \pm 0,66$
Ад, п.е.	$5,52 \pm 0,48$	$3,12 \pm 0,39$	$4,75 \pm 0,32$	$7,60 \pm 0,50$	$4,13 \pm 0,27$	$3,48 \pm 0,29$
Ас, п.е.	$3,38 \pm 0,26$	$2,63 \pm 0,21$	$3,96 \pm 0,35$	$5,02 \pm 0,33$	$3,87 \pm 0,40$	$2,61 \pm 0,19$
ПШ, усл. ед.	$1,50 \pm 0,19$	$1,64 \pm 0,25$	$1,90 \pm 0,32$	$1,41 \pm 0,28$	$1,62 \pm 0,31$	$2,19 \pm 0,37$

Синхронно повышается тонус относительно крупных артериол и метартериол с падением амплитуды нейрогенных колебаний на 36% от $12,95 \pm 1,40$ п.е. до $9,50 \pm 1,29$ п.е. ($p < 0,05$). Прием экстракта лимонника во второй день сопровождается стремительным падением в 2,5 раза амплитуды эндотелийзависимых колебаний от $24,78 \pm 2,10$ п.е. до $10,47 \pm 1,02$ п.е., что может свидетельствовать о сниже-

нии продукции основного вазодилататора – оксида азота. Синхронно снижается вклад внешних механизмов модуляции микрокровотока, генерируемых как работой сердца, так и присасывающими движениями грудной клетки. Показатель амплитуды респираторных колебаний уменьшается на 77% от $5,52 \pm 0,48$ п.е. до $3,12 \pm 0,39$ п.е., пульсовых - на 29% от $3,38 \pm 0,26$ п.е. до $2,63 \pm 0,21$ п.е. На фоне снижения интенсивности микроциркуляции, компенсаторно усиливается утилизация кислорода из капилляров в ткани, на что указывает уменьшение на 5,4% от $74,21 \pm 5,62\%$ до $70,40 \pm 4,29\%$ показателя сатурации кислорода в смешанной крови. Повышенный запрос тканей по кислороду активизирует диффузию его из альвеол в кровеносные капилляры. В результате содержание кислорода в артериальной крови системного круга кровообращения повышается на 1,5%. Вазоконстрикция, вызванная повышением активности симпатического звена вегетативной нервной системы под воздействием биологических активных веществ лимонника китайского, повышает скорость микрокровотока. Известно, что чем выше скорость кровотока в системе обменных сосудов, тем полнее происходит диссоциация оксигемоглобина и диффузия кислорода в клетки рабочих органов [4, с. 88]. По данным оптической тканевой оксиметрии показатель удельного потребления кислорода тканями повышается от $1,31 \pm 0,27$ усл. ед. до $1,40 \pm 0,38$ усл. ед. или на 6,9%. Соответственно, в клетках рабочих органов активизируются окислительно-восстановительные реакции с участием кислорода. По данным флуоресцентной диагностики в результате активного включения НАДН в цепь реакций по переносу электронов на кислород показатель НАДН/ФАД снижается на 1,4% (рис. 1).

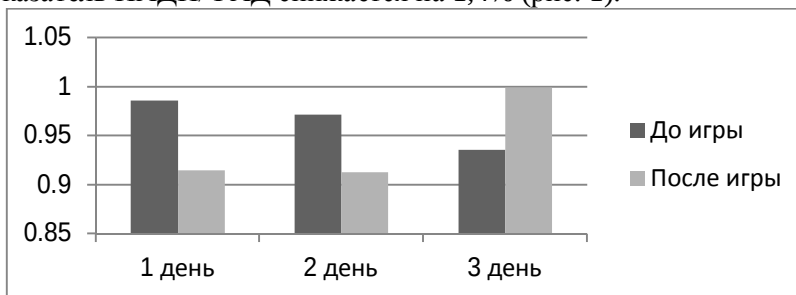


Рис. 1. Динамика величины ФПК при приеме лимонника у спортсменов - волейболистов

Немаловажным является и тот факт, что повышение метаболизма кислорода на клеточном уровне происходит без увеличения количества эритроцитов, о чем свидетельствует отсутствие динамики роста концентрации эритроцитов в зондируемом объеме крови ($10,30 \pm 0,58\%$ и $10,04 \pm 0,43\%$ соответственно). По иному протекают обменные процессы в системе микроциркуляции на третий день применения настойки лимонника. Прежде всего, стремительно растет показатель перфузии крови от $7,70 \pm 1,11$ п.е. до $13,73 \pm 2,47$ п.е. или на 78% по сравнению со вторым и на 8% с первым днями приема настойки лимонника. Показатель СКО повышается от $1,14 \pm 0,44$ п.е. до $1,65 \pm 0,60$ п.е. или на 45%. Нарастающий объем крови активизирует работу шунтирующего звена. Пропускная способность анастомозов увеличивается от $1,64 \pm 0,25$ усл. ед. до $1,90 \pm 0,32$ усл. ед. или на 16% по сравнению со вторым и на 27% с первым днями приема лимонника китайского. Работа активных и пассивных механизмов модуляции кровотока направлена на снижение тонуса микрососудов и увеличение пропускной способности системы микроциркуляции. На третий день по сравнению со вторым от $5,47 \pm 0,31$ п.е. до $7,87 \pm 0,45$ п.е. повышается амплитуда миогенных колебаний. Тонус прекапиллярных сфинктеров снижается, а умеренная дилатация увеличивает число функционирующих капилляров. Примерно на такую же величину (39%) повышается амплитуда нейрогенных колебаний от $9,50 \pm 1,29$ п.е. до $13,19 \pm 1,82$ п.е., что обеспечивает приток дополнительного объема крови в систему микроциркуляции. Максимально высокий прирост амплитуды среди активных механизмов регуляции отмечается со стороны эндотелийзависимого фактора. На третий день по сравнению со вторым амплитуда увеличивается в 2 раза от $10,47 \pm 1,02$ п.е. до $19,96 \pm 2,34$ п.е. ($p < 0,01$).

Таким образом, все три тонусформирующих фактора приносящего артериолярного звена работают синхронно и направлены на решение конечной задачи по адекватному обеспечению рабочих органов пластическим и энергетическим субстратом. Среди пассивных механизмов амплитуда респираторных повышается на 52% и на 51% пульсовых колебаний по сравнению с показателями во второй день и достигает уровня первого дня. Динамика показателей метаболизма кислорода более консервативная. Так, уровень сатурации кислорода в смешанной крови микроциркуляторного русла остается ниже по сравнению с первым днем и несущественно выше со вторым днем применения лимонника. Незначительно снижается и показатель потребления кислорода тканями. В системном круге на 0,6% уменьшается содержание кислорода, что стимулирует выброс в кровь дополнительного количества эритроцитов. Показатель концентрации эритроцитов в зондируемом объеме крови увеличивается на 9,7% по сравнению со вторым днем приема лимонника китайского. Показатель НАДН/ФАД продолжает снижаться, оставаясь на 5,3% ниже по сравнению с первым днем и на 3,8% - со вторым днем употребления лимонника китайского.

Поведение системы микроциркуляции после приема лимонника китайского в каждый из трех дней после игры, имеет как общие с до игровым состоянием, так и отличительные особенности. В целом величина перфузии после соревнований оказалась выше по сравнению с показателями перед игрой. В первый день после игры и приема лимонника величина ПМ ($16,33 \pm 2,54$ п.е.) недостоверно выше по сравнению с показателем до соревнования ($12,68 \pm 2,06$ п.е.). Во второй день показатель ПМ снижается в 2 раза ($8,50 \pm 1,39$ п.е.) ($p < 0,05$), а в 3-й день снижение сменяется повышением ПМ до $16,14 \pm 2,38$ п.е. Уровень флаксмоций (СКО) повышается с $1,78 \pm 0,66$ п.е. до $2,30 \pm 0,85$ п.е. от 1-го дня ко второму с последующим понижением в 3-й день до $1,70 \pm 0,54$ п.е. Перфузия в обменных сосудах регулируется активными и пассивными механизмами модуляции кровотока. Выполненное вейвлет-преобразование частотно-амплитудного спектра показало, что после приема лимонника китайского тонус прекапиллярных сфинктеров от 1-го к 3-му дню соревнований повышается. Причем максимальный рост тонуса приходится на 2-й день. От 1-го ко 2-му дню амплитуда миогенных колебаний снижается от $12,25 \pm 0,65$ п.е. до $8,81 \pm 0,52$ п.е. или на 39%, что влечет за собой двукратное снижение перфузии. В 3-й день снижение тонуса ослабевает. Показатель Ам колебаний снижается до $7,43 \pm 0,66$ п.е. Тонус более крупных артериол понижается менее выражено и только в первые два дня. За это время амплитуда нейрогенных колебаний уменьшилась от $15,16 \pm 1,74$ п.е. до $13,07 \pm 1,35$ п.е., оставаясь без изменений ($13,59 \pm \dots$ п.е.) в 3-й день. Суммарно за три дня после игр показатель миогенного тонуса прекапилляров повышается на 65%, а артериол большего диаметра – на 12%. Амплитуда эндотелиальных колебаний, напротив, достоверно повышается от $11,58 \pm 1,33$ п.е. в 1-й день до $16,35 \pm 1,62$ п.е. во 2-й день ($p < 0,05$), с последующим снижением до $14,99 \pm 1,67$ п.е. в 3-й день. Амплитуды пассивных колебаний дыхательного и сердечного генеза синхронно снижаются от 1-го к 3-му дню, указывая на снижение вклада внешних факторов управления флаксмоциями кровотока. По абсолютной величине за три дня амплитуда респираторных колебаний достоверно снижается на 118%, а пульсовых – на 92% ($p < 0,05$). Согласованная работа регуляторных механизмов направлена на решение задачи адекватного обеспечения клеток тканей пластическим и энергетическим субстратом с одной стороны и выведения продуктов метаболизма – с другой. Как показали данные оптической тканевой оксиметрии от 1-го к 3-му дню, усиливается диффузия кислорода из крови в ткани, в результате показатель сатурации кислорода гемоглобином смешанной крови понижается от $79,67 \pm 5,79\%$ в первый день до $70,56 \pm 5,03\%$ во 2-й день и $67,64 \pm 4,48\%$ в 3-й день. Одновременно повышается показатель удельного потребления кислорода тканями от $1,27 \pm 0,20$ усл. ед. в 1-й день до $1,40 \pm 0,36$ усл. ед. во 2-й день и $1,38 \pm 0,33$ усл. ед. в 3-й день. В течение трех дней показатель удельного потребления кислорода увеличивается на 8%. По данным лазерной флуоресцентной диагностики в первые два дня после соревнований показатель НАДН/ФАД минимальный ($0,915 \pm 0,010$ и $0,913 \pm 0,012$ соответственно), что означает на фоне снижения содержания кислорода в смешанной крови усиления окислительно-восстановительных реакций в клетках тканей. Однако уже на 3-й день показатель НАДН/ФАД достоверно повышается до $0,999 \pm 0,038$, что при нарастающей диффузии кислорода в ткани свидетельствует о расширении адаптационных процессов, в результате которых снижается доля кислорода, непосредственно участвующего в образовании АТФ и повышается его использование с целью устранения кислородного долга.

Выводы

1. Трехдневное употребление настойки лимонника китайского до соревнований сопровождается усилением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы после первого дня приема, что проявляется вазоконстрикторными реакциями со стороны артериол и прекапиллярных артериол. В результате снижается показатель перфузии крови и величина флакса. На этом фоне повышается эффективность использования кислорода тканями. После трех дней приема направленность реакции микроциркуляторного русла сменяется на противоположную: стремительно повышается интенсивность микрокровотока; растет активность эндотелиального, нейрогенного и миогенного механизмов регуляции модуляции кровотока; сохраняется высокий уровень утилизации кислорода из крови в ткани.

2. В постсоревновательный период динамика величины перфузии изменяется волнообразно с понижением во 2-й день и ростом до максимальной величины после 3-х дней приема лимонника. Величина потребления кислорода тканями нарастает от 1-го к 3-му дню употребления настойки лимонника китайского.

3. Показано, что независимо от функционального состояния организма применение настойки лимонника китайского улучшает работу системы микроциркуляции через повышение ее функциональных возможностей и расширение адаптивного потенциала.

Medicinal herbs with adaptogenic and immunostimulating properties are a one of means, directed on increasing of organism resistance on influence different environmental factors. The aim of this research is estimate of short-term influence of magnolia vine (*Schizandra chinensis* (Turkz.) Baill) on functional state of microcirculation system. Used Laser Doppler Flowmetry we detected mechanisms of changes in microcirculation system of volleyball players.

The key words: *Schizandra chinensis* (Turkz.) Baill, sportsmen, microcirculation, Laser Doppler Flowmetry.

Список литературы

1. Ефремова И.Н. Разработка комплексного адаптогенного средства на основе фитопрепаратов женьшеня, эхинацеи и солодки: автореф. канд. дисс./ И.Н. Ефремова. Минск, 2004. 25 с.
2. Лебедева А.В. Влияние извлечений некоторых лекарственных растений на адгезию лейкоцитов [Текст] / А.В. Лебедев, М.С. Коротаева, Т.А. Шмаров // Микроциркуляция и гемореология (от ангиогенеза до центрального кровообращения) IX Международная конференция (29 июня-2 июля, 2013) Ярославль: Изд. ЯГПУ им К.Д. Ушинского, 2013. С. 64.
3. Васильев А.С. Влияние экстрактов экидистероидсодержащих растений совместно с дозированной физической нагрузкой на гемореологические показатели крыс с инфарктом миокарда [Текст] / А.С. Васильев, О.И. Алиев, А.М. Анищенко, М.Б. Плотников // Микроциркуляция и гемореология (от ангиогенеза до центрального кровообращения) IX Международная конференция (29 июня-2 июля, 2013) Ярославль: Изд. ЯГПУ им К.Д. Ушинского, 2013. С. 58.
4. Баранов В.В. Визуализатор капиллярного эндотелия [Текст] / В.В. Баранов, Н.Н. Самсонова, В.В. Баранов, М.М. Рыбка, Ф.Б. Литвин // VI Всероссийская конференция по клинической гемостазиологии и гемореологии в сердечно-сосудистой хирургии (с международным участием) (31 января – 02 февраля, 2013) // «Тромбоз, гемостаз и реология» № 2-.2013 . с.87-90.

Об авторах

Литвин Ф.Б. – доктор биологических наук, профессор Смоленской академии физической культуры, спорта и туризма, e-mail: bf-litvin@yandex.ru

Голощапова С.С. – аспирант Брянского государственного университета, e-mail: sv.goloshchapova@gmail.com

Аверьянов М.А. - аспирант Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

Мартынов С.В. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

Жигало В.Я.- кандидат педагогических наук, доцент Брянской государственной инженерно-технологической академии

Аносов И.П. – доктор педагогических наук, профессор Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого

УДК 612.1

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «БИЛАР» НА ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Ф.Б. Литвин, И.А. Прохода, Е.П. Морозова, С.В. Мартынов,
С.С. Голощапова, В.В. Силуванов, М.А. Аверьянов

Влияние природных биостимуляторов на расширение регуляторно-адаптивных возможностей детского организма представляет большой интерес для современного спорта. Цель данной работы: изучить влияние продукта Билар, полученного из трутневого расплода, на состояние автономного и центрального контуров управления сердечным ритмом у юных спортсменов. Для оценки состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы использовалась вариационная пульсометрия. В результате, корректирующий эффект препарата «Билар» проявился в усилении автономного контура управления сердечным ритмом и снижении центрального контура регуляции. Результатом взаимодействия между автономным и центральным контурами управления является повышение экономичности функционирования и расширение резервных возможностей организма в процессе тренировочных занятий спортом.

Ключевые слова: спортсмены, Билар, вариационная пульсометрия, сердечный ритм.

В современном детском спорте важнейшим вопросом спортивной физиологии является изучение влияния физических нагрузок на растущий организм юных спортсменов с целью достижения оптимального уровня функционирования систем жизнеобеспечения при уменьшении физиологической «цены адаптации». В связи с ранней спортивной специализацией и использованием нарастающих, по объему и интенсивности физических нагрузок, становится актуальным определение в режиме мониторинга адаптивных возможностей растущего организма, прогнозирование риска развития дезадаптации на фоне снижения функциональных возможностей и спортивных результатов, а также времени полного восстановления организма. Детский организм отличается уязвимостью регуляторных систем к воздействию фармакологических средств, используемых для оптимизации функционирования и восстановления ведущих систем организма. В этом плане изучение влияния природных биостимуляторов на расширение его регуляторно-адаптивных возможностей представляет большой интерес для детского спорта. Широко известно положительное воздействие

на организм продуктов пчеловодства: мед, перга, пчелиный яд [1, с. 107; 2, с. 110], цветочная пыльца, маточное молочко, воск, прополис [3, с. 111]. Наряду с этим недостаточно изученным остается продукт, получаемый из трутневого расплода [4, с. 68.]. При этом в единичных работах [5, с. 401] показано, что использование трутневого расплода оказалось эффективным при лечении отставаний развития у детей, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, психических расстройствах, климактерических нарушениях, в геронтологии. Апипродукт в форме порошка под названием Билар личиночного происхождения имеет много общего с маточным молочком, обладает лечебно-профилактическим действием (особенно антиоксидантным, иммуномодулирующим, противоопухолевым, актопротекторным и пр.). Исследования показали, что в трутневых личинках деценовых кислот и сульфгидрильных соединений намного больше, чем в маточном молочке. Количество белка достигает 51%, причем в нем находятся все незаменимые аминокислоты, а по лизину, триптофану и гистидину уровень идеального белка по шкале ФАО/ВОЗ превышен почти в 2 раза. Апипродукт содержит около 80 ферментов. Продукт содержит витамины группы В, β -каротин, α -токоферол. Билар имеет богатый элементный состав: 28 макро- и микроэлементов. Кроме того, в трутневых личинках присутствует до 50% жиров, из них 10% - низкомолекулярные жирные кислоты (эссенциальные), 28% - мононасыщенные, 45% - насыщенные, то есть содержание жира практически соответствует формуле рационального и сбалансированного питания, что повышает биологическую ценность. Энерго- и иммуностимулирующие свойства позволяют использовать его в качестве актопротекторного препарата для повышения физической работоспособности, повышения устойчивости газового состава и кислотно-щелочного равновесия крови, повышению концентрации половых гормонов в крови [6, с. 17.]

Работами [7, с. 235; 9, с. 246; 10, с. 330] показано, что более раннее включение в регуляцию парасимпатического звена ВНС под влиянием систематических физических нагрузок является залогом экономного функционирования организма в покое, ускоренного включения в энерготратную деятельность при нагрузках и укорочения периода восстановления после нагрузки. Широкую известность в этом направлении получили работы школы профессора Н.И. Шлык по изучению типов регуляции, сформированных на основе генетических особенностей и регулярных занятиях спортом [8, с. 23; 11, с. 18; 12, с. 16; 13, с. 18; 14, с. 153].

Считая необходимым продолжить исследования в данном направлении мы поставили цель: изучить влияние продукта Билар, полученного из трутневого расплода, на состояние автономного и центрального контуров управления сердечным ритмом у юных спортсменов.

Материал и методы. В исследовании приняли участие спортсмены-каратисты в возрасте 8-ми лет (18 мальчиков) и 10-ти лет (27 мальчиков). Среди 8-летних мальчиков в экспериментальную группу вошло 10 испытуемых и 8 мальчиков в контрольную группу. В группе 10-летних спортсменов 14 испытуемых вошли в экспериментальную и 13 мальчиков – в контрольную группы. Мальчики экспериментальной группы принимали апипродукт «Билар» в суточной дозе 20 мг/кг массы тела в течение 21 дня. Мальчики контрольной группы принимали плацебо в эквивалентной дозе и одинаковой продолжительностью. Стаж занятий – от 2-х до 4-х лет. Все исследования проводились в утренние часы, до тренировок, которые начинались в 16 часов. Перед регистрацией показателей испытуемые не менее 15 минут находились в состоянии относительного физиологического покоя под контролем тренера. Для оценки состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы использовалась вариационная пульсометрия по методике М.Р. Баевского [15, с. 171]. Регистрация сердечного ритма производилась при помощи аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» фирмы «Рамена». Записывали сердечный ритм в течение 5 минут в покое до приема продукта Билар и через 21 день после завершения курсового приема. Оценка состояния механизмов регуляции проводили по временным (Mx-Mn, RMSSD, pNN 50%, AMo, SI, IC,) и спектральным (TP, HF, HF%, LF, LF%, VLF, VLF%, LF|HF, VLF|HF) характеристикам. Анализировался показатель активности регуляторных систем (ПАРС). Эти показатели позволяют выявить как вклад автономного и центрального контуров регуляции, так и соотношение парасимпатической и симпатической регуляции в приспособительные реакции организма.

Для анализа данных применялся t-критерий Стьюдента для зависимых и независимых выборок. Вычисления проводились на персональном компьютере типа «Pentium» с помощью стандартного пакета статистических программ.

Результаты исследования и их обсуждение. В группе юных спортсменов 8-летнего возраста курсовое употребление Билара на протяжении 21 тренировочного дня сопровождалось усилением влияния парасимпатического контура регуляции вегетативной нервной системы (ВНС) на сердечную деятельность. Рост активности вагуса рассматривается рядом авторов [14, с. 186] как проявление трофотропной энергосберегающей функции ВНС. По данным исследования показатель вариационного размаха Mx-Mn повышается на 35% с $184,6 \pm 16,3$ мс до $248,4 \pm 31,5$ мс (табл.1). Менее выраженный рост показателя, характеризующего частоту встречаемости интервалов с продолжительностью боль-

ше 50 мс (pNN50). После курсового приема апипродукта средняя величина показателя выросла с $16,0 \pm 2,9\%$ до $33,7 \pm 5,9\%$. Из временных характеристик парасимпатического отдела отметим рост на 24% величины RMSSD от $57,3 \pm 5,6$ мс до $71,0 \pm 7,3$ мс.

Таблица №1

**Значения ($M \pm m$) вариабельности сердечного ритма у 8-летних мальчиков
после применения препарата «Билар»**

Показатели ВСР	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	До приема	После приема	До приема	После приема
Мх-Мп, мс	$184,6 \pm 16,3$	$248,4 \pm 31,5$	$176,6 \pm 18,9$	$148,2 \pm 15,3$
RMSSD, мс	$57,3 \pm 5,6$	$71,0 \pm 7,3$	$54,7 \pm 7,0$	$25,1 \pm 3,3$
pNN 50, %	$16,0 \pm 2,9$	$33,7 \pm 5,9$	$11,5 \pm 2,8$	$5,2 \pm 1,1$
АМо, %	$41,5 \pm 4,7$	$31,7 \pm 4,2$	$44,8 \pm 5,5$	$62,1 \pm 6,9$
SI, усл. ед.	$120,9 \pm 14,4$	$80,8 \pm 11,5$	$124,5 \pm 12,3$	$244,6 \pm 27,0$
IC, усл. ед.	$2,36 \pm 0,22$	$1,63 \pm 0,17$	$1,98 \pm 0,10$	$2,62 \pm 0,15$
TP, мс	$2596,5 \pm 261,3$	$2939,5 \pm 289,1$	$2358,4 \pm 230,8$	$1614,2 \pm 219,6$
HF, мс	$786,5 \pm 81,4$	$1053,1 \pm 139,9$	$658,8 \pm 194,0$	$460,5 \pm 56,9$
HF %	$36,5 \pm 6,1$	$40,9 \pm 6,6$	$37,7 \pm 5,9$	$33,5 \pm 4,2$
LF, мс	$1816,8 \pm 355,1$	$1796,2 \pm 263,1$	$1570,0 \pm 180,1$	$1724,7 \pm 145,5$
VLF, мс	$667,4 \pm 77,3$	$551,6 \pm 60,1$	$530,4 \pm 29,9$	$439,8 \pm 14,3$
LF/HF, усл. ед.	$1,79 \pm 0,22$	$1,24 \pm 0,15$	$1,75 \pm 0,23$	$2,34 \pm 0,36$
VLF/HF, усл. ед.	$0,57 \pm 0,11$	$0,39 \pm 0,08$	$0,49 \pm 0,12$	$0,58 \pm 0,15$

Повышение активности парасимпатического отдела отмечается и по росту показателей спектральных характеристик. В частности мощность высокочастотных колебаний усиливается на 34% от $786,5 \pm 81,4$ мс до $1053,1 \pm 139,9$ мс, по относительному показателю HF% повышается от $36,5 \pm 6,1\%$ до $40,9 \pm 6,6\%$. Об усилении автономного контура управления свидетельствует и рост показателя TP от $2596,5 \pm 261,3$ мс до $2939,5 \pm 289,1$ мс или на 13%. Большая общая мощность спектра TP и преобладание HF-компонента в структуре ВСР трактуется [17, с. 153; 18, с. 2011] как адаптационно-трофическое действие блуждающих нервов на сердце. Отсюда высокие показатели спектральной мощности в совокупности с максимальными величинами временных характеристик свидетельствуют об устойчивости растущего организма юных спортсменов к физическим нагрузкам и стрессовым факторам. Усиление парасимпатических влияний на сердечную деятельность по принципу функционального антагонизма понижает активность симпатического звена ВНС. В результате величина АМо снижается с $41,5 \pm 4,7\%$ до $31,7 \pm 4,2\%$. Активность сосудодвигательного центра понижается от $1816,8 \pm 355,1$ мс до $1796,2 \pm 263,1$ мс. Обращает внимание снижение от $667,4 \pm 77,3$ мс до $551,6 \pm 60,1$ мс спектральной мощности очень низкочастотных колебаний (VLF), отражающих работу корково-гуморальных центров регуляции сердечной деятельности. Следовательно, напряженность высших регуляторных центров снижается, а адаптивные возможности организма повышаются. В контекст суждения укладываются снижения расчетных показателей LF/HF от $1,79 \pm 0,22$ усл. ед. до $1,24 \pm 0,15$ усл. ед. и VLF/HF от $0,57 \pm 0,11$ усл. ед. до $0,39 \pm 0,08$ усл. ед., значения которых снижаются на 44% и 46% соответственно. Известно, что интегральными показателями суммарного влияния нейрогуморальных механизмов на сердечно-сосудистую деятельность выступают показатели индекса напряжения и индекса централизации. Установлено, что за время приема Билара показатель стресс-индекса снижается на 40% от $120,9 \pm 14,4$ усл. ед. до $80,8 \pm 11,5$ усл. ед., а индекса централизации - на 45% от $2,36 \pm 0,22$ усл. ед. до $1,63 \pm 0,17$ усл. ед. Величина показателя ПАРС снижается с 5 до 4 баллов.

В группе сравнения 8-летних мальчиков за время тренировочных занятий разворачивается противоположная тенденция усиления симпатических влияний на сердечную деятельность, отражающие нарастание мобилизационных процессов в регуляторных системах по обеспечению адаптации к воздействию физических нагрузок. В результате средние значения временных показателей, по которым оценивается активность парасимпатического звена, снижаются, а симпатического - повышаются. В частности, величина Мх-Мп снижается на 20% от $176,6 \pm 18,9$ мс до $148,2 \pm 15,3$ мс; RMSSD – на 118% с $54,7 \pm 7,0$ мс до $25,1 \pm 3,3$ мс и pNN50 на 121% от $11,5 \pm 2,8$ мс до $5,2 \pm 1,1$ мс ($p < 0,05$). Стремительно на 43% снижается спектр высокочастотных колебаний от $658,8 \pm 194,0$ мс до $460,5 \pm 56,9$ мс. Показатель суммарной мощности спектра снижается на 46% от $2358,4 \pm 230,8$ мс до $1614,2 \pm 219,6$ мс. Среди низкочастотных спектральных характеристик наблюдается рост на 10% величины спектральной мощности LF -колебаний от $1570,0 \pm 180,1$ мс до $1724,7 \pm 145,5$ мс и снижение на 21% VLF от $530,4 \pm 29,9$ мс до $439,8 \pm 14,3$ мс. Расчетный показатель LF/HF повышается на 34% от $1,75 \pm 0,23$ усл. ед. до $2,34 \pm 0,36$ усл. ед. и VLF/HF – на 18% от $0,49 \pm 0,12$ до $0,58 \pm 0,15$ усл. ед. На тотальный рост напряженности в регуляции сердечной деятельности указывает повышение величины индекса напряжения на 96% от $124,5 \pm 12,3$ усл. ед. до $244,6 \pm 27,0$ усл. ед. и индекса централизации на 32% от $1,98 \pm 0,10$ усл. ед. до $2,62 \pm 0,15$ усл. ед.

ед. Полученные нами данные свидетельствуют о существенном росте активности симпатического отдела ВНС и адренергического канала регуляции при уменьшении влияния парасимпатического отдела ВНС и холинергического канала регуляции на деятельность синусового узла. Результаты исследования согласуются с литературными данными [19, с. 219] в которых авторы отмечают достоверное увеличение напряжения механизмов регуляции сердечного ритма и значительную централизацию уровня управления сердечной деятельностью. Выраженный рост симпатической регуляции при физических нагрузках приводит к снижению адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы и отражается на характеристиках сердечного ритма в исходном состоянии [16, с. 476]. За время исследования величина ПАРС повышается от донозологического (5 баллов) до преморбидного (6 баллов) состояния. Возникновение преморбидного состояния, по мнению Баевского Р.М. и др. [16, с. 479] отражает снижение функциональных резервов и выраженное напряжение регуляторных систем и является показателем высокой вероятности развития патологического состояния. Важно помнить, что изменения показателей variability сердечного ритма опережают по времени метаболические и структурные нарушения в исполнительных органах, поэтому организм в течение некоторого времени способен поддерживать высокую работоспособность, но затем может наступить срыв адаптации в виде различных нарушений, с развитием патологических отклонений в конкретных органах и системах.

С увеличением стажа занятий спортом в группе юных спортсменов 10-летнего возраста после применения Билара отмечается усиление активности парасимпатического контура регуляции, при этом градиент сдвига более выражен сравнению с 8-летними спортсменами. Как отмечают [17, с. 132; 20, с. 335] повышение регуляторно-адаптивных возможностей зависит от степени увеличения активности парасимпатического звена регуляции, развивающегося в процессе тренировки. Вместе с тем по абсолютным величинам изученные характеристики у спортсменов 10-летнего возраста уступают юным спортсменам 8 лет (табл. 2).

Таблица №2

Значения ($M \pm m$) variability сердечного ритма у 10-летних мальчиков после применения препарата «Билар»

Показатели ВСР	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	До приема	После приема	До приема	После приема
Mx-Mn, мс	196,5±18,2	313,8±27,2	208,4±19,2	142,0±10,3
RMSSD, мс	53,8±6,0	69,1±8,4	65,6±5,3	50,2±4,2
pNN 50, %	15,2±3,8	20,8±4,4	24,4±4,3	21,5±3,0
AMo, %	60,9±5,0	39,1±3,3	55,4±4,8	68,7±5,6
SI, усл. ед.	116,9±10,4	75,7±12,6	109,5±6,8	156,6±7,7
IC, усл. ед.	1,44±0,21	1,06±0,14	1,53±0,14	2,40±0,18
TP, мс	2855,2±293,7	3341,8±315,9	2439,5±201,6	2017,1±182,0
HF, мс	732,6±55,0	1112,3±97,1	834,9±81,5	602,8±46,4
HF %	42,8±3,1	49,5±3,7	43,5±3,7	38,9±3,3
LF, мс	1642,1±118,3	1226,2±90,5	1487,8±173,4	1063,1±262,9
VLF, мс	605,1±83,1	440,6±55,0	620,4±71,6	583,4±66,2
LF/HF, усл. ед.	1,95±0,28	1,64±0,17	1,88±0,25	1,59±0,19
VLF/HF, усл. ед.	0,77±0,16	0,36±0,09	0,72±0,18	1,04±0,23

В частности, показатель вариационного размаха Mx-Mn повышается на 60% с 196,5±18,2 мс до 313,8±27,2 мс, значение pNN50 после приема Билара выросло с 15,2±3,8% до 20,8±4,4%, RMSSD на 28% от 53,8±6,0 мс до 69,1±8,4 мс. Из спектральных характеристик после приема апинопродукта отмечается стремительный рост мощности спектра высокочастотных колебаний (HF). По абсолютной величине показатель спектральной мощности увеличивается на 52% от 732,6±55,0 мс до 1112,3±97,1 мс, а по относительному показателю HF% повышается от 42,8±3,1% до 49,5±3,7%. Сходная направленность достоверного уменьшения с возрастом спектральных и временных характеристик variability сердечного ритма была обнаружена у легкоатлетов [21, с. 263]. Активность симпатического звена снижается. Так, величина AMo снижается на 54% с 60,9±5,0% до 39,1±3,3% ($p < 0,05$). Активность сосудодвигательного центра понижается на 34% от 1642,1±118,3 мс до 1226,2±90,5 мс, одновременно снижается на 38% от 605,1±83,1 мс до 440,6±55,0 мс спектральная мощность очень низкочастотных колебаний (VLF). Следовательно, напряженность высших регуляторных центров снижается, а адаптивные возможности организма повышаются. Это подтверждается однонаправленным снижением расчетных показателей LF/HF на 35% от 1,95±0,16 усл. ед. до 1,44±0,10 усл. ед. и VLF/HF на 114% от 0,77±0,16 усл. ед. до 0,36±0,09 усл. ед. За время приема Билара интегральный показатель состояния регуляторных механизмов - стресс-индекс снижается в 1,5 раза от 116,9±10,4 усл. ед. до 75,7±12,6 усл. ед. Показатель индекса централизации снижается на 36% от 1,44±0,21 усл. ед. до 1,06±0,14 усл. ед. Уровень ПАРС характеризует переход организма из донозологического состояния (5 баллов) в физиологическую норму (2 балла) [16, с.493].

В контрольной группе 10-летних спортсменов уровень напряженности регуляторных механизмов повышается при одновременном усилении активности сегментарных и надсегментарных структур управления сердечным ритмом. Из временных характеристик достоверно снижается средняя величина Мх-Мп на 47% от $208,4 \pm 19,2$ мс до $142,0 \pm 10,3$ мс и RMSSD – на 30% от $65,6 \pm 5,3$ мс до $50,2 \pm 4,2$ мс ($p < 0,05$); pNN50 – на 14% от $24,4 \pm 4,3\%$ до $21,5 \pm 3,0\%$. Спектральная мощность высокочастотных HF- колебаний снижается на 39% от $834,9 \pm 81,5$ мс до $602,8 \pm 46,4$ мс, а показатель суммарной спектральной мощности снижается на 21% с $2439,5 \pm 201,6$ мс до $2017,1 \pm 182,0$ мс. На этом фоне усиливается активность симпатического контура регуляции ВНС и высших корковых центров. Показатель АМо увеличивается в 1,2 раза от $55,4 \pm 4,8\%$ до $68,7 \pm 5,6\%$; спектральная мощность LF-колебаний снижается на 40% от $1487,8 \pm 173,4$ мс до $1063,1 \pm 262,9$ мс. Величина индекса напряжения повышается на 43% от $109,5 \pm 6,8$ усл. ед. до $156,6 \pm 7,7$ усл. ед.

Заключение. Гомогенат трутневых личинок медоносной пчелы может быть использован для коррекции механизмов регуляции сердечного ритма. Корректирующий эффект препарата «Билар» проявляется в усилении автономного контура управления сердечным ритмом, выполняющего трофотропную функцию и снижении центрального контура регуляции с его эрготропным влиянием на функциональные системы организма. Результатом взаимодействия между автономным и центральными контурами управления является повышение экономичности функционирования и расширение резервных возможностей организма в процессе тренировочных занятий спортом. Курсовое употребление Билара ускоряет восстановление после физических нагрузок. В контрольных группах спортсменов 8-ми и 10-ти лет за изученный период времени отмечается повышение тонуса симпатического отдела ВНС и усиление адренергического канала регуляции, что может привести к аккумуляции утомления с последующим переутомлением в годичном тренировочном цикле.

Использование гомогената трутневых личинок показало улучшение текущего функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных спортсменов 8-ми и 10-ти лет, что является, наряду со специальной физической подготовленностью, значимым объективным информационным критерием оценки готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности, а также показателем контроля над перегрузками организма.

The influence of nature biostimulants on expansion regulatory-adaptive possibilities of children is presented of minor interest for modern sport. The aim of this research is studying of product «Bilar», derived from drone brood, on state on autonomic and central control loops of heart rate of young sportsmen. For assess state of regulatory mechanism cardiovascular system we used variational pulsometry. In the result, corrective effect of preparation «Bilar» was exhibited in enhancement of autonomic control loop of heart rate and decrease of central loop. The result of interaction between autonomic and central loops is increase of efficiency activity and expansion of spare abilities of organism in sport training process.

The key words: sportsmen, children, Bilar, variational pulsometry, heart rate.

Список литературы

1. Дерюгина, А.В. Апитерапия больных дисциркуляторной энцефалопатией I и II стадий / А.В. Дерюгина, Е. А. Антипенко, В.Н. Крылов, О. Ю. Барина // Материалы Первого Российского конгресса по комплементарной медицине. (31 мая – 01 июня 2013). Москва. С. 107.
2. Криволапов-Москвин, И. Программа «Апитокс» в лечении рассеяного склероза / И. Криволапов-Москвин, Ю. Король, А. Криволапов, Д. Криволапов, Е. Фатеева // Материалы Первого Российского конгресса по комплементарной медицине. (31 мая – 01 июня 2013). Москва. С.110.
3. Крылов, В.Н. Апитерапия – природный метод лечения и профилактики / В.Н. Крылов, И.В. Криволапов-Москвин И.В. // Материалы Первого Российского конгресса по комплементарной медицине. (31 мая – 01 июня 2013). Москва. С.111
4. Прохода, И.А. Товароведная характеристика новых апидобавок из продуктов пчеловодства и ее использование в продуктах иммуномодулирующего действия / И.А. Прохода // Научный журнал «Вестник». Брянск, 2009. №4. С. 64-67.
5. Илиешу, Н.В. Апиларнил – румынский пчеловодный продукт личиночного происхождения / Н.В. Илиешу // XXXIX Междунар. конг. пчелов. Бухарест: Апимондия, 1983. С. 398.
6. Бурмистрова, Л.А. Физико-химический анализ и биохимическая оценка биологической активности трутневого расплода: автореф. дисс. канд биол. наук / Л.А. Бурмистрова. Рязань, 1999. 22 С.
7. Воронина, Г.А. Особенности variability сердечного ритма юных лыжников в зависимости от периода спортивной подготовки / Г.А. Воронина, Р.И. Ефремова // Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г). Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 235-238.
8. Гуштурова, И.В. Особенности центральной и периферической гемодинамики в покое и при

физических нагрузках у детей дошкольного возраста: автореф. дисс. канд. биол. наук / И.В. Гуштурова. Казань, 1996. 26 с.

9. Гуштурова, И.В. Особенности вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики у спортсменов легкоатлетов в предсоревновательном периоде / И.В. Гуштурова, А.Л. Макаров // *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г.)*. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С.244-248.

10. Псеунок, А.А. Влияние спортивных физических нагрузок на регуляторно-адаптивные возможности юных дзюдоистов 10-12 лет / А.А. Псеунок, М. А. Муготлева // *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г.)*. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 322-330.

11. Жужгов, А.В. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: автореф. дисс. канд. биол. наук / А.В. Жужгов. Казань, 2003. 23 с.

12. Сапожникова, Е.Н. Ритм сердца у школьников с различной степенью напряжения механизмов вегетативной регуляции в покое и при ортоклиностагическом тестировании: автореферат дисс. канд. биол. наук / Е.Н. Сапожникова. Казань, 2003. 24 с.

13. Красноперова, Т.В. Вариабельность ритма сердца и центральная гемодинамика у высококвалифицированных спортсменов с разной активностью вегетативной регуляции: автореферат дисс. канд. биол. наук / Т.В. Красноперова. Киров, 2005. 20С.

14. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. 255 с.

15. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью комплекса «Варикард» и проблема распознавания функциональных состояний / Р.М. Баевский, Ю.Н. Семенов, А.Г. Черникова // *Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебно-летней экспертизы*. М., 2000. С 167-178.

16. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: основы метода и новые направления / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // *Новые методы электрокардиографии* [под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина]. М.: Техносфера, 2007. С. 473-496.

17. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов; Изд. 2-е перераб. и доп. Иваново: Иван. гос. мед. академия, (2002). 186 с.

18. Булычева, М.А. Вариабельность сердечного ритма при умственной нагрузке у мальчиков-музыкантов и мальчиков-спортсменов / М.А. Булычева, В.В. Горбунова // *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г.)*. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 228-235.

19. Босенко, А.И. Особенности регуляции сердечного ритма гимнастов при выполнении специфических нагрузок / А.И. Босенко // *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г.)*. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С.219-228.

20. Шаханова, А.В. Кузьмин А.А. Вариабельность сердечного ритма у юных футболистов и баскетболистов 10-15 лет в зависимости от соматотипа / А.В. Шаханова, А.А. Кузьмин // *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г.)*. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 335-343.

21. Калачев, А.Г. Анализ вариабельности сердечного ритма у спортсменов легкоатлетов / А.Г. Калачев, В.В. Алешкевич, Т.Ф. Николаева // *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием (26-28 октября 2011 г.)*. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. С. 259-265.

Об авторах

Литвин Ф.Б. – доктор биологических наук, профессор Смоленской академии физической культуры, спорта и туризма, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.

Прохода И.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Брянского государственного университета.

Мартынов С.В. – соискатель Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского.

Морозова Е.П. – аспирант Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

Голощапова С.С. – аспирант Брянского государственного университета, e-mail: sv.goloshchapova@gmail.com.

Силуванов В.В. - аспирант Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

Аверьянов М.А. – аспирант Смоленской государственной академии физической культуры, спорта и туризма.

УДК-612.014.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ АНТРОПОГЕННЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ
ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ ГОРТАНИ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В.А. Лужецкий, И.И. Дубовой

Дан анализ загрязнения атмосферы в регионе, заболеваемости населения злокачественными новообразованиями гортани. Прослежены связи между основными загрязнителями атмосферы, радиационным фактором и показателями заболеваемости жителей области рассматриваемой нозологической формой. На основе выявленных связей между изучаемыми факторными и результативными признаками проведено ранжирование основных загрязнителей атмосферы.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение атмосферы, радиоактивное облучение, злокачественные новообразования гортани.

По данным ВОЗ в настоящее время злокачественные новообразования являются причиной 20% всей смертности населения развитых стран мира, в том числе в Российской Федерации (Доклад ВОЗ «О состоянии здравоохранения в Европе. Здоровье и системы здравоохранения», 2009 [2]; Программа развития здравоохранения РФ до 2020 года [1]). Решение вопросов снижения заболеваемости населения злокачественными новообразованиями тесно связано с выяснением причин их возникновения и разработкой методов ранней диагностики и профилактики этой патологии [5,с.512]. По мнению Лисицина Ю.П., ориентировочный вклад отдельных групп факторов риска в происхождение рака на популяционном уровне распределяется следующим образом: образ жизни-45%, окружающая среда-19%, генетический риск - 26%, здравоохранение -10% [4,с 107]. Несомненно, что на отдельных территориях, особенно с большой антропогенной нагрузкой на окружающую среду, структура факторов риска возникновения опухолей может иметь свои особенности, что следует учитывать при разработке превентивных мер на региональном уровне. Результаты эпидемиологических исследований показывают, что от 70 до 90% всех злокачественных опухолей возникает под действием факторов окружающей среды, следовательно, имеется реальная почва профилактики их возникновения [6,с.648]. Прежде всего, это касается опухолей верхних дыхательных путей, трахеи и бронхов потому, что система органов дыхания наиболее тесно контактирует с окружающей средой. Результаты эпидемиологических исследований подтверждают достоверное повышение риска возникновения рака гортани, связанное с экспозицией цементной и кирпичной пыли, продуктов сгорания керосина, бензина и дизельного топлива и другими ксенобиотиками [3,с. 22-25].

В России по распространенности среди населения рак гортани входит в первую десятку злокачественных опухолей. Его удельный вес в структуре всех опухолей составляет 2-5 %, а среди опухолей головы и шеи этот вид рака занимает лидирующие позиции (65-70%) [11,с.42] [12].

Заболеваемость населения Брянской области в целом за период с 2000 по 2010 годы по данным областного онкологического диспансера превышает от 9 до 15% аналогичный показатель в целом по Российской Федерации. В то же время заболеваемость населения злокачественными новообразованиями гортани в области на 44,6% выше, в сравнение со средними показателями по РФ в целом. Повышенные уровни заболеваемости жителей области рассматриваемой патологией подчеркивают актуальность изучения факторов риска возникновения опухолей этой локализации, прежде всего для разработки мер профилактики и ранней диагностики заболеваний.

Материал и методы исследования.

На популяционном уровне проведено ретроспективное исследование с применением методов математической статистики для построения одномерных моделей, предназначенных для выявления зависимостей между состоянием факторов, характеризующих загрязнение окружающей среды в регионе и заболеваемостью населения злокачественными новообразованиями гортани.

В качестве исходных материалов использованы данные официальной статистической отчетности за 2000-2010 годы территориального управления Роспотребнадзора, Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Областной онкологический диспансер», а также федеральных органов Госкомстата, Госкомчернобыля и Минздрава РФ.

Объектом исследования в работе явились: население региона и эколого-гигиенические характеристики условий его жизни.

Предметом исследования выступили экологические параметры условий жизни населения, характеристики заболеваемости жителей районов Брянской области раком гортани и их взаимосвязи.

В 1986 году территория области подверглась радиоактивному загрязнению в результате аварии на чернобыльской атомной электростанции. Данные, приводимые различными исследователями, свидетельствуют о том, что, несмотря на снижение плотности радиоактивного загрязнения территории, для жителей региона сохраняется опасность облучения за счет потребления воды, местных продуктов питания и даров природы. В таблице 1 представлены данные о динамике среднегодовой эффективной дозы облучения населения на протяжении рассматриваемого периода времени (таблица 1).

Таблица 1.

**Динамика величины среднегодовой эффективная дозы облучения населения
(на жителя региона, мЗв/чел.)**

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Среднегодовая эффективная доза облучения	2,88	2,91	2,92	2,69	2,49	2,45	2,31	2,72	2,90	3,46	3,43

Брянская область имеет на своей территории крупные агропромышленные предприятия, автомобильные и железнодорожные транспортные узлы и сети, что, несомненно, оказывает влияние на состояние окружающей среды в регионе, прежде всего на атмосферу.

В таблице 2 представлены данные о суммарных валовых выбросах в атмосферу загрязняющих ее веществ от стационарных и передвижных источников за первое десятилетие века. Представленные данные свидетельствуют о значительных объемах выбросов вредных веществ в атмосферу, которые в динамике сокращаются.

Таблица 2.

Динамика суммарных выбросов загрязняющих атмосферу веществ (тыс.тонн в год)

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Валовый выброс в атмосферу загрязнителей	155,8	167,2	198,1	230,7	190,5	190,3	134,0	141,5	133,0	142,2	124,3

Анализ структуры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу показывает, что более 70% их объема приходится на передвижные источники, прежде всего автотранспорт. Оставшуюся долю составляют выбросы от стационарных источников. Динамика суммарных выбросов загрязняющих атмосферу веществ автотранспортом в регионе представлена в таблице 3.

Таблица 3.

**Суммарный выброс в атмосферу загрязняющих атмосферу веществ
от автотранспорта (тыс.тонн в год)**

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Суммарный выброс в атмосферу загрязняющих веществ от автотранспорта	118,9	123,7	156,8	176,9	138,7	142,1	88,7	95,4	103,8	110,4	89,4

Из таблицы следует, что на протяжении анализируемого периода времени, также имеется тенденция к снижению суммарного выброса веществ загрязняющих атмосферу от передвижных источников.

Анализ структуры выбросов в атмосферу за счет автотранспорта показывает, что основными загрязнителями атмосферы являются формальдегид, углеводороды, оксид углерода. Согласно СанПиН 1.2.2353-08 полициклические ароматические углеводороды и формальдегид внесены в список канцерогенных веществ[10]. Причиной высокой загрязненности летучими органическими веществами атмосферы за счет автотранспорта является то, что большое количество эксплуатируемых автомобилей не соответствует установленным экологическим нормативам, продолжает оставаться низким качество автомобильного топлива, а также из года в год возрастает количество автотранспорта.

В таблице 4 представлены данные о динамике содержания летучих химических соединений в атмосфере.

Таблица 4.

**Динамика числа проб отдельных летучих химических соединений, не отвечающих
гигиеническим нормативам (% неудовлетворительных проб)**

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Число проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по формальдегиду	7,2	7,4	6,9	6,7	5,4	9,2	8,3	16,9	19,8	23,8	21,4
Число проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по окислам азота	6,7	5,9	5,4	6,6	4,8	3,4	-	4,2	-	-	-
Число проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по сернистому ангидриду	1,4	2,1	1,2	0,9	3,6	2,1	-	1,0	-	-	-
Углеводороды	-	-	-	-	-	-	-	11,3	26,1	24,6	22,3

Из представленных данных следует, что в структуре загрязнителей на фоне падения валовых выбросов веществ от автотранспорта происходит снижение удельного веса таких летучих веществ как окислы азота, двуокись серы. В то же время, процент проб с превышением ПДК по таким веществам-канцерогенам как формальдегид и углеводороды, остаётся высоким.

На фоне таких перемен в антропогенном загрязнении окружающей среды в регионе показатели первичной заболеваемости населения области злокачественными новообразованиями гортани тоже имеют небольшую тенденцию к снижению (таблица 5).

Таблица 5.

Динамика первичной заболеваемости населения области злокачественными новообразованиями гортани за 2000-2011 годы (на 100000 взрослого населения)

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Первичная заболеваемость раком гортани населения	9,5	8,2	7,9	6,7	7,3	5,9	5,6	5,4	6,4	6,6	6,0

Такие же тенденции регистрируются в динамике заболеваемости населения рассматриваемой патологии на так называемых «чистых» после чернобыльской катастрофы территориях. В тоже время на «загрязненных» территориях прослеживается рост первичной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями гортани, что дает возможность предполагать наличие связи между радиационным фактором и ростом заболеваемости населения (таблица 6).

Таблица 6.

Заболеваемость населения раком гортани в юго-западных и на «чистых» территориях области (на 100000 взрослого населения)

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Заболеваемость раком гортани в юго-западных районах	5,7	6,6	8,8	3,8	8,2	7,9	6,7	5,4	6,8	6,9	6,0
Заболеваемость раком гортани на «чистых» территориях	10,2	8,5	7,8	7,3	7,1	5,5	5,4	5,4	6,3	6,6	6,0

Результаты предшествующих эпидемиологических исследований о заболеваемости раком в различных условиях загрязненной окружающей среды, накопленные сведения о веществах-канцерогенах и представленные выше данные о техногенном загрязнении присутствующем в регионе при сопоставлении со сведениями о состоянии первичной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями гортани, позволяют предполагать наличие связей между рассматриваемыми характеристиками. Для определения тесноты связи между явлениями использован парный корреляционный анализ, позволяющий количественно оценить ее величину между рассматриваемыми факторными и результативными признаками. Результаты анализа дали возможность построить иерархию факторных признаков-загрязнителей среды, которая может быть использована при определении приоритетных направлений деятельности по оздоровлению окружающей внешней среды с целью профилактики злокачественных новообразований в регионе (таблица 7).

Таблица 7.

Иерархия учтенных загрязнителей окружающей среды в регионе, основанная на ранжировании по величине коэффициентов парной корреляции

№	Техногенные загрязнители	Величины коэффициентов корреляции
1	окислы азота	0,64
2	выбросы двуокиси серы	0,394
3	суммарные выбросы от автотранспорта	0,36
4	валовый выброс загрязнителей в атмосферу	0,279
5	среднегодовая эффективная доза облучения населения	0,147

Выводы

1. В структуре рассмотренных загрязнителей окружающей среды по тесноте связи со злокачественными новообразованиями гортани у жителей региона выделяются следующие показатели: выбросы окислов азота, диоксида серы, а также данные характеризующие суммарный выброс от автотранспорта.

2. С показателями, характеризующими динамику среднегодовой эффективной дозы облучения населения, заболеваемость населения злокачественными новообразованиями гортани имеет слабую корреляцию.

3. Полученные результаты могут быть использованы специалистами при разработке мероприятий по охране окружающей природной среды в регионе, здоровья населения.

Here is given the analysis of atmospheric pollution in the region, population morbidity with malignant tumors of the larynx. The links were traced between the main pollutants of the atmosphere, the radiation factor and prevalence of inhabitants of the region considered nosological form. Based on the identified linkages between the studied factor and effective signs was made the ranking of the main pollutants of the atmosphere.

The key words: anthropogenic pollution of the atmosphere, the radiation exposure and cancers of the larynx.

Список литературы

1. Государственная программа развития здравоохранения Российской Федерации до 2020г. Утверждена Распоряжением Правительства РФ № 2511-р от 24 декабря 2012 года//. rosminzdrav.ru.
2. Доклад ВОЗ о состоянии здравоохранения в Европе, Здоровье и системы здравоохранения. 2009.// <http://www.inpharm.ru/assets/files/voz-zdravooohranenie2010.pdf>
3. Заридзе Д. Г. Профилактика рака М.: 2009г. с.22-25
4. Лисицин Ю.П. Управление охраной здоровья. Конспекты лекций. М.:1992г.- 107с.
5. Медик В.А. Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. М.: Медицина, 2003г.-512с.
6. Общая онкология: руководство для врачей. Под ред. Н.П.Напалкова .Л.: Медицина, 1989г. 648с.
7. Санитарно-эпидемиологическая обстановка в Брянской области в 2004 г. Брянск-2005.-77с.
8. Санитарно-эпидемиологическая обстановка в Брянской области в 2007 г. Брянск-2008.-93с.
9. Санитарно-эпидемиологическая обстановка в Брянской области в 2011 г. Брянск-2012.-115с.
10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной безопасности в ред. дополнений и изменений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 20.01.2011 N 9.// contact@consultant.ru
11. Суровцев И.Ю, Королёв В.Н, Кулаев К.И., Зуйков К.С., Аладин А.С. Опухоли головы и шеи №1, 2012 г. 42с.
12. Чиссов В.И., Старинский В.В, Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2010 году. М.: 2012 г.

Об авторах

Лужецкий В. А. – заведующий оториноларингологическим отделением ГАУЗ «Брянская областная больница №1», luzhetskyv@yandex.ru

Дубовой И. И. – доктор медицинских наук, профессор ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского»

УДК 581.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПО СТЕПЕНИ АКТИВНОСТИ И ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПЕРОКСИДАЗ

В.Б. Любимов, Е.А. Логачева

Изучена зависимость изменения удельной активности, а также количественной и качественной изменчивости растительного фермента – пероксидазы – от экологически неблагоприятного воздействия. Установлено, что активность, количество и качество изоформ пероксидазы возрастает у устойчивых к неблагоприятным экологическим факторам видов кустарников. Эти показатели могли использовать в качестве маркеров при оценке устойчивости декоративных кустарников к токсическим выбросам автотранспорта.

Ключевые слова: *активность пероксидазы, электрофореграмма изоферментов пероксидазы, устойчивость декоративных кустарников.*

В настоящее время для обследования загрязненных природных сред и устойчивости растений к неблагоприятным факторам наиболее перспективной для оценки химического загрязнения экосистем является биоиндикация на уровне физиологических реакций. В научной литературе накоплены многочисленные сведения о том, что наиболее активную ответную реакцию на химический стресс проявляют растительные пероксидазы, степень активности и трансформации которых служат объективным показателем уровня загрязнения природных сред [1,7, с.285]. Пероксидаза (КФ 1.11.1.7 - оксидоредуктаза) один из наиболее распространенных ферментов растений, который составляет 15% всех внутриклеточных белков. Пероксидаза является ключевым ферментом окислительно-восстановительного обмена, широко распространена в вегетативных органах растений различных систематических групп, входит в состав основных клеточных структур и обладает разнообразной субстратной специфичностью [1, с.188].

Настоящее исследование было предпринято с целью выяснения зависимости изменения активности, а также трансформации - качественной и количественной изменчивости растительного фермента – пероксидазы от экологически неблагоприятного воздействия, и использование данных показателей в качестве маркеров устойчивости декоративных кустарников к токсическим выбросам автотранспорта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили вегетативные органы растений, в частности – листья,

следующих декоративных кустарников: Рябинник рябинолистный *Sorbaria sorbifolia* L., Спирея зверобоелистная *Spiraea hypericifolia* L., Чубушник венечный *Philadelphus coronarius* L., Ирга канадская *Amelanchier canadensis* L., Тамарикс *Tamarix gracilis* Willd., Аморфа кустарниковая *Amorpha fruticosa* L., Пузыреплодник калинолистный *Physocarpus opulifolius* L., Кatalpa бигнониевидная *Catalpa bignonioides* L., Барбарис Тунберга *Berberis thunbergii* L., Жимолость татарская *Lonicera tatarica* L., Боярышник кроваво-красный *Crataegus sanguinea* L., Снежноягодник белый *Symphoricarpos albus* L. Растительный материал был отобран с растений средне-генеративного возраста, листья срезаны в средней части веток, расположенных в средней части кроны кустарника в июне 2013 года при температуре воздуха + 22-25⁰ С. Опытные образцы отбирались в местах с интенсивным движением автотранспорта (более 35 единиц за 2 минуты в 4 направлениях), контрольные образцы в экологически незагрязненной местности - Станции юных натуралистов, удаленной от автодороги и промышленных предприятий (более 500 метров.).

Удельную активность пероксидазы определяли по начальной скорости окисления о-дианизидина перекисью водорода. Реакцию инициировали введением 0,1 мл 16 мМ H₂O₂. Окисление о-дианизидина регистрировали по увеличению поглощения при 460 нм ($\epsilon=30 \text{ мМ} \cdot \text{см}^{-1}$). За единицу активности фермента принимали количество о-дианизидина (мкмоль), окисленного за 1 мин на 1 г сырого вещества [7,8].

Для видов кустарников с выявленной высокой активностью фермента был проведен электрофорез с помощью которого определили трансформацию растительных пероксидаз в условиях химического стресса. Для выделения пероксидазы из растительной ткани навеску листьев (2 г) измельчали с помощью скальпеля, затем заливали семикратным объемом 0,005 М трис-глицинового буфера, содержащего 30% сахарозы, и гомогенизировали на холоде.

Таблица 1

**Влияние химического загрязнения на удельную активность пероксидазы
изучаемых видов кустарников.**

№	Виды растений	Удельная активность фермента, у. ед.		Степень активности фермента
		контроль	опыт	
1	Рябинник рябинолистный - <i>Sorbaria sorbifolia</i> L.	0,46	0,36	1,87
2	Спирея зверобоелистная - <i>Spiraea hypericifolia</i> L.	0,43	0,58	1,35
3	Чубушник венечный - <i>Philadelphus coronarius</i> L.	0,32	0,46	1,44
4	Ирга канадская - <i>Amelanchier canadensis</i> L.	0,37	0,52	1,41
5	Тамарикс - <i>Tamarix gracilis</i> Willd	0,57	1,23	2,16
6	Аморфа кустарниковая - <i>Amorpha fruticosa</i> L.	0,53	1,03	1,94
7	Пузыреплодник калинолистный - <i>Physocarpus opulifolius</i> L.	0,54	0,98	1,81
8	Катальпа бигнониевидная - <i>Catalpa bignonioides</i> L.	0,55	1,12	2,04
9	Барбарис Тунберга - <i>Berberis thunbergii</i> L.	0,49	0,71	1,45
10	Жимолость татарская - <i>Lonicera tatarica</i> L.	0,33	0,46	1,39
11	Боярышник кроваво-красный - <i>Crataegus sanguinea</i> L.	0,49	0,63	1,29
12	Снежноягодник белый - <i>Symphoricarpos albus</i> L.	0,51	0,76	1,49

Гомогенат в течение часа выдерживали при температуре 4⁰С и центрифугировали при скорости 8 тыс. об/мин в течение 15 минут. Надосадочную жидкость использовали в качестве препарата пероксидазы. Электрофорез проводили по модифицированной методике Дэвиса и Рейсфельда [1, с. 188-191; 2, с. 144-146; 9, с. 404-427] в цилиндрических гелях размером 0,6х7,0 см в 7,5%-ном полиакриламидном геле с использованием трис-глициновой буферной системы рН = 8,3 с охлаждением. Время проведения электрофореза 2 часа 20 минут. Первые 20 минут сила тока на гелевую трубку не превышала 2 мА, затем усилили до 4 мА.

По окончании электрофореза гели опускали на 30 минут в 0,02%-ный раствор солянокислого бензидаина, а затем - в 0,01%-ный раствор пероксида водорода до появления голубых полос изопероксидаз. Затем реакционную смесь сливали, а гели промывали 10%-ным раствором уксусной

кислоты. Для идентификации фермента использовали промышленный препарат пероксидазы хрена.

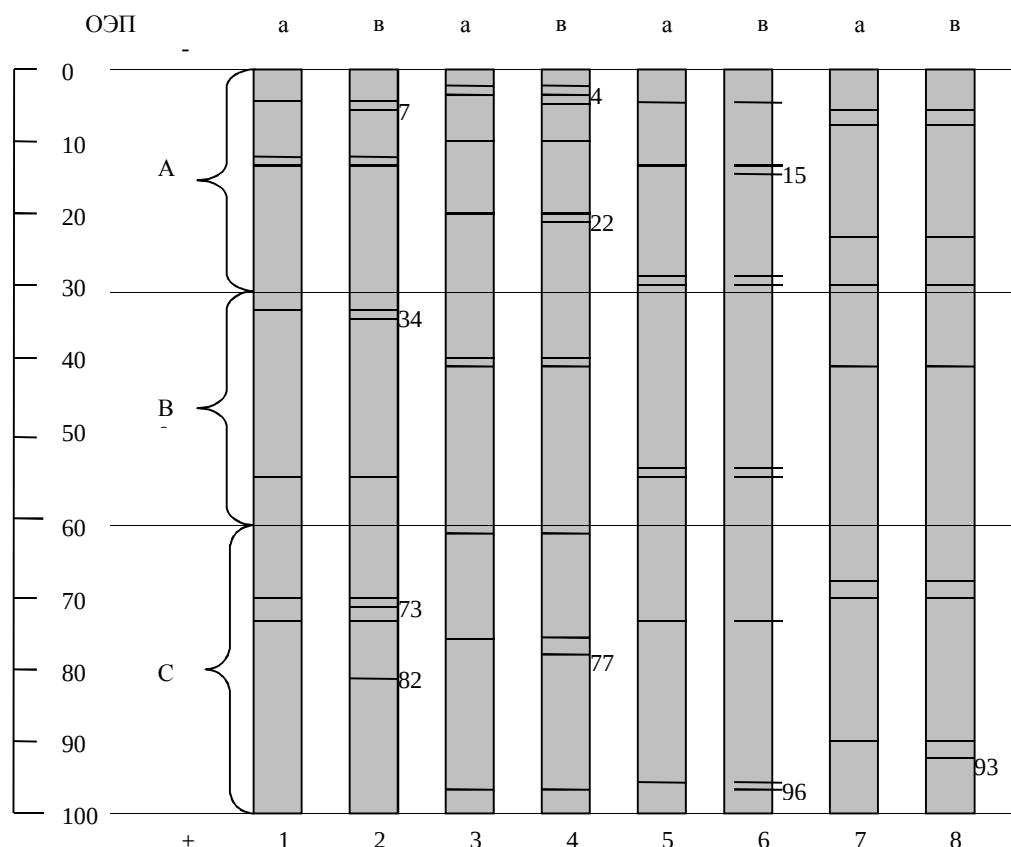


Рисунок 1- Электрофореграмма изоферментов пероксидазы декоративных кустарников в условиях химического стресса: 1-2- *Catalpa bignonioides* L.; 3-4- *Amorpha fruticosa* L.; 5-6- *Tamarix gracilis* Willd; 7-8- *Physocarpus opulifolius* L.: а-контроль; б- опыт.

Результаты исследований

В научной литературе накоплены многочисленные сведения о том, что наиболее активную ответную реакцию на химический стресс проявляют растительные пероксидазы, степень трансформации, которых служит объективным показателем уровня загрязнения природных сред [5, с. 406]. Возрастание активности пероксидаз является показателем раннего ответа растения на воздействие угнетающего фактора и служит показателем устойчивости [2, с. 144-146; 3, с. 94; 4, с. 50-52; 6, с. 70—71].

Наши исследования показывают, что комплексное действие токсических газов автотранспорта на исследуемые растения приводит к существенным изменениям компонентного состава фермента и возрастанию активности пероксидазы. Из полученных данных, отображенных в таблице видно, что наиболее высокая степень активности пероксидазы наблюдается у 4 видов декоративных кустарников: *Catalpa bignonioides* L., *Amorpha fruticosa* L., *Tamarix gracilis* Willd, *Physocarpus opulifolius* L. Качественная изменчивость в условиях химического стресса у исследуемых видов проявилась следующим образом: у *Catalpa bignonioides* L. - 4 новых компонента, *Amorpha fruticosa* L. - 3 новых компонента, *Tamarix gracilis* Willd - 2 новых компонента, *Physocarpus opulifolius* L. - 1 новый компонент, что свидетельствует об адаптивных реакциях растения в условиях химического стресса (рис. 1). Наши исследования показали, что неблагоприятные химические загрязнения окружающей среды вызывают увеличение активности фермента, а также количественные и качественные изменения в спектре пероксидазы, в результате чего устойчивость растения к отрицательному воздействию возрастает.

We studied the dependence of the change of the specific activity, and also the quantitative and qualitative variability of the vegetable ferment peroxidase due to environmentally unfriendly influence, and the use of these indicators as the markers of resistance of ornamental bushes to toxic motor vehicle emissions. The conclusion is that the findings of the research give evidence of the fact that the activity, quantity and quality of the isoforms of peroxidase increase with the species of bushes resistible to environmentally unfriendly factors.

The key words: activity of peroxidase, electrophoregram of isoferments of peroxidase, resistibility of ornamental bushes.

Список литературы

1. Стаценко А. П. Растительные пероксидазы – маркеры химического загрязнения природных сред / А. П. Стаценко, Л. И. Тужилова, А.А. Вьюговский // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008.-№10 /октябрь 2008.С. 188-191.
2. Стаценко А. П., Вьюговский А. А. Биохимическое тестирование загрязнения территорий в местах уничтожения химического оружия. Альманах современной науки и образования, № 5 (24) 2009. с. 144-146.
3. Стаценко А.П., Горешник И. Д., Комкова Ю. А. Оценка уровня химического загрязнения территории. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Балашов, апрель, 2012 г. Под редакцией А. В. Викулова, Н. В. Тимушкиной Балашов 2012. С. 94.
4. Стаценко А.П., Иванов А.И., Конкина Е.Е., Сергеева О.В., Тужилова Л.И. Об изменчивости изопероксидаз растений в условиях химического загрязнения // Естествознание и гуманизм, 2007. Т. 4. №1 С. 50-52.
5. Савич И.М. Пероксидазы - стрессовые белки растений // Успехи современной биологии. 1989. Т. 107. №3. С. 406-417.
6. Биоиндикация и биомониторинг / под ред. Д. А. Кривошукского. М.: Наука, 1991. С. 70-71.
7. Лебедева О.В., Угарова Н.Н., Березин И.В. Кинетическое изучение реакции окисления о-дианизидина перекисью водорода в присутствии пероксидазы из хрена//Биохимия. 1977. Т.42.-№ 8. С. 1372-1379.
8. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, Vol. 6 No. 4 2010, pp. 81-89 ISSN 1997-0838. Original Text Copyright © 2010 by Akimova, Sokolova
9. Davis B.J. Disc electrophoresis. Method and application to human series proteins// Ann. New York Acad. Sci 1964-12, №4-P. 404-427.

Об авторе

Любимов В.Б.- доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского», lubimov-v@mail.ru

Логачева Е. А.- аспирант ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского», logacheva-katia@mail.ru

УДК-502.7

СОСТОЯНИЕ ОСОБИ QUERCUS ROBUR L.- ПАМЯТНИКА ЖИВОЙ ПРИРОДЫ ВСЕРОССИЙСКОГО ЗНАЧЕНИЯ (С. ГЛИННОЕ, НАВЛИНСКОГО Р-ОНА, БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

И. В. Москаленко, В. Б. Любимов, С.И. Смирнов

В работе приведены сведения о состоянии особи *Quercus robur* L. - памятника живой природы всероссийского значения и перспективности использования посевного материала (желудей) от плюсовых деревьев с целью создания семенных плантаций, повышения устойчивости и продуктивности дубовых лесов в Брянской области и России.

Ключевые слова: продуктивность, устойчивость, популяция, дуб, памятник, размножение, плюсовые деревья

Актуальность темы исследования. Указом Президента РФ Владимиром Владимировичем Путиным 2013 год в августе 2012 года был объявлен годом Охраны окружающей среды. Для жителей Брянской области 2013 год является знаменательной датой – семидесятилетием изгнания фашистов с территории области. В борьбе с фашизмом большинство жителей области проявили мужество и героизм. В память павшим героям в 2013 году «Партизанскому дубу» присвоен статус памятника живой природы всероссийского значения. Теперь этот памятник находится под охраной Всероссийской программы «Деревья – памятники живой природы» Совета по сохранению природного наследия нации в Совете Федерации Федерального Собрания РФ. Дуб растет в живописном урочище Заложье на расстоянии одного километра от с. Глинное в 20 метрах от реки Навля. Примерная высота 25 метров, диаметр проекции кроны 29 метров, диаметр ствола составляет 2,5 метра. По оценкам специалистов, возраст дерева около 308 лет. Территория памятника природы имеет форму квадрата со сторонами 50 м (0,25 га), в центре которого уникальное дерево – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Географические координаты – 52°69'15" с. ш.; 34°19'84" в. д. Объект имеет культурное, мемориальное и научное значение. В соответствии с законодательством на территории памятника запрещено строительство жилых, производственных и иных сооружений (кроме функциональных построек по благоустройству и охране), строительство и прокладка новых коммуникаций, все виды земляных работ, нарушающих напочвенный покров. Запрещено засорение территории и складирование на ней материалов и отходов, разжигание костров, иные виды деятельности, наносящие вред памятнику живой природы. Разрешено свободное посещение, экскурсии и экологический туризм, проведение научных исследований и практических мероприятий, направленных на сохранение памятника природы и поддержание

жизненности дуба. Памятник природы взят на учет комитетом природопользования и охраны окружающей среды, лицензирования отдельных видов деятельности Брянской области и администрацией Навлинского района. В годы великой отечественной войны на дереве, вблизи дороги на Трубчевск, по которой передвигались немецкие войска, был оборудован наблюдательный пункт партизанского отряда «Смерть немецким оккупантам!». Отряд был сформирован 6 октября 1941 года под командованием П.А. Понуровского и А.В. Суслина. Дуб-великан стал свидетелем жестокой казни героев – партизан и их родных и с тех пор он именуется «Партизанским дубом».

Дуб черешчатый относится к роду дуб (*Quercus* L.) из сем. Буковых (*Fagaceae* Dum.). Латинское название его (*Quercus robur* L.) в переводе означает «красивое, крепкое дерево». В Древней Греции и Риме разные виды древесных растений посвящались божествам. Дуб как самое красивое и мощное дерево был удостоен особой почести и посвящен Юпитеру – верховному богу неба, громовержцу. Символом могущества и силы издавна считался дубовый венок, служивший наградой за героизм и отвагу, как в гражданских, так и в военных подвигах. Дубу принадлежит особое место в жизни человеческого общества. Он защищал людей в непогоду, согревал зимой, давал строительный материал для жилья, крепостных частоколов, оружия, посуды, домашней утвари. У многих европейских народов с незапамятных времен дуб считался священным деревом, символом непоколебимой силы. Не случайно древнеславянское слово «древо» означало «дуб», а группа племен, обитавших в дубовых лесах на территории современной Украины, Белоруссии и запада России именовалась «древлянами» [1, с.35]. Род дуб насчитывает по разным источникам от 450 до 600 видов [2, с.128-136.]. Поражают громадные размеры деревьев *Q. robur*, достигающих 40-метровой высоты и двух метрового диаметра ствола. Чрезвычайно высока способность дуба противостоять бурям, снегопадам, ветровалу. Стержневой корень уходит на глубину до десяти и более метров. Живет дуб до 1000, а отдельные особи и более 1000 лет. Например, в Литовском природном парке «Стелмужский старик» имеет возраст до 2000 лет. По своей устойчивости к экологическим факторам *Q. robur* L. превосходит все окружающие его виды высокоствольных древесных растений. В условиях достаточного увлажнения он характеризуется солеустойчивостью и долголетием, что очень важно в межвидовой конкуренции, а также мощностью развития корневой системы и кроны, что позволяет ему использовать влагу из глубоких слоев почвы и обеспечивать ею надземную часть. Семенное возобновление обеспечивает дубу высокую устойчивость популяций. Перечисленные биологические и экологические особенности *Q. robur* L., сформировавшиеся в процессе эволюции вида, позволили занять ему доминирующее положение и стать эдификатором лесных биоценозов в полосе широколиственных и хвойно-широколиственных лесов в средней, южной и западной Европе, в горном Крыму и на Кавказе.

Анализ фактического материала и наблюдений за естественным возобновлением дуба в Брянской области, позволяют сделать заключение о том, что причиной ухудшения состояния дубовых лесов является, прежде всего, антропогенный прессинг – уничтожение молодого, хозяйственно ценного семенного потомства. Как отмечают Ю.Ф. Арефьев и Е.В. Малюкова, семенные дубравы в отличие от порослевых дубрав, произрастающих в одинаковых условиях и одного возраста, характеризуются более высокой жизнеспособностью, высотой, продуктивностью и устойчивостью к вредителям и болезням [1, с.34-37].

Целью исследований является получение генеративного потомства от «Дерева – памятника живой природы» для создания насаждений в Брянской области в память павшим героям – партизанам. А также выявление плюсовых деревьев *Q. robur* L. в спелых и приспевающих насаждениях территории Брянской области, характеризующихся одним или комплексом хозяйственно-ценных признаков для организации работ по созданию лесосеменных плантаций *Q. robur* L. на генетико-селекционной основе.

Методы исследований. «Партизанский дуб» обследован и инструментально продиагностирован Центром Древесных Экспертиз «НПСА ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» (www.npzles.ru) и, кроме того, что является деревом – памятником живой природы, относится к плюсовым деревьям. Нами ведётся обследование дубрав с целью выявления особей генеративного происхождения, характеризующихся большим возрастом, высотой, прямоствольностью, малой сбежестью ствола, мощностью кроны, устойчивостью к мучнистой росе, другими хозяйственно ценными признаками, то есть плюсовых деревьев. Плюсовое дерево это наилучшее дерево, отбираемое для целей семеноводства и дальнейшей селекции по одному или комплексу хозяйственно ценных признаков. Другие плюсовые деревья нами отбирались в процессе селекционной инвентаризации насаждений (по диаметру плюсовые деревья должны быть на 30%, а по высоте на 10% больше, чем у средних по высоте и диаметру деревьев популяции *Q. robur* L.) [3, с.231-232]. Морфологические показатели желудей у плюсовых и контрольных деревьев изучались с помощью математической статистики [6, с.64-109; 7, с.8-75]. Генеративное размножение *Q. robur* L. осуществляется в контейнерах с двойной стенкой и внутренней перфорации-

ей в условиях открытого и закрытого грунта, а также посадкой желудей в открытый грунт (для контроля) [4, с.27-31; 5, с.5-150].

Результаты исследований. В табл. 1 отражена сравнительная характеристика желудей, собранных с плюсовых деревьев *Q. robur* L. – «Дуба партизанской славы», *Q. robur* L. (БГИТА – учебно-опытное лесное хозяйство и со среднестатистических деревьев *Q. robur* L. – произрастающих в районе ООПТ «Роща соловьи» и в Навлинском районе, территория памятника природы «Болото Рыжуха».

Таблица 1

**Сравнительная характеристика желудей, собранных с плюсовых деревьев
и со среднестатистических особей в 2013 г. (Брянская область)**

Показатели	M±m	σ	C _v	P	t
<i>Q. robur</i> L. (Брянская обл., Навлинский р-он, с. Глинное, «Дерево-Памятник живой природы», 2013)					
Масса 1 желудя, г	7,10±0,15	0,74	10,4	2,11	47,3
Длина желудя, см	2,87±0,03	0,13	4,5	0,01	95,6
Диаметр желудя, см	1,93±0,0028	0,07	3,6	0,001	69
<i>Q. robur</i> L. (Брянская обл., Навлинский р-он, памятник природы «Болото Рыжуха», 2013)					
Масса 1 желудя, г	5,1±0,17	0,84	16,5	3,33	30
Длина желудя, см	3,2±0,038	0,19	5,9	1,18	84
Диаметр желудя, см	1,5±0,018	0,09	6	1,2	83
<i>Q. robur</i> L. (БГИТА – учебно-опытное лесное хозяйство, 2013)					
Масса 1 желудя, г	7,2±0,22	1,1	15,3	3,05	32
Длина желудя, см	3,2±0,034	0,17	5,3	1,06	94
Диаметр желудя, см	1,8±0,022	0,11	6,1	1,2	81
<i>Q. robur</i> L. – в районе ООПТ «Роща соловьи»					
Масса 1 желудя, г	6,00±0,13	0,64	10,6	2,13	47,2
Длина желудя, см	3,03±0,03	0,15	4,9	1,4	101,0
Диаметр желудя, см	1,62±0,02	0,11	7,17	1,4	69,7
<i>Q. robur</i> L. (Брянская обл., Навлинский р-он, памятник природы «Болото Рыжуха», 2013)					
Масса 1 желудя, г	5,1±0,17	0,84	16,5	3,33	30
Длина желудя, см	3,2±0,038	0,19	5,9	1,18	84
Диаметр желудя, см	1,5±0,018	0,09	6	1,2	83

Как видим желуди, собранные с особи *Q. robur* L. – «Памятник живой природы» и особи, произрастающей на территории учебно-опытного лесного хозяйства (БГИТА) отличаются по массе и по диаметру от желудей, собранных со среднестатистических особей. Кроме того, эти деревья значительно отличаются по высоте и диаметру от среднестатистических особей в популяции. На основании анализа следует сделать заключение о том, что особи *Q. robur* L. – «Памятник живой природы» и *Q. robur* L., произрастающие на территории учебно-опытного лесного хозяйства (БГИТА), могут являться источником получения генетически ценного семенного материала (желудей) для создания семенных плантаций. Для дальнейших исследований и подтверждения гипотезы о том, что обследованные деревья являются плюсовыми и гетерозисные признаки будут проявляться в потомстве, нами заложен эксперимент в закрытом грунте. В контейнеры с перфорированной внутренней стенкой высажены желуди отдельно от плюсовых (опыт) и среднестатистических (контроль) деревьев.

Отдельно проведены посадки желудей с особи *Q. robur* L. – «Памятника живой природы», с целью получения посадочного материала в контейнерах для создания в Брянской области насаждений в память павшим героям.

«Дуб партизанской славы», отличается от среднестатистических особей этого вида в регионе. Эта особь обладает рядом ценных признаков габитусом, долголетием, устойчивостью. Посадочный материал, выращенный из желудей этой особи, и высаженный в декоративные биогруппы будет нести, как генетическую память для селекционных исследований, так и память, которая будет передаваться будущим поколениям о подвиге и самоотверженности нашего народа.

Заключение. Следует интенсифицировать работу по отбору хозяйственно-ценных форм в природной флоре Брянщины, форм устойчивых к мучнистой росе и созданию семенных плантаций. Большой эффект дает размножение дуба в двойных контейнерах с перфорацией внутреннего контейнера в закрытом грунте. Такой способ позволяет сократить на один год выращивание посадочного материала и значительно повысить приживаемость растений при создании лесных культур. При этом значительно сокращается объем трудоёмких работ, повышается выход стандартного посадочного материала с единицы площади. Такие контейнерные питомники можно создавать на бросовых землях, сохраняя земельные ресурсы.

The work gives information about the statues of species *Quercus robur* L. as a monument of wildlife of the All-Russia value and prospects of using sowing material (acorns) of elite trees for the purpose of creation of seed plantations, increase of stability and efficiency of oak woods of Bryansk region and Russia.

The key words: efficiency, stability, population, an oak, a monument, reproduction, elite trees

Список литературы

1. Арефьев Ю.Ф. Имитационная модель жизнеспособности порослевых и семенных древостоев дуба черешчатого в байрачных лесах Среднего Подонья / Ю.Ф. Арефьев, Е.В. Малюкова // Материалы междунар. научно-практ. конференции «Наука и образование на службе лесного комплекса (к 75-летию ВЕЛТА)». Воронеж: ВЕЛТА, 2005. С.34-37.
2. Бессчетнов П.П. Редкие и ценные деревья Казахстана / П.П. Бессчетнов, С.Н. Мальцев. Алма-Ата: Кайнар, 1981. С. 128-136.
3. Лесная энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1986. Т.2. С.231-234.
4. Любимов В.Б. Опыт интродукции представителей рода дуб на полуострове Мангышлак / В.Б. Любимов. М.: Наука, 1986. С. 27-31.
5. Любимов В.Б. Интродукции деревьев и кустарников в засушливые регионы / В.Б. Любимов, В.Г. Зиновьев, Воронеж: БГУ, 2002. 224 с.
6. Любимов В.Б. Математические методы и их практическое применение в экологических исследованиях / В.Б. Любимов, К.В. Балина. Брянск: РИО БГУ, 2010. С.8-76.
7. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. М.: Академия, 2004. С. 64-109.

Об авторах

Москаленко И. В. – аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, moskalenkigor@yandex.ru

Любимов В. Б. – доктор биологических наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского., lubimov-v@mail.ru

Смирнов С. И. – доктор сельско – хозяйственных наук, профессор, заслуженный лесовод РФ, академик РАЕН, Брянской государственной инженерно-технологической академии, SI-Smirnov@yandex.ru

УДК 581.9 + 581.524.2 + 581.522.6 + 58.04 (470.333)

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О БИОЛОГИИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Н. Панасенко, А.В. Харин, И.М. Ивенкова, С.А. Зайцев

Приведены сведения об особенностях биологии *Heracleum sosnowskyi*. Предложена гипотеза инвазии *Heracleum sosnowskyi* в природные местообитания. Рассмотрены результаты обработки *Heracleum sosnowskyi* гербицидами.

Ключевые слова: Брянская область, *Heracleum sosnowskyi*, инвазия, растительные сообщества.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 13-04-97525

Heracleum sosnowskyi Manden – Борщевик Сосновского, кавказский горнолесной субальпийский светолюбивый, нитрофильный луговой вид. Введен в культуру в России в качестве силосного растения с 60 – 70-х годов и выращивался во всех районах области. Культивирование прекращено в 80-е годы. В 80-х годах редко отмечался по нарушенным местообитаниям в области [1]. Борщевик Сосновского относится к растениям трансформерам [2]. Растения трансформеры активно внедряются в естественные и полустепные сообщества; изменяют облик экосистем; нарушают сукцессионные связи; выступают в качестве эдификаторов и доминантов; существенно изменяют характеристики исходной экосистемы (показатели фитосреды, физиономичность, видовой состав и пр.), в которую произошло внедрение; вытесняют и (или) препятствуют возобновлению видов исходных сообществ [3, 4, 5].

В настоящей работе приведены предварительные результаты изучения особенностей биологии борщевика Сосновского на территории Брянской области.

Распространение в регионе

В настоящее время сообщество *Heracleum sosnowskyi* регулярно встречается во всех районах области по обочинам дорог, окраинам полей, залежам, заброшенным фермам, вблизи силосных ям, пустырям, свалкам, у домов, старых садах. Большие участки этих сообществ имеются в пригородной зоне г. Брянска, Брянском, Дубровском, Навлинском, Мглинском, Почепском, Карачевском, Комаричском, Новозыбковском, Унечском районах области. На территории области на антропогенных местообитаниях борщевик Сосновского формирует дериватное сообщество *Heracleum sosnowskyi* [Artemisietaea] [6].

В природных местообитаниях борщевик зафиксирован по берегам ручьев и рек, в том числе в ивняках сформированных *Salix fragilis*; в сажених сосняках по склонам балок, в березняках разнотравных, молодых ольшаниках, на лесных опушках, по днищу балок. В сомкнутых лесных сообществах генеративные растения зафиксированы не были, исключение составляют лишь ивняки, которые

достаточно разрежены для развития генеративных особей.

Консортивные связи

Процесс распространения чужеземного вида на новые территории и внедрение в природные сообщества неразрывно связан с его взаимодействием с местной биотой. Одними из важнейших связей является взаимодействие с опылителями и фитофагами. М.Г. Кривошеина [7, 8] выявила 32 вида насекомых связанных с борщевиком в Московской области. В 2013 г. нами был начат сбор материала по консортам *Heracleum sosnowskyi*, на территории Брянской области (сбор материала производился на территории Брянского, Комаричского и Клетнянского р-нов в июле 2013 г.). На цветах борщевика Сосновского было собрано 10 видов насекомых: клоп щавелевый (*Coreus marginatus*), клоп итальянский (*Graphosoma lineatum*), мохнатка обыкновенная (*Lagria hirta*), мягкотелка зонтичная (*Rhagonycha fulva*), семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata*), ежемуха дождевых червей (*Pollenia rudis*), синяя муха красноголовая (*Calliphora erythrocephala*), оса французская (*Polistes gallicus*), черный садовый муравей (*Lasius niger*), муха принавозница (*Hylemyia* sp.).

Особенности семенного размножения

Генеративный побег *Heracleum sosnowskyi* имеет один центральный сложный зонтик и от 3 до 34 боковых сложных зонтика (обычно 12 – 14). Центральное соцветие образовано 40 – 126 зонтичками. Боковые соцветия состоят из 15 – 63 зонтиков. В каждом зонтичке от 12 до 54 (чаще 25–45) цветков. Таким образом, число цветков на одном растении потенциально может превышать 100 000 и соответственно 200 000 семян. В реальности число семян гораздо ниже из-за недоразвития плодов, особенно в центральных участках зонтиков, как отмечалось Г.С. Антипиной и Е.А. Шуйской [9].

Типичный способ рассеивания диаспор у зонтичных баллистохория, и для оценки дальности рассеивания и выявления особенностей распространения *Heracleum sosnowskyi* предложен следующий метод: от границ (или от центра) сообщества закладывается трансекта на которой через 1 м на пробной площадке ($S=0,25 \text{ м}^2$) подсчитывается число прегенеративных (ювенильных и имматурных) растений. Граница распространения молодых растений условно принимается за расстояние распространения диаспор от материнской группировки.

На трансекте от границ материнского сообщества (пойма р. Усожи, окр. д. Мартыновка, Комаричский р-н) на 6 площадках произрастало соответственно: 78, 49, 28, 16, 9, 4 ювенильных и имматурных растений. На трансекте из центральной части группировки борщевика, расположенной на днище балки в окрестностях д. Дроново, Карачевского р-на ($S=90 \text{ м}^2$, расстояние от центра до границы – 2м), произрастало соответственно: 86, 70, 44, 26, 23, 7, 11, 4 ювенильных и имматурных растений. Эти результаты показывают, что основная масса семян от материнского растения самостоятельно распространяются в основном на 1 – 4 м, на расстоянии 6 м и более растений не обнаружено.

Для прорастания семена должны попасть на нарушенный субстрат. Тщательный поиск молодых растений (ювенильных, имматурных) в природных местообитаниях при наличии материнской колонии показал следующее: молодые растения обнаружены в местах стока воды по днищу и склонам балок, эрозионных обнажениях почвы, рывинах и на муравейниках черного садового муравья (*Lasius niger*). При наличии неповрежденной дернины в луговых сообществах молодые растения борщевика не обнаружены.

Особенности внедрения в природные местообитания

По нашим наблюдениям механизм инвазии борщевика Сосновского следующий:

1. Попадание диаспор в природные сообщества.

Наиболее распространенный способ антропохория. Распространение семян происходит от растений, произрастающих вдоль дорог. Техника, проходя по обочине дороги, цепляет на колеса многочисленные семена; при создании противопожарных полос заносит семена *Heracleum sosnowskyi* в естественные местообитания. Так именно вдоль противопожарных полос происходит распространение борщевика по днищам балок и лесным опушкам. Технические работы вдоль придорожной полосы (скашивание травы, расчистка полосы от кустарников) приводят к быстрому распространению борщевика по обочинам дорог, так как техника распространяет семена и создает оптимальные условия для их прорастания нарушая целостность дернины.

Реже семена распространяются гидрохорно, во время паводка, именно таким образом распространяется борщевик по р. Усожа (окр. д. Мартыновка, Живой ключ), формируя сообщества на пойменных лугах и прирусловых ивняках.

2. Через несколько лет, в основном 2 – 4 года [10], из проросших семян формируется генеративное растение.

3. Формирование группировки борщевика в природном местообитании. При условии распространения и прорастания семян от материнского растения через 2 – 3 года в исходном луговом сообществе может сформироваться группировка борщевика площадью 6 – 8 м^2 . Подобные группировки мы наблюдали в балках Комаричского и Карачевского районов.

После формирования сомкнутого полога крупными листьями борщевика, растения предше-

ствующего сообщества затеняются, световое довольствие уменьшается до 0,05%; так в солнечный день 10.07.13 на открытом месте уровень освещенности составлял 100 кЛк, под борщевиком – 500 Лк. В результате затенения растения исходных сообществ отмирают, дернина разрушается, и семена борщевика могут успешно прорасти, после гибели материнского растения. Ювенильные и имматурные растения борщевика могут выдерживать значительное затенение и существовать под пологом растений (*Heracleum sosnowskyi*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Urtica dioica*, *Scirpus sylvaticus*) при световом довольствии 3 – 11 %. Эта же особенность наблюдается в кустарниковых и древесных сообществах с высокой сомкнутостью крон, где встречаются в основном ювенильные и имматурные особи, редко слабо развитые и угнетенные виргинильные растения.

4. Расширение площади группировки и формирование монодоминантного сообщества на значительной площади 100 – 1000 м² и более.

Действие гербицидов

Одним из эффективных способов борьбы с борщевиком является использование гербицидов [11, 12].

Обработка растений борщевика осуществлялась в природных местообитаниях (памятник природы «Роща Соловьи», г. Брянск) в июле 2013 г. на мониторинговых площадках (S=4м²), с помощью ручного опрыскивателя, в двух повторностях: рекомендуемая по инструкции концентрация и увеличенная в 4 раза. Растения опрыскивались полностью (листья, стебель, соцветие). Результаты эксперименты были проверены через 67 дней (таблица 1).

Таблица 1

Результаты влияния гербицидов на рост и развитие борщевика Сосновского

Гербицид, концентрация, объем смеси на площадь 4м ²	Дата обработки	Результат, 25.09.2013
Агрокиллер, 33мл/2литр	19.07.2013	Вегетация отдельных растений (сформировались новые листья), появились ювенильные растения (14 на 1 м ²)
Агрокиллер, 133мл/2литр	19.07.2013	Появились ювенильные растения (6 на 1 м ²).
Торнадо, 33мл/2литр	19.07.2013	Вегетация отдельных растений, появились ювенильные растения (8 на 1 м ²).
Торнадо, 133мл/2литр	19.07.2013	Вегетация отдельных растений, появились ювенильные растения (3 на 1 м ²).
Раундап, 50 мл, 24мл/2литр	19.07.2013	Вегетация отдельных растений, появились ювенильные растения (5 на 1 м ²).
Раундап, 96мл/2литр	19.07.2013	Вегетация отдельных растений, появились ювенильные растения (3 на 1 м ²).

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Однократная химическая обработка не приводит к уничтожению борщевика: некоторые растения выживают и формируют новые побеги. Необходим контроль обработанных площадей.

2. Появление ювенильных особей борщевика свидетельствует о прорастании семян. Летом семена не прорастают [13], для их прорастания необходима стратификация холодом [14]. Вероятно, всходы появились в конце августа начале сентября, когда ночные температуры были до + 8°C, из прошлогодних семян. 20 ноября на мониторинговых площадках были отмечены единичные проростки и прорастающие семена. Механизм прорастания семян после гибели взрослых растений, возможно, регулируется изменением уровня освещенности или определяется аллелопатически, но данные предположения нуждаются в экспериментальной проверке.

Заключение

Рассмотренные этапы внедрения *Heracleum sosnowskyi* в природные сообщества предварительны и являются гипотезой, для проверки и уточнения которой нужны эксперименты и мониторинговые наблюдения для выяснения скорости распространения инвазионного вида на территории региона. Составление списка консортов борщевика, может помочь в поиске биологических методов борьбы с ним.

Для уничтожения локальных популяций в природных местообитаниях необходимо сочетать химические и механические методы борьбы, проверяя местообитания несколько раз в течение года.

Авторы благодарят А.Н. Шумика за помощь в определении насекомых.

Some data about the biology *Heracleum sosnowskyi*. Hypothesis invasion *Heracleum sosnowskyi* in natural habitat offered. The results of processing *Heracleum sosnowskyi* with herbicides.

The key words: Bryansk region, *Heracleum sosnowskyi*, invasion, plants communities.

Список литературы

1. Харитонцев Б.С. Флора левобережья реки Десны в пределах Брянской области: Дис. канд. биол. наук. М., 1986. 329 с.
2. Панасенко Н.Н. Растения-«трансформеры»: признаки и особенности выделения // Вестник Удмуртского университета. Сер. 6. Вып. 2. 2013. С. 17-22.
3. Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. 2000. Vol. 6. P. 93–107.
4. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494.

5. Крылов А.В., Решетникова Н.М. Адвентивный компонент флоры Калужской области: натурализация видов // Бот. журн. Т.94. № 8. 2009. С. 1126-1148.
6. Булохов А.Д., Ключев Ю.А., Панасенко Н.Н. Сообщества неофитов в Брянской области // Бот. журн. Т. 96. № 5. 2011. С. 606-621.
7. Кривошеина М.Г. Насекомые (Insecta) связанные с борщевиком Сосновского в Московской области, и их роль в биоценозах. Бюллетень Московского общ. испытателей природы. Отдел биологический. Т. 114. Вып. 1. 2009. С. 26-28.
8. Кривошеина М.Г. Насекомые – вредители борщевика Сосновского в Московском регионе и перспективы их использования в биологической борьбе // Российский журнал биологических инвазий. № 1. 2011. С.44-51.
9. Антипина Г.С., Шуйская Е.А. Семенная продуктивность инвазионного вида борщевик сосновского (*Heracleum Sosnowskyi* Manden.) в Южной Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. №99. 2009.С.23-25.
10. Kabuce N., Priede N. (2010) NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Heracleum sosnowskyi*. From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 08.11.2013.
11. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского. Подготовлены Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН по заказу Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Коми. Сыктывкар, 2008. 28 с.
12. Ламан Н.А., Прохоров В.Н. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 40 / Ин-т экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Минск. 2011. С.469-489.
13. Ecology and management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) / Ryšek P., Cock M.J.W., Ravn H.P., Nentwig W. Totnes (UK): CABI. 324 p.
14. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова Н.В. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука. 348 с.

Об авторах

Панасенко Н.Н. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, panasenkobot@yandex.ru

Харин А.В. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, avbr1970@yandex.ru

Ивенкова И.М. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, irina.ivenckova@yandex.ru

Зайцев С.А. – студент естественно-географического факультета Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского

УДК 574

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОСТИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Перевозчикова

Определено негативное влияние техногенного химического загрязнения окружающей среды на сердечно-сосудистую систему студентов в городских условиях Волгоградской области. Необходима реализация комплексных мероприятий, направленных на нейтрализацию техногенного прессинга и оздоровление окружающей среды.

Ключевые слова: загрязнение, окружающая среда, здоровье молодежи, заболеваемость, сердечно-сосудистая система.

Введение. Загрязнение окружающей среды является одной из основных экологических проблем в большинстве регионов Нижнего Поволжья, в том числе, в Волгоградской области. Антропогенный прессинг отрицательно воздействует на окружающую среду, экосистемы и здоровье человека [1]. Одной из причин негативного влияния на здоровье населения является качество атмосферного воздуха. На начало 2012 года в области насчитывалось более 2500 предприятий и других объектов, составляющих основу ее промышленности, на которую приходится около 20% объемов промышленного производства Южного федерального округа. Анализ загрязнения атмосферного воздуха в Волгоградской области по отдельным загрязнителям показал, что наибольший удельный вес проб атмосферного воздуха с уровнем загрязнения, превышающим гигиенические нормативы, отмечается по 3 веществам: оксид азота - 1,5%, диоксид серы - 1,1%, аммиак – 0,54%.

В 2012г. по сравнению с 2011г. состояние водных объектов в местах водопользования населения, используемых в качестве питьевого водоснабжения (I категория), улучшилось на 1,7% по микробиологическим показателям, по санитарно-гигиеническим показателям отмечается ухудшение на 0,4%. В 2012г. было обеспечено питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности 508 населенных пунктов (из 1378 имеющихся) или 36,9% (в 2011г. – 510 – 37,0%, по РФ в 2011г. – 39,5%).

Одной из актуальных проблем, связанных с ухудшением качества окружающей среды, являются загрязнение почвы в населенных местах, а также нерациональное и неорганизованное размещение отходов. Ежегодное увеличение отходов на душу населения составляет 6%, что в 3 раза превышает скорость роста населения [2].

Возрастающие объемы аккумуляции органических и неорганических загрязнителей техногенного происхождения вызывают значительное ухудшение здоровья населения, в особенности среди подростков ввиду продолжающегося процесса взросления и высокой подверженности влияниям загрязненной окружающей среды урбосистем [1]. Техногенные поллютанты вызывают физиологические дисфункции ряда систем организма, в том числе сердечно-сосудистой и нейроэндокринной. По сведениям Роспотребнадзора по Волгоградской области 2011 году в области зарегистрировано 26196,5 случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы на 100 тыс. населения [2]. В структуре общей смертности населения по Волгоградской области в 2011 году на первом месте находятся болезни системы кровообращения – 59,7 %. Необходимо комплексное исследование реакций организма молодых людей на экологически неблагоприятное состояние окружающей среды с целью познания их механизмов и разработки региональной программы по улучшению здоровья молодежи.

Объектом исследований являлись студенты 16–22-летнего возраста, обучающиеся в медицинских колледжах области и проживающие на урбанизированных территориях Волгоградской области, с различными видами и мощностью техногенного загрязнения. Районом исследований являлись урбанизированные территории Волгоградской области: города Камышин, Михайловка, Урюпинск.

Цель исследований. Выявление связи экологических факторов способствующих распространению заболеваний сердечно-сосудистой патологии среди студентов, проживающих на территории Волгоградской области.

Методы исследований. Для сравнительной оценки энергетических функций сердечно-сосудистой системы проведены исследования пульса подростков спустя 60, 120, 180 с после стандартной физической нагрузки и исходной частоты пульса. Артериальное давление измерялось классическим методом Н. С. Короткова [3, 5]. При анализе реакций артериального давления оценивались показатели состояния артериальной гемодинамики, ее вегетативной (симпатической и парасимпатической) регуляции, расстройства которой при токсическом воздействии являются показателями, оценивающими «мощность» агрессивности окружающей среды [5, 6]. Для оценки адаптационных резервов обследуемых подростков, испытывающих и степень техногенной нагрузки, проведены пролонгированные исследования артериального давления – спустя 60 и 180 секунд после стандартной физической нагрузки (в количестве выполненных 20 приседаний с вытянутыми вперед руками и прямой спиной) и измерений исходного артериального давления, согласно общепринятой методике [6]. Исследования выполнены на 95 %-ном уровне доверия ($P < 0,05$), результаты обработаны методами вариационной статистики [6], с использованием компьютерной программы MS Excel–2007 [4].

В таблице 1 представлены величины пульса после стандартной физической нагрузки с указанием патологических тахикардий в ответ на стандартную физическую нагрузку юношей и девушек, проживающих в районах с различной степенью загрязнения техногенного происхождения.

Таблица 1

Оценка пульса подростков после стандартной физической нагрузки

Исследуемые территории	г. Михайловка	г. Урюпинск	г. Камышин
показатели			
Юноши			
ЧСС после нагрузки ($M \pm m$), уд./мин.	97,6 $\pm$ 9,2	97,9 $\pm$ 6,7	103,0 $\pm$ 22,9
Кратность роста, раз	1,3	1,27	1,43
Патологические тахикардии, %	10,3	21,9	22,2
Девушки			
ЧСС после нагрузки ($M \pm m$), уд./мин.	93,7 $\pm$ 12,6	101,7 $\pm$ 7,3	96,9 $\pm$ 12,6
Кратность роста, раз	1,29	1,33	1,3
Патологические тахикардии, %	10,6	29,5	30,8

В относительно экологически чистом районе Волгоградской области (урбосистемы I категории) при достаточной стабильности окружающей среды пульсовые реакции подростковой популяции свидетельствуют о значительной адаптированности сердечно-сосудистой системы и достаточности функциональных резервов сердечной мышцы.

На территории II категории пульсовые показатели завышены и значительно отличаются от аналогичных реакций I группы. Так, пульс после нагрузки у девушек отличается от группы контроля – 8,0 раз/мин. У юношей отличие менее выражено – 0,3 раз/мин. Подобная реакция девушек на стандартную нагрузку указывает на то, что комплексное воздействие радиационного и токсико-химического факторов приводит к мобилизации адаптационных резервов сердечно-сосудистой системы, которая выражается в увеличении частоты сокращений сердца.

В районе III категории пульсовые показатели следующие: пульс после нагрузки у девушек отличается от группы контроля – 3,2 раз/мин. У юношей отличие более выражено – 5,4 раз/мин. Радиационный фактор здесь более агрессивен к организму юношей.

Для сравнительной оценки резервных энергетических функций сердечно-сосудистой системы и организма в целом проведены исследования пульса подростков спустя 60, 120 и 180 секунд после стандартной физической нагрузки и замеров исходной частоты пульса.

Таблица 2

Оценка пульса подростков после 60, 120 и 180 секунд восстановления

Показатели ЧСС в период восстановления	Исследуемые территории		
	г. Михайловка	г. Урюпинск	г. Камышин
Юноши			
В покое ($M \pm m$), уд./мин.	74,9 $\pm$ 6,2	77,2 $\pm$ 8,0	71,9 $\pm$ 8,9
После 60 с. ($M \pm m$), уд./мин.	83,5 $\pm$ 8,8	87,1 $\pm$ 6,7	86,3 $\pm$ 17,1
После 120 с. ($M \pm m$), уд./мин.	78,5 $\pm$ 7,6	81,4 $\pm$ 6,8	78,3 $\pm$ 13,7
После 180 с. ($M \pm m$), уд./мин.	75,5 $\pm$ 6,6	78 $\pm$ 6,9	72,9 $\pm$ 10,5
Девушки			
В покое ($M \pm m$), уд./мин.	72,8 $\pm$ 7,6	76,6 $\pm$ 6,1	74,3 $\pm$ 7,2
После 60 с. ($M \pm m$), уд./мин.	81,7 $\pm$ 10,0	84,9 $\pm$ 5,1	82,4 $\pm$ 9,9
После 120 с. ($M \pm m$), уд./мин.	77,9 $\pm$ 8,6	82,1 $\pm$ 5,7	77,4 $\pm$ 7,6
После 180 с. ($M \pm m$), уд./мин.	74,1 $\pm$ 8,2	80,3 $\pm$ 6,5	74,7 $\pm$ 7,5

У всех обследованных подростков, независимо от пола, пульс не возвращается к норме после 60-секундного отдыха, однако уже по этой группе данных видно, что темпы восстановления пульса значительно отличаются в исследуемых группах. Так, у юношей после 60-секундного отдыха показатель пульса в экологически благоприятном районе превышает исходный уровень на 8,6 уд./мин., у девушек – на 8,9 уд./мин. На 9,9 уд./мин. у юношей и на 8,3 уд./мин. у девушек превышает у II группы исследуемых. Резко возрастает в экологически неблагоприятном районе (III группа) – на 14,4 уд./мин у юношей и на 8,1 уд./мин у девушек. После 180 секунд отдыха в I группе пульс юношей практически возвращается к исходному уровню, опережая на 0,6 уд./мин. Пульс девушек превышает исходные показатели на 1,3 уд./мин. Во II группе пульс юношей выше на 0,8 уд./мин., девушек на 3,7 уд./мин. В III группе пульс юношей выше на 1,0 уд./мин., девушек на 0,4 уд./мин.

Таким образом, все пульсометрические показатели – в покое, при нагрузке, с учетом скорости восстановления – указывают на явные преимущественные реакции этого ряда на экологически благополучных городских территориях.

Сравнительная оценка показателей систолического артериального давления исследуемых групп подросткового населения после стандартной физической нагрузки, в совокупности с частотой реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную нагрузку представлена в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная оценка систолического артериального давления подростков после стандартной физической нагрузки

	Исследуемые территории		
	г. Михайловка	г. Урюпинск	г. Камышин
Юноши			
САД (после нагрузки), $M \pm m$	131,4 $\pm$ 10,6	135,5 $\pm$ 11,2	137,7 $\pm$ 10,6
Отличие от исходной САД	+11,8	+13,1	+16,7
Гипертонии, %	17,2	21,9	19,4
Девушки			
САД (после нагрузки), $M \pm m$	123,9 $\pm$ 9,8	118,3 $\pm$ 8,8	123,4 $\pm$ 10,9
Отличие от исходной САД	+9,1	+13,2	+13,5
Гипертонии, %	4,3	-	5,4

На городских территориях I категории в ответ на стандартную нагрузку систолическое артериальное давление увеличивается на 11,8 мм.рт.ст. у юношей и 9,1 мм. рт. ст. у девушек. При этом доля лиц с нормотоническим типом реакции преобладает и составляет у юношей 89,7 %, а у девушек 86,4 %. Вместе с тем астенический тип реакции на физическую нагрузку регистрируется у 6,9 % юношей и у 8,1 % девушек, а гипертонический – у 3,4 % юношей и у 5,5 % девушек. Дистонический

и ступенчатый типы реакций здесь не зарегистрированы, что указывает на высокие функциональные возможности системы кровообращения при низком уровне техногенности среды.

С увеличением загрязненности окружающей среды (территория II категории) в группе юношей увеличена доля астенического (21,9 %) и гипертонического (9,4 %) реагирования на стандартную нагрузку и сокращено количество лиц с нормотоническим типом реакции (56,2 %). В группе девушек незначительно выше частота астенических (15,6 %) и снижена доля гипертонических реакций (4,9 %), при этом сохраняется высокое количество обследуемых девушек с нормотонической реакцией (74,6 %). В отличие от других исследуемых групп подростков отмечен наибольший процент испытуемых с дистонической (9,4 % – у юношей и 1,3 % – у девушек) и ступенчатой (3,1 % – у юношей и 3,6 % – у девушек) реакцией, что свидетельствует об утрате адаптационных возможностей, позволяющих адекватно реагировать на стандартную нагрузку.

На городских территориях III категории в ответ на стандартную нагрузку систолическое артериальное давление увеличивается на 16,7 мм.рт. ст. у юношей и 13,5 мм. рт. ст. у девушек. При этом доля лиц с нормотоническим типом реакции уменьшается (от контрольной группы) и составляет у юношей 69,4 %, а у девушек 53,7 %. Вместе с тем астенический тип реакции на физическую нагрузку регистрируется у 13,9 % юношей и у 30,9 % девушек, гипертонический – у 8,3 % юношей и у 12,9 % девушек, дистонический – 5,6 % – у юношей и 0,9 % – у девушек, ступенчатый – 2,8 % – у юношей и 1,6 % – у девушек.

Таким образом, реакции систолического артериального давления после стандартной физической нагрузки наиболее выражены и имеют разнонаправленный характер у подростков, проживающих на территории группы II и III категорий, что указывает на расстройство вегетативной регуляции артериальной гемодинамики в таких районах. Анализ частоты встречаемости различных типов реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную нагрузку четко указывает на агрессивный кардиотропный характер воздействия техногенных факторов среды.

В таблице 4 представлена характеристика показателей диастолического артериального давления после стандартной физической нагрузки юношей и девушек, проживающих в исследуемых районах области.

Таблица 4

Сравнительная оценка диастолического артериального давления подростков после стандартной физической нагрузки

Исследуемые территории			
	г. Михайловка	г. Урюпинск	г. Камышин
Юноши			
ДАД (после нагрузки), М±m	80,4±6,9	81,6±6,5	83,8±10,6
Отличие от исходной ДАД	+5,6	+4,8	+3,4
Девушки			
ДАД (после нагрузки), М±m	74,4±9,5	70,5±5,2	77,5±9,0
Отличие от исходной ДАД	+4,7	+3,6	+6,4

Максимальное значение ДАД после стандартной физической нагрузки отмечено в районе категории III (г. Камышин). У подростков наблюдается повышение диастолического артериального давления в ответ на стандартную физическую нагрузку, что вместе с максимально выраженной частотой тахикардий и вегето-сосудистых реакций указывает на нарушения регуляции тонуса сосудов и дезадаптацию функций сердечно-сосудистой системы.

Таблица 5

Оценка систолического артериального давления подростков после 60 и 180 секунд восстановления

Показатели САД в период восстановления	Исследуемые территории		
	г. Михайловка	г. Урюпинск	г. Камышин
Юноши			
В покое (М±m), мм.рт.ст.	119,6±7,1	122,4±6,9	120,97±6,2
После 60 с. (М±m), мм.рт.ст.	121,9±10,4	128,3±8,7	128,2±8,9
Отличие от исход. САД	2,3	5,9	7,23
После 180 с. (М±m), мм.рт.ст.	118,1±8,0	124,4±7,5	121,6±8,9
Отличие от исход. САД	-1,5	2,0	0,63
Девушки			
В покое (М±m), мм.рт.ст.	114,8±9,1	105,1±8,0	109,9±8,1
После 60 с. (М±m), мм.рт.ст.	118,2±9,3	115,8±7,9	115,8±9,6
Отличие от исход. САД	3,4	10,7	5,9
После 180 с. (М±m), мм.рт.ст.	113,9±9,3	112,5±7,8	110,6±8,7
Отличие от исход. САД	-0,9	7,4	0,7

Сравнительный анализ значений систолического артериального давления юношей после 60- и 180-секундного восстановительного периода показывает, что в экологически благополучных районах систолическое давление после одноминутного восстановления превышает исходный уровень на 2,3

мм.рт.ст. Более завышены показатели восстановления систолического артериального давления у юношей III исследуемой категории и составляет 7,23.

У девушек различия в показателях восстановления через 60 с составляют 3,4 мм. рт. ст. на территории II категории. 5,9 мм. рт. ст. – на территории III категории.

Таблица 6

Сравнительная оценка диастолического артериального давления подростков после 60 и 180 секунд восстановления

Показатели ДАД в период восстановления	Исследуемые территории		
	г. Михайловка	г. Урюпинск	г. Камышин
Юноши			
В покое ($M \pm m$), мм.рт.ст.	74,8±7,4	76,75±6,1	80,4±5,0
После 60 с. ($M \pm m$), мм.рт.ст.	77±6,9	78,3±4,2	78,3±8,8
Отличие от исход. ДАД	2,2	1,55	-2,1
После 180 с. ($M \pm m$), мм.рт.ст.	73,6±6,3	76,7±4,3	79,5±6,6
Отличие от исход. ДАД	-1,2	-0,05	-0,9
Девушки			
В покое ($M \pm m$), мм.рт.ст.	69,7±7,3	66,9±5,9	71,1±7,0
После 60 с. ($M \pm m$), мм.рт.ст.	72,1±8,5	69,3±4,8	72,3±8,0
Отличие от исход. ДАД	2,4	2,4	1,2
После 180 с. ($M \pm m$), мм.рт.ст.	69,95±7,4	68,5±4,7	70,5±6,9
Отличие от исход. ДАД	0,25	1,6	-0,6

В экологически благополучном районе показатели диастолического артериального давления у девушек спустя 180 секунд практически совпадают с исходной величиной, указывая на возвращение регуляции сосудистого тонуса к норме и отсутствие явной патологии реакций у обследуемых. При этом у юношей показатели артериального давления через 60 секунд превышают показатели исходного уровня на 2,2 мм. рт. ст., а через 180 секунд снижаются на 1,2 мм. рт. ст.

На территории III категории и у девушек и у юношей показатели диастолического давления снижаются от первоначальных данных на 0,6 и 0,9 мм. рт. ст. соответственно. Таким образом, подростки испытывают напряженность адаптационных возможностей организма.

Заключение. Установлено, что высокие техногенные нагрузки окружающей среды, являются «факторами риска» снижения уровня здоровья и резистентности организма студентов колледжей. Повышенное химическое загрязнение атмосферного воздуха отходами промышленных предприятий и выхлопными газами автотранспорта, существенно снижает функциональные возможности сердечно-сосудистой системы адаптации организма студентов колледжей. Таким образом, в данном районе необходима разработка и реализация комплексной программы оздоровления окружающей среды, включающей расширение сети мониторинговых наблюдений за состоянием природных сред, масштабного зеленого строительства в пределах культурного ландшафта, модернизация гитротехнических систем питьевого водоснабжения и водоочистки.

It is determined the negative influence of technogenic chemical pollution the environment on the cardiovascular system of students in urban conditions of the Volgograd region. It is necessary to implement complex measures which are aimed to neutralize the technogenic pressure and take care of the environmental sanitation.

The key words: pollution, environment, health of the youth, the incidence of cardiovascular system.

Список литературы

1. Брылев, В.А. География и экология Волгоградской области. / В.А. Брылев. Волгоград: Перемена, 2005, С.143-150.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2012 году» / Волгоград, 2013. 314 с.
3. Евсеев, Ю.И. Физическая культура. / Ю.И. Евсеев. Ростов н/Д: Феникс, 2002. С.157-160.
4. Любимов, В.Б. Математические методы в биологии и экологии / В.Б. Любимов, К. В. Балина. Брянск: БГУ, 2005. 81 с.
5. Петров, В.И. Артериальная гипертензия у детей и подростков. / В.И. Петров, М.Я. Ледяев. Волгоград, 1999. С. 9-13.
6. Хрущев, С.В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников. / С.В. Хрущев. М.: «Медицина», 1977. С. 104-114.

Об авторе

Перевозчикова Т.А. – заведующий отделением Камышинского филиала ГБОУ СПО «Волгоградский медицинский колледж», rojckova.tatyana2011@yandex.ru

УДК 636.598:611.4

**ДИНАМИКА ИНДЕКСОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
КРОССА «ROSS-308»**

Г.С. Петренко, Л.И. Сенюкова, С.А. Зайцев, О.Н. Чиграй

В статье установлена возрастная динамика индексов телосложения цыплят-бройлеров кросса «Ross-308». Исследовался экстерьер и рост абсолютной и относительной масс бройлеров в стартовый период развития с 1 по 5 сутки.

Ключевые слова: кросс, бройлер, «ROSS-308», постинкубационный онтогенез, индексы телосложения, абсолютная и относительная масса.

Современное промышленное производство бройлеров отличается высоким уровнем внутриотраслевого разделения труда, высоким уровнем механизации производственных процессов, концентрацией управления, и интенсивным использованием птицы. Это стало возможным лишь благодаря получению высокопродуктивных кроссов бройлеров, которые являются пригодными для промышленного ведения отрасли, развитию технологии содержания птицы [1, с.6-11].

Промышленное выращивание бройлеров является одной из ведущих отраслей мясного птицеводства: на его долю приходится 61-88% производства мяса птицы. Вследствие своей высокой эффективности бройлерное птицеводство стало устанавливать уровень развития мясного птицеводства, в общем [2, с.202].

В настоящее время все большее значение в условиях развитого птицеводства начинает приобретать качество продукции. В последние годы на птицеводческих предприятиях России и в том числе в Брянской области, в производстве мясной продукции широко используются бройлеры, но их морфология и возрастная динамика изучены недостаточно [3, с. 65; 4, с. 162; 5, с.305].

Знания принципов структурной организации тела позволяет птицеводу, в зависимости от поставленной задачи, целенаправленно влиять на морфофункциональные показатели [5, с. 304; 6, с. 151].

Селекционеры всего мира стремятся достичь как можно большей живой массы в раннем возрасте птицы. Среди мясных кур во всем мире промышленное значение имеют две породы: корниш и плимутрок. Все современные мясные кроссы выведены на базе этих двух пород.

Корниши созданы в Англии в конце XVIII века на основе скрещивания различных бойцовых кур. По окраске оперения выделяют несколько разновидностей корнишей: белые, красные, палевые и темно-коричневые. Однако при выведении мясных кроссов используют птицу с белым оперением. Белые корниши отличаются хорошо развитыми мясными формами, живая масса петухов 5 кг, кур до 4 кг, яйценоскость – 130-150 яиц. Эта порода используется в качестве отцовской формы при производстве цыплят-бройлеров.

Плимутроки выведены в США в середине XIX века путем сложных скрещиваний кохинхинов, доркинг, испанских и доминиканских тяжелых кур. В результате разведения потомства «в себе» были получены белые, полосатые, палевые и черные плимутроки. Наиболее распространены белые плимутроки. Для них характерна высокая яйценоскость – 180-200 яиц, жизнеспособность (до 96%), хорошие вкусовые качества.

Эти показатели стойко передаются потомству при скрещивании с корнишами. Белые плимутроки используются в качестве материнской родительской формы при производстве цыплят-бройлеров.

В настоящее время активно используются в производстве цыплят-бройлеры кросса «Ross-308», которые удовлетворяют требованиям заказчиков, нуждающихся в продукции с первоклассными производственными показателями. Ross-308 известен в мире, как бройлерный кросс, который демонстрирует стабильность продуктивных показателей в условиях бройлерного производства. Бройлерные интеграционные компании, а также независимые родительские репродукторы ценят этот кросс за показатели мясного привеса, кормоконверсии и общую продуктивность.

Основные ключевые характеристики (особенности) кросса бройлеров «ROSS-308»:

- высокая интенсивность роста и, как результат, ранняя готовность к забою;
- низкий рост;
- мощная мышечная масса;
- светлая (не жёлтая) кожа;
- стабильная производительность.

Цель исследования - изучить динамику соматометрических и макрометрических показателей цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» в стартовый период развития в норме.

Материалы и методы исследования. Научная работа была выполнена в лаборатории «Морфофизиологии человека и животных» НИИ Фундаментальных и прикладных исследований ФГБОУ ВПО "Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского".

Объектами нашего исследования были цыплята-бройлеры кросса «Ross-308» 1-суточного и 5-

суточного возрастов, выращенные в условиях птицефабрики ОАО «Снежка» Брянской области Брянского района. Содержание и кормление птицы проводились согласно нормам и требованиям в хозяйстве промышленного типа, предусмотренным для конкретного вида птицы. Всего исследовано по 5 особей каждой возрастной группы. В ходе исследования использовался комплекс зоотехнических, морфологических, статистических методов исследования.

При зоотехническом методе проводилось визуальное обследование организма перед забоем. Морфологический метод основывался на макроскопической морфометрии с последующим описанием, с учетом весовых, а также линейных показателей объекта изучения.

Измерения проводились с использованием штангенциркуля, линейки с ценой деления в 1мм, электронных настольных весов DeltaEurope КСЕ-09-31. Также этот метод включает в себя убой и обескровливание - согласно методике А.В. Комарова (1981) [7, с.16], путем вскрытия сонной артерии и яремной вены в висячем положении в течение 90–120 секунд и вскрытие тела - согласно методике, предложенной А.В. Жаровым (2000) [8, с. 38].

При работе с цыплятами-бройлерами кросса «Ross-308» были соблюдены Международные принципы Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным.

Для выполнения работы при подборе возрастных групп цыплят-бройлеров, учитывали этапы дефинитивного развития органов пищеварения в постинкубационном онтогенезе. Эти этапы характеризуются определенными морфологическими и функциональными изменениями в организме птиц [9, с. 10-11] (таблица 1).

Таблица 1

**Технологические периоды, фазы развития и возрастные группы
цыплят-бройлеров кросса «Ross-308»**

Технологический период	Фаза развития	Сутки	Возрастные группы, сутки	Количество исследованной птицы, гол
Стартовый	Вылупление	1-7	1	5
	Адаптация		5	5
Ростовой	Смена пуха на первичное перо	8-29	10	5
			15	5
	Ювенальная линька		20	5
			25	5
Развития	Половая зрелость	30-38	30	5
			35	5
			38	5

Экстерьер живой птицы оценивали следующими методами:

- 1) Глазомерная, или описательная оценка;
- 2) Измерение статей экстерьера;
- 3) Вычисление индексов телосложения;
- 4) Фотографирование.

У кур измерялись следующие макрометрические показатели: масса тела (г); длина туловища (см); обхват туловища (см); длина киля (см); длина голени (см), длина плюсны (см); ширина таза (в маклоках) (см); передняя глубина туловища (см); длина шеи (см); длина клюва (см). На основании исследованных показателей вычислялись следующие индексы: индекс массивности, индекс широкотелости, индекс укороченности нижней части туловища, индекс эйрисомии, индекс длинношеистости, индекс сбитости. [10, с.82-83].

Вычисляли индекс массивности, который характеризует компактность телосложения и упитанность птицы.

$$\text{Индекс массивности} = \frac{\text{Масса тела}}{\frac{\text{Длина туловища} \times \text{Ширина таза в маклоках}}{\text{Длина туловища}}} \times 100$$

Индекс характеризует развитие туловища в ширину (в области расположения органов размножения). Его используют для оценки птицы разных пород.

$$\text{Индекс укороченности нижней части туловища} = \frac{\text{Длина киля}}{\text{Длина туловища}} \times 100$$

Указанный индекс характеризует мясные качества птицы.

$$\text{Индекс эйрисомии} = \frac{\text{Обхват (грудина) груди}}{\text{Длина туловища}} \times 100$$

Он характеризует развитие передней части туловища.

$$\text{Индекс длинноногости} = \frac{\text{Длина плюсны, бедра (голени)}}{\text{Длина туловища}} \times 100$$

Индекс длинноногости характеризует высоту постановки туловища (плюсны) и мясные качества (бедро, голень).

$$\text{Индекс длинношеистости} = \frac{\text{Длина шеи}}{\text{Длина туловища}} \times 100$$

Этот индекс служит показателем породности и типа конституции.

$$\text{Индекс сбитости} = \frac{\text{Обхват туловища}}{\text{Длина туловища}} \times 100$$

Индекс сбитости характеризует компактность телосложения.

Живая масса – главный признак, определяющий количество мяса у птицы всех возрастов. Этот показатель зависит от наследственных задатков птицы, вида, породы, пола, возраста, условий кормления и содержания.

С возрастом масса птицы увеличивается. Но при производстве мяса очень важно получить высокую живую массу в молодом возрасте, а не во взрослом состоянии, т.к. в раннем возрасте птица хорошо оплачивает корм приростом живой массы, что экономически выгодно [1, с.11].

По формуле Броди вычисляли относительный прирост, отражающий энергию роста в процентах; вычисляли среднесуточный прирост, который характеризует скорость роста птицы [10, с. 82-83].

Полученные измерения подвергались статистической обработке. Рассчитывались средняя арифметическая, ошибка средней арифметической, достоверность (определялась по коэффициенту Стьюдента) [11, с. 64; 12, с. 157-203]. Данные измерения приведены в таблице 1. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждения. Из таблицы 1 видно, что масса тела цыплят в период с 1-суточного возраста по 5-суточный увеличилась на $60,46 \pm 2,4$ см, длина туловища незначительно возросла на $4,04 \pm 0,15$ см, обхват туловища увеличился на $2,64 \pm 0,39$ см, длина кия – на $1,52 \pm 0,17$ см, длина голени соответственно увеличилась на $1,02 \pm 0,14$ см, длина плюсны возросла на $0,18 \pm 0,13$ см, ширина таза (в маклоках) увеличилась на $0,66 \pm 0,04$ см, передняя глубина туловища уменьшилась на $0,24 \pm 0,12$ см, длина шеи сократилась на $0,28 \pm 0,15$ см, длина клюва увеличилась на $0,5 \pm 0,19$ см.

На основании данных из таблицы 2, рассчитаны индексы телосложения, которые отражают соотношение анатомически связанных между собой промеров, выраженное в процентах. Эти относительные величины характеризуют пропорциональность и гармоничность телосложения. Полученные результаты оформлены в таблице 3.

Из таблицы 3 заметно, что индекс массивности цыплят-бройлеров в стартовый период с 1 суток до 5 суток увеличился на $2,89 \pm 0,27$, а остальные индексы, напротив, уменьшили свои значения: индекс широкотелости – на $11,71 \pm 0,33$, индекс укороченности нижней части туловища – на $13,51 \pm 2,7$, индекс эйрисомии – $38,8 \pm 6,31$, индекс длинношеистости – на $13,5 \pm 1,25$, индекс сбитости – на $38,8 \pm 6,31$.

Таблица 2.

Динамика соматических показателей цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» с 1 по 5 сутки в стартовый период развития

Параметры	1 сутки	5 сутки
	M±m	M±m
Масса тела, г	$48,14 \pm 0,52$	$108,6 \pm 2,92^{***}$
Длина туловища, см	$6,32 \pm 0,2$	$10,36 \pm 0,35^{***}$
Обхват туловища, см	$10,4 \pm 0,72$	$13,04 \pm 0,33$
Длина кия, см	$4,54 \pm 0,22$	$6,06 \pm 0,05^{**}$
Длина голени, см	$3,26 \pm 0,12$	$4,28 \pm 0,26$
Длина плюсны, см	$2,98 \pm 0,23$	$3,16 \pm 0,1$
Ширина таза, см	$2,94 \pm 0,04$	$3,60 \pm 0,08^{***}$
Передняя глубина туловища, см	$3,28 \pm 0,22$	$3,04 \pm 0,1$
Длина шеи, см	$1,78 \pm 0,06$	$1,5 \pm 0,21$
Длина клюва, см	$1,76 \pm 0,05$	$2,26 \pm 0,24$

Примечание: ***P<0,001; **P<0,01; *P<0,05; по отношению к предыдущему исследуемому возрасту

Таблица 3.

Динамика индексов тела цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» с 1 по 5 сутки в стартовый период развития

Индексы тела	1 сутки	5 сутки
Индекс массивности	$7,64 \pm 0,19$	$10,53 \pm 0,46^{**}$
Индекс широкотелости	$46,69 \pm 1,49$	$34,98 \pm 1,82^{**}$

Индекс укороченности нижней части туловища	72,29±4,82	58,78±2,12**
Индекс эйрисомии	165,46±12,95	126,66±6,64*
Индекс длинношеистости	28,28±1,29	14,78±2,54**
индекс сбитости	165,46±12,95	126,66±6,64**

Примечание: ***P<0,001; **P<0,01; *P<0,05; по отношению к предыдущему исследуемому возрасту

Учитывая разницу в массе цыплят-бройлеров в стартовый период с 1-е по 5-е сутки, приведены показатели абсолютной массы, относительного и среднесуточного прироста в таблице 4.

Таблица 4.

Показатели абсолютной массы, относительного прироста и среднесуточного прироста цыплят-бройлеров кросса «Ross-308»

Возраст, сутки	Абсолютная масса, г	Относительный прирост, %	Среднесуточный прирост, г
1	48,14	-	-
5	108,6	77,15	15,11

Из таблицы 3 отмечается, что в стартовый период развития цыплят-бройлеры стремительно набрали абсолютную массу в течение 5 суток, которая увеличилась на 60,46 г, относительный прирост составил 77,15%, среднесуточный прирост соответственно равен 15,11г.

Выводы

1. Значения соматических показателей 5-суточных цыплят-бройлеров в стартовый период возросли по сравнению со значениями цыплят-бройлеров кросса «Ross-308» 1-суточного возраста.
2. Снижение значений индексов телосложения цыплят (кроме индекса массивности) указывает на то, что тело постепенно принимает более пропорциональную форму.
3. Отмечается интенсивный относительный прирост цыплят-бройлеров в стартовом периоде, равный 77,15%.
4. В течение 5 суток развития цыплят наблюдается стремительный набор абсолютной массы, что обусловлено особенностями кросса «Ross-308».

The article presents the age dynamics indexes body broiler cross «Ross-308». Investigated the exterior and increase the absolute and relative weight of broilers in the starting period of 1 to 5 days.

The keywords: cross, broiler, «ROSS-308», ontogeny, body indices, the absolute and relative weight.

Список литературы

1. Фисинин, В.И. Новые научные и практические подходы мирового и отечественного птицеводства / В.И. Фисинин // Современная ветеринарная защита в промышленном птицеводстве. Спб.: МГК, 2004. С. 6-11.
2. Тельцов, Л.П. Схема генераций органов пищеварения в онтогенезе / Л.П. Тельцов, И.Р. Шашанов, Ю.С. Шагиахметов // 3 съезд анатомов, гистологов, эмбриологов Российской Федерации. Материалы съезда. Тюмень, 1994 С. 202–203.
3. Епихова, О.Г. Морфометрические показатели бройлеров кросса «Смена-7» / О.Г. Епихова, Е.В. Зайцева // Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Вятской государственной сельскохозяйственной академии / Современные научно-технические достижения в ветеринарии. Выпуск 1. - Изд-во Вятская ГСХА. Киров, 15–16 апреля 2010. С. 64–66.
4. Бобунов А.А. Экологические проблемы морфологии животных / Л.П. Тельцов, Е.В. Зайцева, В.В. Пронин, А.А. Бобунов, // Вестник Брянского государственного университета. Серия Точные и естественные науки. 2012. № 4. С. 161-164.
5. Харлан, А. Л. Неспецифическая резистентность организма бройлеров кросса «Смена-7» в техногенных условиях ОАО Птицефабрики «Снежка» / Харлан А. Л., Щеглов Н.А, Шелудяков С.А. // Вестник Брянского государственного университета. Серия Точные и естественные науки. 2011. № 4. С. 304-307
6. Вракин, В.Ф. Анатомия и гистология домашней птицы / В.Ф. Вракин, М.В. Сидорова. М.: Колос, 1984. С. 145–159.
7. Комаров, А.В. Анатомическое вскрытие и изучение особенностей тела домашних птиц / А.В. Комаров. Елгава: Латв. СХА, 1981. 19 с.
8. Жаров, А.В. Вскрытие и патоморфологическая диагностика болезней животных / А.В. Жаров, И.В. Иванов, А.П. Стрельников. М.: Колос, 2000 399 с.
9. Тельцов, Л.П. Значение критических фаз в развитии органов. Функциональный статус млекопитающих и птиц / Л.П.Тельцов, В.А. Столяров, Е.Н. Сковородин. Симферополь, 1995. С. 10-11.
10. Кочиш, И.И. Птицеводство / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. М.: КолосС, 2003. 407с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) С. 82–83.
11. Любимов, В.Б. Математические методы в биологии и экологии: учебно-методическое пособие для естественно-географического факультета / В.Б. Любимов, К.В. Балина. Брянск: Изд-во БГУ 2005 81 с.

12.Бейли, Н. Статистические методы в биологии: пер. с англ. / под ред. В.В. Налимова. М.: Мир 1963 273 с.

Об авторах

Петренко Г.С. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafzoo_bgu@mail.ru.

Сенюкова Л.И. – студент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, seniukova.mila@yandex.ru.

Зайцев С.А. – студент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafzoo_bgu@mail.ru.

Чиграй О.Н. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, kafzoo_bgu@mail.ru

УДК 581.553 + 581.95 + 502.753

СИНТАКСОМИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА ВЕРХНЕГО ДНЕПРА В ПРЕДЕЛАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ю.А. Семенищенков

В статье приведен продромус лесной растительности бассейна Верхнего Днепра, включающий 36 ассоциаций в составе 6 классов. В основу разработанной классификации положены авторские исследования, реализованные в последнее десятилетие на территории 6 областей Средней России.

Ключевые слова: лесная растительность, синтаксономия, бассейн Верхнего Днепра.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-04-97510 р_центр_а «Лесная растительность бассейна реки Днепр в пределах Российской Федерации».

Введение. Лесная растительность бассейна Верхнего Днепра, общая площадь которой составляет около 3,5 млн га, – результат длительного антропогенного преобразования и важнейший индикатор общего экологического состояния природы региона. По комплексному районированию эта территория площадью около 100,5 тыс. км² расположена на территории 3 ботанико-географических областей [7] и вытянута с северо-запада на юго-восток более чем на 600 км.

В XX в. этот регион неоднократно привлекал внимание геоботаников и лесоведов с целью познания фитоценотического разнообразия лесной растительности. Результатом этого стали общие лесотипологические представления, ограниченные, как правило, границами административных областей. Следует отметить значимые с позиции разработки флористической классификации А.Д. Булохова [1], впервые обозначившие проблему синтеза флористической и геоботанической информации о растительном покрове лесных территорий.

На протяжении последних 10 лет авторами разрабатывается классификация лесной растительности бассейна Верхнего Днепра на основе метода Ж. Браун-Бланке [11] [2, 3, 4, 8, 9, 10], результатом которой стало составление Продромуса и характеристика установленных синтаксонов.

Продромус лесной растительности бассейна Верхнего Днепра

(в пределах Российской Федерации)

КЛАСС *QUERCO—FAGETEA* BR.-BL. ET VLIEGER IN VLIEGER 1937

Порядок *Fagetalia sylvaticae* Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928

Союз *Quercu roboris—Tilion cordatae* Solomeshch et Laivins ex Bulokhov et Solomeshch 2003

(1) Асс. *Mercurialis perennis—Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003

Варианты: *Carex pilosa*, *Stellaria holostea*, *Anemonoides nemorosa*, *Fraxinus excelsior*, *Primula vulgaris*,

Tilia cordata, *typica*

Субасс. *M.p.—Q.r. carpinetosum betuli* Bulokhov et Solomeshch 2003, *M.p.—Q.r. piceetosum abietis* subass nov. prov., *M.p.—Q.r. typicum*

(2) Асс. *Ulmus laevis—Fraxinetum excelsioris* Semenishchenkov 2009

(3) Асс. *Geo rivali—Quercetum roboris* Semenishchenkov 2005

Варианты: *Deschampsia cespitosa*, *typica*

(4) Асс. *Corylo avellanae—Pinetum sylvestris* Bulokhov et Solomeshch 2003

(5) Асс. *Rhodobrya rosei—Piceetum abietis* Korotkov 1986

Субасс. *Rh. r.—P. a. caricetosum pilosae* Zaugolnova et Morozova 2004

Варианты: *Anemonoides nemorosa*, *Carex pilosa*, *Hepatica nobilis*, *Vaccinium myrtillus*, *Stellaria nemorum*, *Impatiens noli-tangere*, *Oxalis acetosella*, *typica*

Фации: *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Alnus incana*

Союз *Aceri campestris—Quercion roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003

(6) Асс. *Aceri campestris—Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003

- Субасс. *A. c.*—*Q. r. crataegetosum curvisepalae* Semenishchenkov 2012
 Субасс. *typicum*
 Варианты: *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea*, *Allium ursinum*, *inops*, *typica*
 (7) Асс. *Fraxino excelsioris*—*Quercetum roboris* Bulokhov et Solomechsh 2003
 Варианты: *Euonymus europaea*, *typica*
 (8) Асс. *Crataego curvisepalae*—*Fraxinetum excelsioris* Semenishchenkov 2012
 Союз *Alnion incanae* Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928
 (9) Асс. *Alnetum incanae* Lüdi 1921
 Варианты: *Chaerophyllum aromaticum*, *Impatiens noli-tangere*, *typica*
 (10) Асс. *Urtico dioicae*—*Alnetum glutinosae* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Субасс. *U. d.*—*A. g. stellarietosum nemori* Semenishchenkov 2009
 Субасс. *U. d.*—*A. g. swidetosum albae* Semenishchenkov 2009
 Субасс. *typicum*
 Варианты: *Matteucia struthiopteris*, *Scirpus sylvaticus*, *typica*
 (11) Асс. *Filipendulo ulmariae*—*Quercetum roboris* Polozov et Solomeshch 1999
 Субасс. *F. u.*—*Q. r. veronicetosum longifolii* Semenishchenkov 2005
 Субасс. *typicum*
 (12) Асс. *Galio palustris*—*Quercetum roboris* Semenishchenkov 2005
 (13) Асс. *Ulmo minoris*—*Quercetum roboris* Bulokhov et Semenishchenkov 2012
 Варианты: *Circaea lutetiana*, *Galium physocarpum*, *typica*
 (14) Асс. *Carici ripariae*—*Quercetum roboris* ass. nov. prov.
 Порядок *Quercetalia roboris* Tx. 1931
 Союз *Vaccinio myrtilli*—*Quercion roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003
 (15) Асс. *Vaccinio myrtilli*—*Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Порядок *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933
 Союз *Aceri tatarici*—*Quercion* Zólyomi 1957
 Подсоюз *Crataego curvisepalae*—*Quercenion roboris* Semenishchenkov et Poluyanov 2013
 (16) Асс. *Vicio pisiformis*—*Quercetum roboris* Semenishchenkov 2012
 (17) Асс. *Pyro pyrastris*—*Quercetum roboris* Poluyanov 2012
 (18) Асс. *Chamaecytiso ruthenici*—*Quercetum roboris* Poluyanov 2012
 Союз *Quercion petraeae* Zolyomi et Jakucs et Jakucs 1960 (syn. *Potentillo albae*—*Quercion petraeae* (Knapp 1948) J. Michalko 1986)
 (19) Асс. *Lathyro nigri*—*Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Варианты: *Clematis recta*, *Geum rivale*, *typica*
 КЛАСС *VACCINIO*—*PICEETEA* BR.-BL. IN BR.-BL, SISSING ET VLIIEGER 1939
 Порядок *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928
 Союз *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928
 Подсоюз *Eu-Piceenion excelsae* K.-Lund 1981
 (20) Асс. *Linnaeo borealis*—*Piceetum abietis* (Caj. 1921) K.-Lund 1962 (syn. *Eu—Piceetum* Caj. 1921) K.-Lund 1962)
 Фации: *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*
 Подсоюз *Melico*—*Piceenion* K.-Lund 1981
 (21) Асс. *Melico nutantis*—*Piceetum abietis* K.-Lund 1981
 Варианты: *Pleurozium schreberi*, *Tilia cordata*, *typica*
 Фация: *Pinus sylvestris*
 Подсоюз *Sphagno*—*Piceenion excelsae* K.-Lund 1981
 (22) Асс. *Sphagno girgensohnii*—*Piceetum abietis* K.-Lund 1981
 (23) Асс. *Carici remotae*—*Piceetum* ass. nov. prov.
 Порядок *Pinetalia sylvestris* Oberdorfer 1957
 Союз *Dicrano*—*Pinion sylvestris* (Libb. 1933) Mat. 1962
 (24) Асс. *Dicrano*—*Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberdorfer 1957
 Субасс. *D.*—*P. piceetosum abietis* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Варианты: *Linnaea borealis*, *Lerchenfeldia flexuosa*, *typica*
 Субасс. *D.*—*P. quercetosum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Варианты: *Amelanchier spicata*, *Neottianthe cuculata*, *Daphne cneorum*, *typica*
 (25) Асс. *Molinio caeruleae*—*Pinetum sylvestris* (Schmid. 1936) em Mat. 1973
 (26) Асс. *Peucedano*—*Pinetum sylvestris* W. Mat. (1962) 1973
 Варианты: *Origanum vulgare*, *Pteridium aquilinum*, *typica*
 КЛАСС *VACCINIETEA ULIGINOSI* TX. 1955
 Порядок *Vaccinietalia uliginosi* Tx. 1955
 Союз *Ledo palustris*—*Pinion sylvestris* Tx. 1955.
 (27) Асс. *Vaccinio uliginosi*—*Pinetum sylvestris* Kleist 1929 em Mat. 1962 (syn. *Ledo palustris*—*Pinetum sylvestris* Tx. 1955)
 Варианты: *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Empetrum nigrum*, *typica*
 Союз *Betulion pubescentis* Lohm. et Tx. in Tx. 1955

- (28) Асс. *Vaccinio uliginosi*—*Betuletum pubescentis* Libb. 1933
 Субасс. *V. u.*—*B. p. comaretosum palustris* subass. nov. prov.
 Варианты: *Carex lasiocarpa, typica*
 Субасс. *V. u.*—*B. p. typicum*
 Варианты: *Calla palustris, Phragmites australis, typica*
 КЛАСС *ALNETEA GLUTINOSAE* BR.-BL. ET TX. EX. WESTHOFF ET AL. 1943
 Порядок *Alnetalia glutinosae* Tx. 1937
 Союз *Alnion glutinosae* Malcuit 1929
 (29) Асс. *Carici elongatae*—*Alnetum glutinosae* Koch 1926 ex Tx. 1931
 Варианты: *Scirpus sylvaticum, Thelypteris palustris, Phragmites australis, typica*
 (30) Асс. *Lysimacho vulgaris*—*Betuletum pubescentis* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Порядок *Salicetalia auritae* Doing 1962
 Союз *Salicion cinereae* Müller et Görs ex Passarge 1961
 (31) Асс. *Salici-Franguletum* Malc. 1929, Tx. 1937
 (32) Асс. *Salicetum pentandro-cinereae* Passarge 1961
 КЛАСС *SALICETEA PURPUREAE* MOOR 1958
 Порядок *Salicetalia purpureae* Moor 1958
 Союз *Salicion triandrae* Müller et Görs 1958
 (33) Асс. *Salicetum triandrae* Malcuit ex Noirfalise in Lebrun et al. 1955
 Союз *Salicion albae* Soó 1930
 (34) Асс. *Fraxino excelsioris*—*Salicetum fragilis* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Субасс. *S. f.*—*F. e. swidetosum albae*
 Субасс. *S. f.*—*F. e. typicum*
 (35) Асс. *Salici albae*—*Ulmelum laevis* Bulokhov et Solomeshch 2003
 Варианты: *Acer negundo, typica*
 (36) Асс. *Salicetum albae* Issler 1926
 Варианты: *Equisetum fluviatile, typica*

Разработанная синтаксономия включает 36 ассоциаций, 16 субассоциаций в составе 15 союзов, 11 порядков, 6 классов и подтверждается методами DCA-ординации. Установленные синтаксоны трансформированы в единицы традиционной доминантной классификации. Наибольшее фитоценотическое разнообразие характерно для класса *Quercio—Fagetea*, в составе которого установлено 19 ассоциаций. На втором месте класс *Vaccinio—Piceetea*, представленный 7 ассоциациями.

На основе классификации выявлены типы растительных сообществ, нуждающиеся в особой охране в бассейне Верхнего Днепра [4, 5]. В первую очередь это ксеромезофитные широколиственные леса союзов *Aceri tatarici—Quercion* и *Quercion petraeae*, мезофитные широколиственные леса союза *Aceri campestris—Quercion*, а также отдельные ассоциации и их варианты с участием редких видов растений. Зональные леса данного региона отнесены к категории эталонных и также рекомендованы к охране [5].

Важной перспективой изучения лесной растительности этого региона является обоснование возможности использования разработанной классификации для дробного ботанико-географического районирования на комплексной основе. В настоящее время выявлены общие тенденции распространения сообществ установленных лесных синтаксонов и определены наиболее значимые «маркерные» синтаксоны для ботанико-географических единиц ранга подпровинции [10].

In the paper the prodromus of the forest vegetation of the Upper Dniper basin, including 36 associations within 6 classes, is done. The authors researches, realized at the last decade on the territory of 6 regions of the Middle Russia, are based to the developed classification.

The key words: forest vegetation, syntaxonomy, Upper Dniper basin.

Список литературы

1. Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А. Ботанико-географическое районирование Брянской области // Вестник Брянского гос. ун-та. 2012 (1). № 4. С. 51-56.
2. Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А. Ботанико-географические особенности ксеромезофитных широколиственных лесов союза *Quercion petraeae* Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960 Южного Черноземья России // Бюллетень Брянского отделения РБО. 2013. № 1 (1). С. 10-24.
3. Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А. Сообщества класса *Quercio—Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 в Судость-Деснянском междуречье // Растительность России. 2008. № 13. С. 3-13.
4. Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Черноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
5. Зеленая книга Брянской области (растительные сообщества, нуждающиеся в охране) / Булохов А.Д., Панасенко Н.Н., Анищенко Л.Н., Аверинова Е.А., Федотов Ю.П., Харин А.В., Кузьменко, А.В. Шапурко. Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение», 2012. 144 с.
6. Нешатаев Ю.Н. Классификация среднерусских лесостепных дубрав на эколого-

фитоценологических и эколого-флористических принципах с применением анализа межвидовых сопряженностей и крупномасштабного картирования // Тез. докл. V Всес. совещ. по классификации растительности. Новосибирск, 1977. С. 64-66.

7. Растительность Европейской части СССР / Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 429 с.

8. Семенищенков Ю.А. Фитоценологическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400 с.

9. Семенищенков Ю.А., Кузьменко А.А. Лесная растительность моренных и водно-ледниковых равнин северо-запада Брянской области. Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение», 2011. 120 с.

10. Семенищенков Ю.А. Лесная растительность бассейна Верхнего Днепра в пределах Российской Федерации: разнообразие, экология, ботанико-географические закономерности // Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда РБО. Т. 2. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 307-308.

11. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. / J. Braun-Blanquet. Wien; N.-Y., 1964. 865 S.

Об авторах

Семенищенков Ю.А. – кандидат биологических наук, доцент Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского, e-mail: yuricek@yandex.ru.

УДК 911.9:502

К ВОПРОСУ О РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ НА ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ И ПАРКИ ГОРОДА БРЯНСКА

Р.А. Слюнченко, Л.М. Ахромеев

В статье, в зависимости от времени суток, дней недели и погодных условий, рассматривается динамика рекреационной нагрузки на памятники природы и парки города Брянска.

Ключевые слова: рекреация, рекреационная нагрузка, рекреанты, памятники природы, парки, Брянск.

Современный Брянск сложился под воздействием нескольких факторов – широкой поймы Десны, которая своими изгибами рассекает город на четыре обособленных района, и стремительного развития железных дорог в России во второй половине 19 века. Старинный Брянск, прямым и непосредственным «наследником» которого является Советский район, расположен на правом высоком берегу реки Десны. Удаленность и непохожесть районов города, разделенных живописной поймой, придают Брянску неповторимый вид. Немного найдется мест, где рукотворные сооружения, деревья и вода гармонично сочетаются друг с другом. В настоящее время на территории г. Брянске расположено 11 парков и 70 скверов.

Объектами изучения стали: парк им. А.К. Толстого, Курган Бессмертия, Набережная Десны, памятники природы: «Лесные Сарай», Роща «Соловьи» и «Нижний Судок», а также территория Свенского монастыря, откуда открывается живописный вид на левобережные террасы Десны.

Изучение рекреационной нагрузки на объекты проводилось с 28 июля по 26 августа 2013 г. в рабочие и выходные дни, с ясной (солнечной) и облачной (пасмурной) погодой. Подсчет посещаемости рекреантами велся утром (с 10 до 12 часов), днем (с 14 до 16 часов) и вечером (с 19 до 21 часа). Кроме подсчета посещаемости фиксировалась занятость населения на исследуемых территориях. В результате были выделены следующие виды деятельности рекреантов: прогулки с детьми, семейный отдых; чтение книг; велопробежки и занятия спортом, в т. ч. и катание на роликах; посещение аттракционов (парк им. А.К. Толстого и Курган Бессмертия); свадьбы; экскурсии (Свенский монастырь); посещение храмов (парк им. А.К. Толстого и Свенский монастырь); организация пикников (Роща «Соловьи», Нижний Судок, окрестности Свенского монастыря).

Анализ рекреационной нагрузки исследуемых территорий показал, что максимальная посещаемость, как в рабочие, так и в выходные дни была характерна для территории Кургана Бессмертия, а вот парк-музей имени А.К. Толстого, на момент исследования имел высокую посещаемость в рабочие дни (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Сводная ведомость подсчета посещаемости рекреантами природных территорий (рабочие дни/выходные дни)

Территория	Итого всего, часов, t	Всего человек, вошедших в контур Σa (чел.)	Всего человек, вышедших из контура Σb (чел.)	Остаток за последний час (чел.), общая за сутки Σc	Всего чел., пребывавших на контуре за время Σd
Парк им. А.К. Толстого	6	1155/670	896/457	109/60	259/117
Курган Бессмертия	6	1175/1567	707/962	73/438	468,599
«Лесные	6	398/441	309/264	62/125	89/177

Сараи»					
Набережная	6	335/371	287/122	59/73	98/249
Роща «Соловьи»	6	358/399	223/216	65/94	135/183
«Нижние Судки»	6	145/160	65/30	35/65	80/130
Свенский монастырь	6	133/342	48/106	28/96	84/236

Значительный поток рекреантов отмечен на Набережной Десны и у Свенского монастыря, что связано с живописными местами в районе понтонного моста Набережной, где открывается прекрасный вид на Десну, которая также привлекает любителей рыбной ловли, а у Свенского монастыря – это красивые долинные ландшафты и сам монастырь (основан в 1288 году), который посещают множество туристов и верующих.

Было также установлено, что посещаемость территорий рекреантами зависит не только от того – рабочий это день или выходной, но и от времени суток (табл. 2).

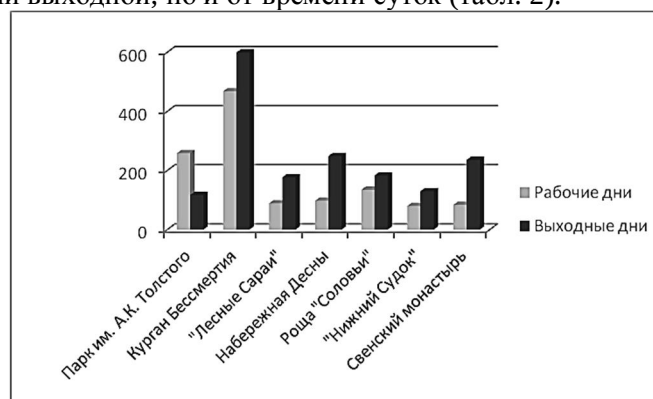


Рисунок 1 – Пребывание рекреантов в природных территориях

Таблица 2

Сводная ведомость подсчета посещаемости (утро, день, вечер) (рабочие дни/выходные дни), Σd (всего на контуре)

Время	Парк им. А.К. Толстого	Курган Бессмертия	«Лесные Сараи»	Роща «Соловьи»	«Нижний Судок»	Свенский монастырь
10–12 ч	72/72	54/84	12/33	14/12	13/7	43/96
14–16 ч	64/33	181/235	40/63	37/48	23/36	32/83
19–21 ч	123/12	233/280	37/81	84/123	44/87	9/57

Анализ суточной динамики посещаемости рекреационных территорий показал, что число рекреантов минимально с утра и возрастает к вечеру в выходные и рабочие дни (рис. 2, 3), за исключением парка имени А.К. Толстого (в выходной день) и Свенского монастыря.

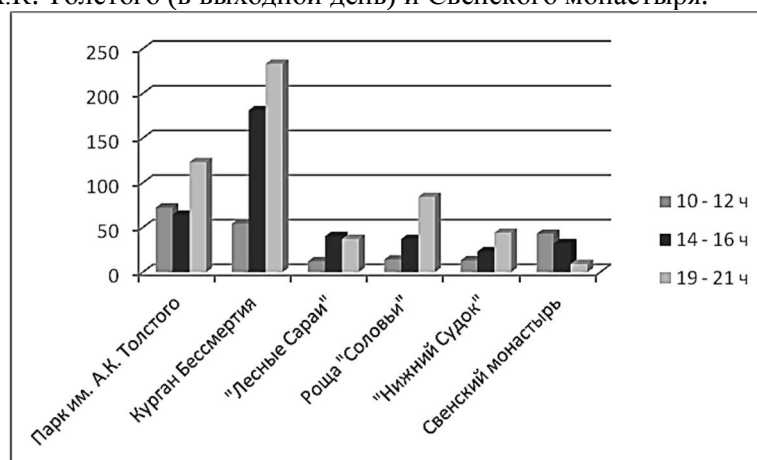


Рисунок 2 – Динамика посещаемости рекреационных территорий (рабочие дни)

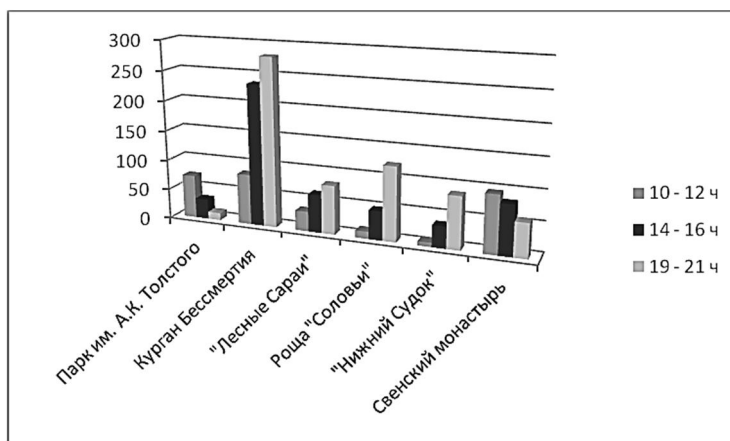


Рисунок 3 – Динамика посещаемости рекреационных территорий (выходные дни)

Таким образом, увеличение числа рекреантов в выходные дни и вечерние часы обусловлено завершением рабочего дня к вечеру и отдыхом в субботу и воскресенье, который подразумевает посещение не только памятников природы, но и территорий с аттракционами и экскурсиями после напряженных трудовых дней, что позволяет восстановить психические, эмоциональные и физические силы человека.

К сожалению, восстанавливая свою психо-эмоциональную сферу и физические силы, человек воздействует на природные объекты и парки, зачастую это воздействие носит отрицательный характер (бытовые отходы, вытаптывание травы, уплотнение почвы и многое другое).

Поэтому, на некоторых территориях (Роща «Соловьи», Парк им. А.К. Толстого, Курган Бессмертия, «Лесные Сарай», «Нижний Судок»), одной из мер по снижению такого воздействия человека, может быть, введение определенного графика посещений перечисленных территорий или ограничение пребывания горожан и туристов на отдельных участках в пределах памятников природы с ценными растениями и уникальными ландшафтами.

In the article, depending on the time of day, the days of week and weather conditions, is examined the dynamics of recreational load on the monuments of nature and the parks of Bryansk city.

The keywords: recess, recreational load, rekreanty, the monuments of nature, parks, Bryansk.

Об авторах

Слюнченко Р. А. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, ruslanslyunchenko@mail.ru

Ахромеев Л. М. – кандидат географических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, ahromeev56@yandex.ru

УДК:577.346

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СМЫВА В ЭЛЕМЕНТАХ МИКРОРУЧЕЙКОВОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОЦЕЗИЕВОГО МЕТОДА

Л.Н.Трофимец, Е.А. Паниди, А.И. Петелько, Т. Л. Иванеха

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-97511-р_центр_а; гранта РГНФ № 12-16-57001, тип-а (р).

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований смыва почвы за период 1986-2013 г.г. на пахотном склоне в ареале серых лесных почв в бассейне верхней Оки (в пределах Орловской области). По результатам послойного отбора проб почвы и ее радиологического анализа получены значения слоя смытой почвы за послечернобыльский период. Построение зависимости интенсивности смыва почвы (мм в год) от активности цезия-137, Бк/кг в слое почвы 0-20 см позволило получить алгоритм расчета интенсивности смыва от измеренной активности цезия-137, оцениваемый коэффициентом корреляции 0,89.

Ключевые слова: цезий-137, смыв, микроручейковая сеть, полигонально-блочный микрорельеф, пахотный склон.

По данным Новосильской ЗАГЛОС (таблица 1) весной 2013 года сток с зяби и пара был нулевой. Ситуация «нулевого стока» сохраняется уже несколько лет подряд. Вместе с тем, на склоновых поверхностях, в том числе на пахотных склонах, осложненных палеокриогенным микрорельефом (Алифанов, 2010, Трофимец, 2013) [1,4], смыв имеет место. Радиоцезиевый метод позволяет установить величину смыва за период с 1986 года. С целью установления возможности идентификации величин

ны смыва по значению радиоактивности почвы в слое 0-20 см, были проведены экспериментальные измерения активности цезия-137 в апреле 2013 года на пахотном склоне в ареале серых лесных почв (Орловский район Орловской области).

Таблица 1

Сток с уплотненной пашни и зяби (с 1986 по 2013 г.г.) по данным Г.П. Сурмача, А.Т. Барабанова, Н.Е. Петелько, А.И. Петелько, Е.Я. Тубольцева, В.А. Ивановой, О.В. Богачевой, В.П. Борца, Е.А. Гаршичева

Годы, в которые сток >0 мм	Годы с отсутствием стока
1987, 1988, 1990, 1991, 1993-1997, 2000, 2003	1989, 1992, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004-2013

Исследования на пахотном склоне, осложненном палеокриогенным микрорельефом, показали, что на экспериментальном участке в бассейне Верхней Оки (водосбор реки Сухая Орлица) активность цезия-137 (в верхнем пахотном горизонте) меняется от 30 до более чем 200 Бк/кг, что свидетельствует о чередовании почв разной степени смытости. Фоновое значение активности цезия-137 чернобыльского происхождения на изучаемом склоне нами принято равным 180 – 200 Бк/кг (Трофимец и др., 2013). О чередовании почв разной степени смытости на пахотном склоне в ареале серых лесных почв Подмосковья говорит и следующее замечание Марусовой, 2005: «...в одном случае между прикопками, характеризующими эродированные почвы, отмечаются намытые и намыто-смытые почвы, в другом – островок эллипсоидной формы несмытой почвы» [2].

Идентифицировать степень эродированности почвы (с 1986 года по настоящее время) по значению активности цезия-137 в слое 0 – 20 см возможно, если значение радиоактивности интегрального образца почвы (отобранного с глубины 0-20 см) сопоставить с мощностью слоя почвы, загрязненной радиоцезием. При этом следует иметь в виду, что в 1986 году мощность пахотного горизонта составляла 27 см (по данным «Системы земледелия и землеустройства», 1986 г.). В настоящее время глубина вспашки составляет 20 см.

Для изучения вопроса о возможности идентификации почв разной степени смытости с помощью цезия-137 в апреле 2013 года в устьевой части ложбины на пахотном склоне реки Сухая Орлица был произведен отбор проб почвы на радиологический анализ. Отбор проб осуществлялся в различных элементах микроручейковой сети: в зоне аккумуляции, в зоне тальвегов микроручьев, в останцовой области, на не затронутом эрозией участке (космический снимок участка микроручейковой сети приведен на рис. 1). Отбор проб производился послойно (через 2 см) до 40 – 50 см глубины. Площадки для среза слоев почвы имели следующие размеры: ширина 0,5 м, длина 1,0 м, глубина до 0,5 м. Всего было отобрано более 300 образцов почвы. Пробы упаковывались в пластиковые пакеты, на которые наклеивались бирки с указанием номера пробы, глубины отбора пробы. Гамма-спектрометрию отобранных проб почв выполняли с помощью комплекса универсального спектрометрического на основе сцинтилляционных детекторов УСК «Гамма Плюс» производства ЗАО «НТЦ Экспертцентр» (г. Москва) в Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский».

Результаты и их обсуждение.

Прежде чем перейти к анализу распределения цезия-137 по глубине, следует остановиться на результатах сопоставления активности почвы, определенной послойно и в интегральном образце. Мы попытались установить, происходит ли «разбавление» активности цезия-137 при припахивании к радиоактивно загрязненным поверхностным слоям почвы слоев более глубоких с низкой радиоактивностью. В таблице 1 приведены результаты такого анализа. В 1, 2, 3, 4 испытаниях сравнивались смешанные (интегральные) образцы, составленные из почвы, отобранной послойно. Активность цезия определялась как для смешанной пробы, составленной в результате перемешивания почвы, отобранной послойно, так и отдельно для проб почвы по слоям. Вывод был сделан следующий. Независимо от величины радиоактивности смешиваемых образцов почвы радиоактивность смешанного (интегрального) образца почвы практически равна радиоактивности, рассчитанной как среднее арифметическое из радиоактивности почвы смешиваемых образцов (отобранных послойно).

Таблица 2

Сопоставление активности цезия-137 в почвенных образцах, отобранных послойно (по глубине почвенного профиля) с активностью в интегральном образце

№	Интегральные образцы		Образцы, отобранные послойно	
	Глубина, см	Активность интегрального образца	Глубина, см	Активность послойная/средняя активность
1	(0-10)	138	(0-2); (2-4)(4-6); (6-8); (8-10)	161,5; 172,0 134,9; 115,2 101,2/ Ср= 137
2	(10-20)	42,5	10-12; 12-14; 14-16; 16-18 18-20	53,8; 44,4; 42,5; 25,6 46,4/Ср= 42,5
3	(0-20)	92,4	(0-2); (2-4); (4-6); (6-8) (8-10); 10-12; 12-14; 14-16	161,5; 172,0; 134,9; 115,2 101,2; 53,8; 44,4; 42,5

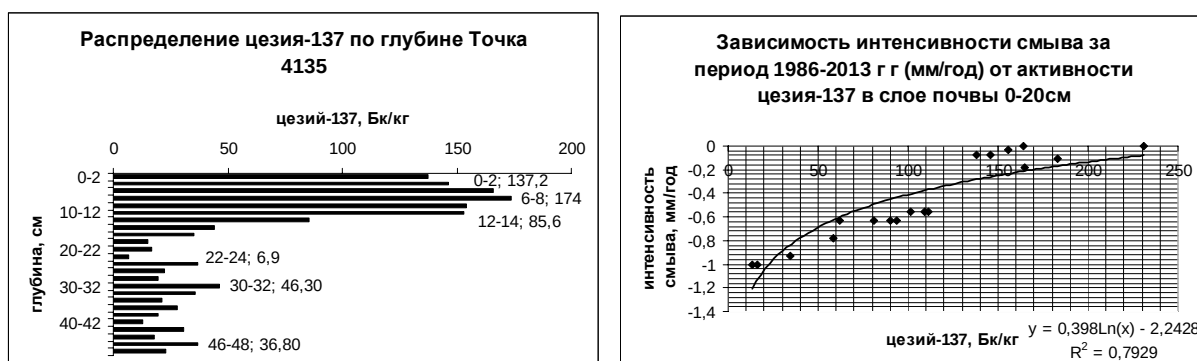


Рис. 2. Слева: в тальвеге микроручья почва сильно смытая намытая. Смыто 13-15 см (до глубины 12-14 см почва намытая). Соотношение радиоактивности почвы в слое 0-20см и 20-40см $K = 102,4/25=4$ при активности в слое 0-20см 102,4 Бк/кг. Фоновая радиоактивность 180 – 200 Бк/кг. Справа - зависимость величины интенсивности смыва почвы (за период 1986-2013 г.г., мм в год) от радиоактивности в слое 0-20 см.

Степень тесноты связи зависимости логарифмического типа на рис.2 - 0,89. Полученная зависимость позволяет рассчитывать смыв в тоннах с 1 га в год по значению измеренной радиоактивности почвы в слое 0-20 см. Зависимость справедлива для пахотных склонов теплых румбов (южного и юго-западного) в ареале серых лесных почв.

Вывод. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности идентифицировать почвы разной степени смытости с помощью радиоцезиевого метода. По величине активности цезия-137 в слое 0-20 см можно судить об интенсивности смыва (мм в год за период 1986-2013 г.г.) серой лесной почвы на пахотных склонах крутизной от 1,5 до 5 градусов и фоновом радиоактивном загрязнении по цезию-137 180-200 Бк/кг.

The article presents the results of experimental studies soil loss for the period 1986-2013 gg on a slope in the area of arable gray forest soils in the upper basin of the Oka (within the Orel region) . According to the results of layered soil sampling and radiological analysis , the values for the soil layer eroded poslechernobylsky period. Dependence of the intensity of soil loss (per year) on the activity of cesium-137 Bq / kg in the soil layer 0-20 cm possible to obtain the algorithm for calculating the intensity of flushing from the measured activity of cesium-137 , the estimated correlation coefficient of 0 , 89 .

The key words: cesium-137, flush, mikrorucheykovaya network, polygonal block microrelief, tillable slope.

Список литературы

1. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины. М.: ГЕОС, 2010. 140 с.
2. Марусова Е.А. Влияние природных и антропогенных факторов на свойства пахотных серых лесных почв южного Подмосковья. Автореферат канд. дисс., М., 2005. 25 с.
3. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Баранов И.П., Степанова В. И. Морфометрический анализ рельефа при изучении вторичного перераспределения цезия-137 чернобыльского происхождения на пахотном склоне в бассейне Верхней Оки. //Проблемы региональной экологии, №1, М.: изд. дом «Камертон», 2013. С. 102-108.
4. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Милентьев В.Н.. Оценка потерь почвы на пахотном склоне с использованием радиоцезиевого метода, агрохимических показателей и элементов ГИС анализа. // Ученые записки ОГУ, №3(53). Изд-во «ОГУ», 2013. С. 363-371.

Об авторах

Трофимец Л. Н.- доцент, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ФГБОУ Орловский государственный университет, Trofimetc_l_n@mail.ru.

Паниди Е. А.- кандидат технических наук, старший преподаватель Санкт-Петербургского университета, кафедры картографии, panidi@yandex.ru.

Петелько А. И.- директор Новосильской ЗАГЛЮС, г. Мценск.

Иванеха Т. Л.- начальник отдела информационного обеспечения Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский».

УДК 630*232

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСАДКОЙ И ПОСЕВОМ

Я.Д. Фучило, М.В. Сбитная, В.Ю. Кайдык, А.Ю. Рябухин, С.В. Левин

Приведены особенности роста и развития 9-летних лесных культур сосны обыкновенной, созданных посевом семян и посадкой сеянцев в свежих суборях Киевского Полесья. Установлено, что в этих условиях, при создании лесных культур сосны обыкновенной семенами, удовлетворительные результаты можно получить при применении посевов семян в лунки через 35-70 см в ряду и посевом в каждую из них по 3-5 семян.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, посев, посадка сеянцев, борозды, сохранность, высота.

В Украине лесовозобновление преимущественно осуществляется посадкой саженцев, выращенных из семян. В некоторых случаях, например, при создании насаждений с участием дуба обыкновенного, применяют посев непосредственно семян [2, 4, 5].

Учитывая повышенное внимание мирового сообщества к экологической роли лесов, важное значение приобретает проблема разработки эффективных технологий создания устойчивых и высокопродуктивных лесных насаждений, которые по своему строению и породному составу были бы близки к естественным, коренным древостоям. Этого можно достичь, приблизив условия создания и формирования искусственных насаждений к тем условиям, которые существуют при естественном возобновлении леса, а именно – применяя посев семян. Особенно эта проблема актуальна для сосны обыкновенной – одной из самых распространенных в Украине лесобразующих пород.

Целью проведенных исследований была оценка эффективности применения нескольких способов посева и посадки сеянцев в свежих суборях Боярской лесной опытной станции (Киевская область, Украина). Подобные исследования здесь проводились в конце 1940-х – начале 1950-х гг., но выводы, сделанные при этом разными авторами, оказались противоположными [1, 3].

Объектом исследований служили лесные культуры, созданные весной 2004 г. в квартале 65 Боярского лесничества. Лесокультурная площадь – свежая незадерненная вырубка, тип лесорастительных условий – свежая суборь. Обработка почвы заключалась в нарезке борозд. Расстояние между центрами борозд – 2,2 м. Было использовано следующие варианты создания культур: ручной рядовой посев в бороздки 2 г и 1 г семян на 1 м.п.; ручной ленточно-луночный посев (по 4 семени в лунку) с лунками через 10, 35 и 70 см; ручная посадка однолетних саженцев семенного происхождения через 10 см и 60 см в ряду. Для высева использовались семена первого класса местной популяции сосны обыкновенной. Масса 1000 семян – $6,9 \pm 0,06$ г. Однолетние стандартные сеянцы тоже были выращены из местных семян. Семена заделывались в почву мотыгами на глубину 1,0-1,5 см. В течение первого вегетационного периода за созданными насаждениями проводили один ручной уход за почвой в рядах и однократное скашивание травяной и нежелательной древесной растительности кусторезом в междурядьях, а на второй год – двукратное скашивание.

При исследовании сохранности исследовательских лесных культур за начальную их густоту в вариантах с высадкой саженцев семенного происхождения принималось их фактическое высаженное количество на 1 га, а в вариантах с посевом семян – количество семян, высеянных на 1 га. Для установления сохранности и линейных размеров растений на всех вариантах проводили их сплошной пересчет и определение высоты.

Результаты исследований и их обсуждение

Наблюдение за появлением и ростом лестницы сосны в первый вегетационный период показали, что посевы на всех вариантах взошли довольно обильно и по количеству растений между собой отличались незначительно. При исследовании сохранности и особенностей роста созданных культур после окончания второго, третьего и девятого вегетационных периодов было установлено, что варианты опыта существенно отличаются по густоте и линейным размерам растений (табл. 1).

Таблица 1

Приживаемость и сохранность культур сосны обыкновенной в зависимости от вида и количества посадочного материала

Варианты создания лесных культур	Годы наблюдений						
	2004	2005		2006		2012	
	начальная густота тыс.шт.·га ⁻¹	тыс. шт.·га ⁻¹	%	тыс. шт.·га ⁻¹	%	тыс. шт.·га ⁻¹	%
Посев семян, 2 г/м.п.	1272,73	57,73	4,5	52,27	4,1	37,71	3,0
Посев семян, 1 г/м.п.	636,36	38,41	6,0	34,77	5,5	21,25	3,3
Посев семян, через 10 см (0,28 г/м.п.)	181,82	13,18	7,3	10,91	6,0	10,15	5,6
Посев семян, через 35 см (0,08 г/м.п.)	51,95	7,55	14,5	7,45	14,3	7,24	13,9

Посев семян, через 70 см (0,04 г/м.п.)	25,97	5,84	22,5	5,80	22,3	5,34	20,6
Посадка саженцев через 10 см	45,45	20,34	44,8	20,00	44,0	17,81	39,2
Посадка саженцев через 60 см	7,58	5,93	78,2	5,73	75,5	5,21	68,7

Как видно из приведенных данных, наибольшее количество сеянцев сосны после окончания вегетационных периодов 2005, 2006 и 2012-го годов (соответственно: 57,73; 52,27 и 37,71 тыс. шт. на 1 га) оказалась на варианте с посевом 2 г семян на 1 м.п., то есть, при применении максимальной нормы высева, а наименьшая (соответственно 5,84; 5,80 и 5,34 тыс. шт.·га⁻¹) – при посеве наименьшего количества семян – 0,04 г на 1 м.п. Остальные использованные нормы высева занимали промежуточное положение. При этом наблюдалась прямая зависимость между количеством высеянных семян и количеством выросших из них сеянцев. В то же время, сохранность растений уменьшалась с увеличением нормы высева от 22,5; 22,3 и 20,6 % соответственно в 2005, 2006 и 2012 годах при посеве 0,04 г на 1 м.п., до 4,5; 4,1 и 3,0 % – при норме высева 2,0 г на 1 м.п. Было установлено, что количество сохранившихся деревьев после третьего и девятого вегетационных периодов, даже при минимальной норме высева, практически одинаково с количеством саженцев в производственном варианте (посадка однолетних саженцев через 60 см в ряду). Это позволяет рекомендовать к применению в производственных условиях минимальных из использованных норм высева семян сосны, как наиболее целесообразных с экономической точки зрения. Оценивая влияние количества высаженных на единицу площади сеянцев на их сохранность, можно отметить, что в самом густом варианте на конец девятого вегетационного периода сохранилось 39,2 % растений (17,8 тыс. шт.·га⁻¹), а в производственном варианте – 68,7 % (5,2 тыс. шт.·га⁻¹).

Что касается высоты исследуемых культур, то, как можно увидеть из данных таблицы 2, после девятого вегетационного периода в культурах, созданных семенами, наименьшей она оказалась в варианте с максимальной нормой высева (156,3±3,50 см), а наибольшей – при посеве 3-4 семян в лунки через 0,35 м (220,8±3,90 см).

Таблица 2

**Высота лесных культур сосны в зависимости от количества использованного
посадочного материала**

Вариант создания лесных культур	Годы наблюдений					
	2005		2006		2012	
	высота, см	t	высота, см	t	высота, см	t
Посев семян, 2 г/м.п.	6,7±0,21	4,58	27,3±0,68	5,70	156,3±3,50	-12,65
Посев семян, 1 г/м.п.	9,1±0,39	-2,23	32,8±0,98	-0,12	173,2±5,10	-9,95
Посев семян, через 10 см	8,4±0,76	-0,40	33,9±1,89	-0,61	205,7±9,46	5,10
Посев семян, через 35 см	8,3±0,25	-0,77	32,0±0,72	0,67	220,8±3,90	5,36
Посев семян, через 70 см	8,1±0,21	-	32,6±0,65	-	216,4±5,37	5,42
Посадка саженцев через 10 см	23,6±0,57	0,51	51,8±1,08	-3,96	249,7±4,74	2,11
Посадка саженцев через 60 см	23,0±0,66	-	57,7±1,02	-	269,8±8,26	-

Почти такие же средние размеры имел вариант с посевом семян через 0,7 м (216,4±5,37 см), что указывает на существенное влияние площади питания на рост и развитие сеянцев сосны.

Два варианта культур, созданных саженцами, после второго вегетационного периода характеризовались примерно одинаковой высотой, но уже на следующий год вариант с посадкой сеянцев через 60 см в ряду, то есть – с большей площадью питания, оказался на 11,4 % выше ($t = 3,96$). После девятого года выращивания эти два варианта отличались по высоте на 20 см ($t = 2,11$). Следовательно, при увеличении нормы высева семян, увеличивается количество всходов сосны, но уменьшаются их сохранность и линейные размеры, что можно объяснить лучшими условиями роста сосенок в более редких вариантах, вследствие большей площади питания. По этой же причине большей оказалась сохранность и высота исследовательских культур, созданных сеянцами через 60 см, по сравнению с их посадкой через 10 см в ряду. На время последних исследований варианты с использованием сеянцев значительно превышает за размерами все варианты с посевом семян. Наибольшими размерами и наиболее интенсивным ростом отличаются деревья, выросшие из саженцев, которые были высажены через 0,6 м. Ближайшими к ним показателями высоты и темпов роста характеризуются варианты с посевом 3-4 семян через 0,35 и 0,70 м. Несколько меньшие размеры от последних, при практически одинаковых приростах за 2010-2012 годы, имеет вариант с посевом в лунки через 10 см. Культуры, созданные посевом большего количества семян (1 и 2 г/м.п.), значительно отстают в росте от остальных вариантов и, судя по интенсивности их прироста по высоте, эта разница в дальнейшем будет увеличиваться, что указывает на нецелесообразность использования такого варианта создания лесных культур.

С лесоводственной и экономической точек зрения одним из оптимальных способов создания лесных культур сосны обыкновенной в исследуемых условиях является посев в лунки 3-4 семян через 0,7 м. Единственным показателем, по которому такой вариант уступает посадке сеянцев, является средняя высота деревьев, что объясняется разницей этих вариантов в возрасте (на один год). На время последних исследо-

ваний различие этих вариантов по высоте составляло 53,4 см, то есть один годовой прирост по высоте.

Положительным моментом посева является его приближенность к естественным условиям, что обеспечивает более высокую устойчивость таких насаждений. В частности, на исследуемых культурах наблюдается дисперсионное усыхание деревьев от опенка, при этом, в основном, усыхают растения, выросшие из саженцев. Также этот вариант создания лесных культур более приемлем и с экономической точки зрения, поскольку такую работу выполняет один работник, использующий мотыгу или ручную сеялку, а посадка саженцев выполняется двумя работниками. Кроме того, выращивание одного саженца обходится значительно дороже стоимости 3-4 семян.

Выводы

1. Учитывая существующую тенденцию к снижению биологической устойчивости лесов, важное значение приобретает проблема разработки эффективных технологий создания устойчивых и высокопродуктивных лесных насаждений, которые по своему строению и породному составу приближаются к лесам коренных типов. Этого можно достичь, приблизив условия формирования лесных культур к условиям, которые имеют место при естественном возобновлении леса, а именно – применяя посев семян местных популяций древесных пород, в частности – сосны обыкновенной.

2. В условиях свежей субори, при создании лесных культур сосны обыкновенной семенами, удовлетворительные результаты можно получить при применении ленточно-луночных посевов семян первого класса с размещением лунок через 35-70 см в ряду и посевом в каждую из них по 3-5 семян, что соответствует норме высева от 0,04 до 0,08 г/м.п., при массе 1000 семян около 7 г.

3. Количество деревьев, сохранившихся после 9 вегетационных периодов на вариантах с минимальными нормами высева, оказалась практически одинаковой с вариантом с посадкой сеянцев через 60 см в ряду, что позволяет рекомендовать их к применению в производственных условиях, как наиболее целесообразных с лесоводственной и экономической точек зрения.

The features of growth and development to 9 year old of Scots pine plantations by seeds and seedlings in fresh subor conditions of Kyiv Polissya are presented. It is set that in these terms, at creation of forest cultures of Scots pine of usual by seed, satisfactory results can be got at application of sowing of seed in small holes, with placing of small holes through 35–70 see in rows and sowing in each of them for 3–5 seeds.

The key words: Scots pine, sowing, landing seedlings, furrows, safety, height.

Список литературы

1. Биков М.К. Лісові культури / М.К. Биков, М.С. Матвеев // Результати наукових досліджень по лісових культурах у Боярському дослідному лісгоспі. К.: Вид-во УАСГН, 1960. С. 104 – 112.

2. Гордієнко М.І. Лісові культури / М.І. Гордієнко, Г.С. Корецький, В.М. Маурер. К.: Сільгоспосвіта, 1991. 320 с.

3. Логгінов Б.Й. Відновлення соснових насаджень сіркою та насінням на площадках (гніздами) / Б.Й. Логгінов, М.В. Юр // Результати наукових досліджень по лісових культурах у Боярському дослідному лісгоспі. К.: Вид-во УАСГН, 1960. С. 113 – 134 .

4. Редько Г.И. Лесные культуры / Г.И. Редько, А.Р. Родин, И.В. Трещевский. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 368 с.

5. Сироткин Ю.Д. Лесные культуры / Ю.Д. Сироткин, И.И. Праходский. Минск: Выш. школа, 1988. 298 с.

Об авторах

Фучило Я.Д. - национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
fuchylo_yar@ukr.net

Сбитная М.В. - национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
fuchylo_yar@ukr.net

Кайдык В.Ю. – национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
fuchylo_yar@ukr.net

Рябухин А.Ю. - национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
fuchylo_yar@ukr.net

Левин С.В. - луганский национальный аграрный университет

УДК 574.2 (574.3)

СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА ВЫСОКОТРАВНОГО ЕЛЬНИКА УРОЧИЩА «БОЛОТО РЫЖУХА» (НЕРУССО-ДЕСНЯНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ, БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.В. Харлампиева

Выделена и описана новая растительная ассоциация высокотравного ельника урочища «Болото Рыжуха» (Неруссо-Деснянское Полесье). Альфа разнообразие – 48-57 видов, хорошо развита мозаичность и парцеллярные структуры, которые формируют и поддерживают высокую устойчивость и видовое разнообразие. В составе ассоциации отмечены 5 редких видов сосудистой флоры и 3 вида мохообразных.

Ключевые слова: высокотравный ельник, растительная ассоциация, пространственная структура, гетерогенность, Неруссо-Деснянское Полесье

Растительные сообщества, в травяном покрове которых доминируют высокорослые цветковые растения и крупные папоротники называют высокотравными [2, 3, 11, 12]. Согласно фактору увлажнения почв высокотравные леса можно подразделить на мезофильные и гигрофильные. Гигрофильные высокотравные леса встречаются по склонам долин рек и ручьев, в поймах этих водотоков, а также на болотах. Сообщества долинных и болотных высокотравных ельников характеризуются проточным увлажнением и относительно богатыми почвами [1, 8, 9]. На низинных болотах лесной зоны климаксовые фитоценозы представлены высокотравными ельниками, практически исчезнувшими в результате мелиораций и торфозаболачивания. В ландшафтных комплексах памятника природы «Болото Рыжуха», растительный компонент которых относится к Полесской подпровинции Восточноевропейской широколиственной провинции [10], сохранились фрагменты таких фитоценозов. В ходе флористического и геоботанического обследования растительного покрова памятника природы «Болото Рыжуха» (2011-2012 гг.) особое внимание уделено лесным сообществам, уникальным по видовой и пространственной структуре. Цель работы – представить синтаксономическую характеристику сообщества высокотравных ельников на низинном болоте урочища «Болото Рыжуха».

Геоботанические описания сообщества проводили на пробных площадках размером 100 м². Оценка количественного участия видов производилась по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке (1964) [15]. Постоянство видов в сообществах выражалось баллами с равными классами: по 20% для 5 классов [7]. Классификация произведена в соответствии с принципами направления Ж. Браун-Бланке. Всего выполнено 15 описаний. Латинские названия сосудистых растений даны по С.К. Черепанову (1995), мохообразных – по М.С. Игнатову и др. (2006), Н.А. Константиновой и др. (1992) [4, 5, 14]. Экологический режим сообществ по влажности, кислотности и обеспеченности минеральным азотом почвы рассчитан по шкалам Н. Ellenberg et al. (1992) [16]. Наименование синтаксона соответствует Кодексу фитосоциологической номенклатуры [17].

Ниже представлена характеристика установленной ассоциации.

Асс. *Cirsio oleracei* – *Piceetum abietis* ass. nov. prov. Диагностические виды (д.в.) *Picea abies*, *Climacium dendroides*, *Cirsium oleraceum*, *Galium rivale*, *Pleurozium schreberi*, *Riccardia pinguis*.

Состав и структура. Ценоз сложен четырьмя ярусами. Сомкнутость яруса древостоя (А) составляет 0,5 – 0,75. Древесный ярус сформирован *Picea abies* (L.) Karst., *Betula pubescens* Ehrh., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., с примесью *Fraxinus excelsior* L. В сообществе хорошо развит ярус подроста и подлеска (В), его сомкнутость 0,4-0,65. Он включает подрост деревьев верхнего полога (*Picea abies*, *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, реже *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L.), низкорослые деревья (*Sorbus aucuparia* L.), кустарники (*Salix cinerea* L. и *Corylus avellana* L.) Травяно-кустарничковый ярус (С) достигает высоты около 1,5 м и проективного покрытия 50-80%. Высокотравные виды представлены: *Angelica sylvestris* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Eupatorium cannabinum* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Lysimachia vulgaris* L., *Lythrum salicaria* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и др. С достаточно высоким постоянством встречаются виды бореального мелкотравья – *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L., *Trientalis europaea* L. Покрытие яруса мхов от 65 до 80 %. Наибольшего обилия и постоянства достигают *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr, *Hylocomium splendens* (Hedw.) B. S. G., *Mnium stellare* Hedw., *Plagiomnium affine* (Bland.) T. Кор. и др. В составе ценофлоры ассоциации наибольшим числом видов характеризуются следующие эколого-ценотические группы – бореальная, неморальная, влажно-луговая, черноольховая и травяно-болотная.

Фитоценоз характеризуется хорошо развитой мозаичностью (рис.). В горизонтальной структуре высокотравного ельника выделяются темные и светлые парцеллы. Светлые парцеллы, или «окна», формируются в результате вывалов деревьев и находятся на различных стадиях зарастания. Темные парцеллы представляют собой сомкнутые группировки деревьев *Picea abies* (L.) Karst., *Alnus glutinosa*

(L.) Gaertn, *Betula pubescens* Ehrh. Ольха черная формирует «кочки», или «пристволовые повышения». Ель обыкновенная и береза пушистая стоят на мощных поверхностных корнях – «лапах», которые приподнимают основания стволов над поверхностью мощной торфяной залежи. Их корни стелются и формируют довольно прочный «каркас» на поверхности торфяной залежи. Мертвые остатки растений накапливаются на «каркасе» из корней и образуют опад, или «настил». Разложение ежегодно поступающих растительных остатков происходит в течение длительного времени, поэтому на поверхности почвы всегда есть слой растительных веществ, находящихся на различных стадиях разложения [13]. В результате процессов поступления и трансформации опада формируется органогенный горизонт.

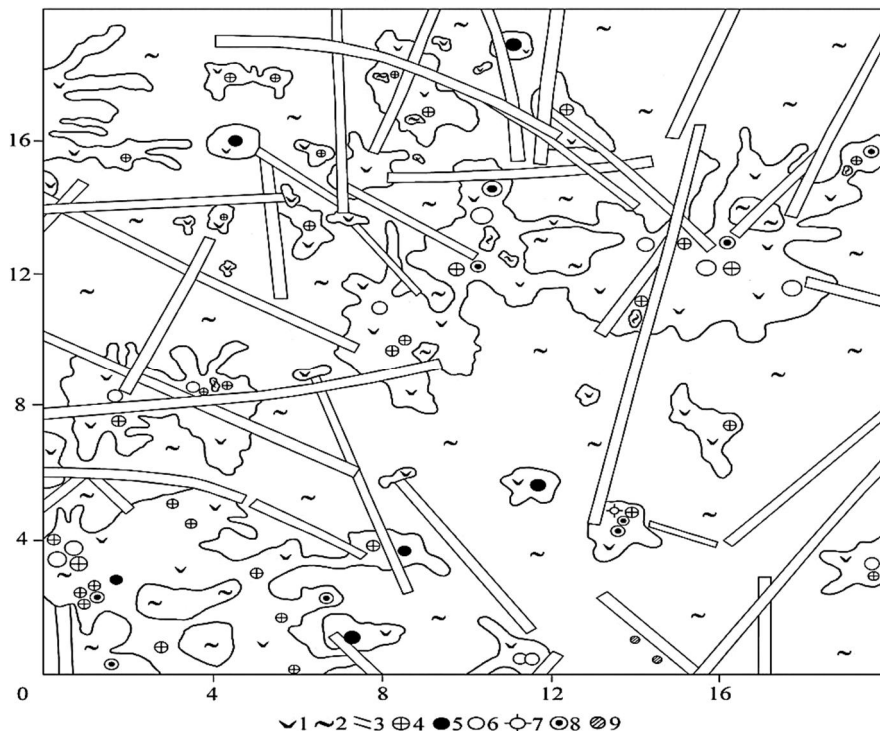


Рисунок – Фрагмент горизонтальной структуры ельника высокотравного на низинном болоте. Памятник природы «Болото Рыжуха». Неруссо-Деснянское полесье. Условные обозначения: 1 – пристоволовые и прикорневые повышения – «островки», 2 – переувлажненные участки почвы, 3 – валеж, 4 – основания стволов ели обыкновенной, 5 – основания стволов ольхи черной, 6 – основания стволов березы пушистой, 7 – сухостой, 8 – пни, 9 – осоковые кочки. Площадь – 400 м². По горизонтали и вертикали – метры.

Внутрипарцеллярную мозаичность формируют следующие типы микросайтов: 1) переувлажненные торфяные почвы; 2) вывальные ямы; 3) разлагающийся валеж; 4) осоковые кочки; 5) пристоволовые повышения деревьев. Микросайты образуют вложенные мозаики. Видовое разнообразие высокотравных ельников на низинных болотах поддерживается благодаря гетерогенности их пространственной структуры.

В ассоциации отмечены редкие виды сосудистых растений. В Красную книгу РФ занесен *Cypripedium calceolus* L., в Брянской области охраняются *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz и *Listera ovata* (L.) R. Br. [6]. *Ligularia sibirica* – редкое растение Брянской области.

Видовая насыщенность на 100 м² составляет 48-56 видов, включая сосудистые растения и мохообразные.

Экология. Сообщества распространены на слабокислых (5,7), на хорошо увлажненных (7,5), на умеренно богатых азотом (4,8) почвах.

Ассоциация *Cirsio oleracei* – *Piceetum abietis* ass. nov. hoc loco

Номера описаний	1	2*	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Кп
Древесный ярус, h/м	20	22	22	19	20	22	19	21	22	21	19	
Сомкнутость яруса А	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	0,55	0,7	0,6	0,7	0,6	0,75	
Сомкнутость яруса В	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4	0,65	
Покрытие яруса С, %	60	70	50	70	80	70	60	65	65	65	55	
Покрытие яруса D, %	65	75	70	78	70	78	67	80	72	75	79	
Число видов	48	53	52	49	50	52	52	53	48	54	46	
Влажность почвы	7,5	7,8	7,5	7,7	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6	7,6	7,4	
Кислотность почвы	5,4	5,4	5,2	5,6	5,9	5,5	5,5	5,7	6,0	5,8	5,8	
Обеспеченность азотом	4,6	4,7	4,6	4,7	4,9	4,7	4,9	5,2	5,1	5,0	4,9	

Д.в. ассоциации <i>Cirsium oleraceum</i> – <i>Piceetum abietis</i>												
<i>Picea abies</i> A	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	V ³	
<i>Picea abies</i> B	3	4	4	3	2	1	2	4	3	3	V ³	
<i>Picea abies</i> C	+	+	1	+	1	+	1	+	+	+	V ⁺	
<i>Climacium dendroides</i>	3	3	2	4	4	4	3	2	3	4	V ³	
<i>Cirsium oleraceum</i>	1	2	1	2	1	1	+	1	2	2	V ¹	
<i>Galium rivale</i>	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	IV ⁺	
<i>Pleurozium schreberi</i>	1	1	2	·	·	·	2	1	·	·	III ¹	
<i>Riccardia pinguis</i>	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	V ¹	
Д.в. союза <i>Piceion excelsae</i> , порядка <i>Piceetalia excelsae</i> , класса <i>Vaccinio-Piceetea</i>												
<i>Frangula alnus</i> B	3	2	2	2	3	3	2	·	1	1	V ²	
<i>Hylocomium splendens</i>	2	1	1	1	2	1	1	2	3	·	V ¹⁻²	
<i>Maianthemum bifolium</i>	+	+	1	+	+	+	+	·	+	+	V ⁺	
<i>Orthilia secunda</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	V ⁺	
<i>Trientalis europaea</i>	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	IV ⁺	
<i>Pyrola rotundifolia</i>	+	1	+	+	+	+	1	·	·	·	IV ⁺	
<i>Sorbus aucuparia</i> B	+	+	+	·	·	+	·	+	+	·	IV ⁺	
<i>Dicranum scoparium</i>	1	·	1	·	·	·	·	·	·	·	I ¹	
<i>Rhodobryum roseum</i>	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	I ¹	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	I ⁺	
Д.в. порядка <i>Fagetalia sylvaticae</i> и класса <i>Quercio-Fagetea</i>												
<i>Festuca gigantea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V ⁺	
<i>Paris quadrifolia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V ⁺	
<i>Quercus robur</i> C	+	+	+	+	+	+	r	1	+	+	r	
<i>Corylus avellana</i> C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	r	
<i>Viburnum opulus</i> C	+	+	+	+	1	+	+	·	+	+	+	
<i>Acer platanoides</i> B	·	+	+	·	·	·	+	+	·	+	+	
<i>Convallaria majalis</i>	+	+	+	·	1	·	·	·	+	·	·	
<i>Acer platanoides</i> C	+	+	+	·	·	·	·	·	r	r	r	
<i>Aegopodium podagraria</i>	·	·	·	1	·	+	·	·	·	+	+	
<i>Geranium robertianum</i>	·	·	·	·	·	·	·	1	+	+	·	
<i>Asarum europaeum</i>	·	·	·	·	3	·	·	·	·	·	+	
<i>Corylus avellana</i> B	·	·	·	·	·	·	·	+	+	·	·	
<i>Quercus robur</i> B	·	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	
<i>Epipactis helleborine</i>	·	·	·	·	·	·	·	·	r	·	·	
<i>Tilia cordata</i> C	·	·	·	·	·	·	·	r	·	·	·	
Д.в. союза <i>Alnion glutinosae</i> , порядка <i>Alnetalia glutinosae</i> , класса <i>Alnetea glutinosae</i>												
<i>Betula pubescens</i> A	3	4	3	2	2	2	2	2	2	3	2	
<i>Thelypteris palustris</i>	1	1	1	+	2	1	+	+	1	+	+	
<i>Carex cespitosa</i>	+	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Alnus glutinosa</i> C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Solanum dulcamara</i>	·	+	+	1	+	+	+	1	1	+	+	
<i>Scutellaria galericulata</i>	+	+	+	+	·	+	+	·	+	+	+	
<i>Alnus glutinosa</i> B	+	+	+	·	·	+	1	+	·	1	·	
<i>Alnus glutinosa</i> A	2	+	1	·	·	·	·	3	+	·	+	
<i>Caltha palustris</i>	·	·	+	+	r	·	+	+	·	+	·	
<i>Betula pubescens</i> B	·	3	·	·	1	1	·	·	·	·	·	
<i>Betula pubescens</i> C	·	·	·	+	·	·	+	+	·	·	+	
<i>Thyselium palustre</i>	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	r	
Д.в. порядка <i>Salicetalia auritae</i>												
<i>Galium palustre</i>	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	
<i>Equisetum fluviatile</i>	+	+	·	+	+	+	1	r	·	·	+	
<i>Lycopus europaeus</i>	+	+	·	1	+	r	r	·	+	+	·	
<i>Salix cinerea</i> C	·	+	·	+	+	+	+	·	·	·	·	
<i>Salix cinerea</i> B	·	+	·	·	·	1	2	·	·	+	·	
<i>Carex acuta</i>	·	·	+	·	+	·	·	·	·	·	·	
Д.в. класса <i>Salicetea purpureae</i>												
<i>Urtica dioica</i>	·	·	·	·	·	·	·	2	+	+	·	
<i>Stachys palustris</i>	·	·	·	+	·	r	·	·	·	·	·	
<i>Humulus lupulus</i>	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	
<i>Mentha arvensis</i>	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	
Прочие виды												
<i>Frangula alnus</i> C	2	2	2	2	1	1	2	+	1	+	1	
<i>Geum rivale</i>	+	1	1	2	2	1	1	+	+	1	+	
<i>Phragmites australis</i>	1	1	+	2	+	2	2	1	+	+	·	
<i>Sorbus aucuparia</i> C	1	1	1	+	+	+	+	·	1	+	+	
<i>Rubus saxatilis</i>	+	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	

<i>Filipendula ulmaria</i>	+	1	+	1	+	+	+	+	+	+	V ⁺
<i>Fraxinus excelsior</i> B	+	+	+	2	2	1	·	+	+	1	V ⁺
<i>Angelica sylvestris</i>	+	+	+	+	1	+	+	1	·	+	V ⁺
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	+	+	1	+	+	·	+	+	1	V ⁺
<i>Crepis paludosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+	V ⁺
<i>Molinia caerulea</i>	+	·	+	+	+	+	2	·	+	+	V ⁺
<i>Fraxinus excelsior</i> C	·	+	+	·	+	+	+	+	+	+	V ⁺
<i>Plagiomnium affine</i>	·	1	·	2	1	·	2	3	2	2	IV ²
<i>Potentilla erecta</i>	+	+	·	+	+	1	1	·	·	·	IV ⁺
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	r	·	+	+	·	+	·	r	·	+	IV ^{r+}
<i>Sphagnum squarrosum</i>	+	+	+	+	·	+	+	1	·	1	IV ⁺
<i>Mnium stellare</i>	·	1	2	·	·	·	1	·	·	1	III ¹
<i>Dryopteris carthusiana</i>	·	+	·	+	+	·	·	+	+	·	III ⁺
<i>Myosotis palustris</i>	·	+	+	+	·	·	·	·	+	r	III ⁺
<i>Agrostis stolonifera</i>	·	·	·	2	·	+	+	+	·	+	III ⁺
<i>Ligularia sibirica</i>	·	+	·	·	·	r	+	·	+	+	III ⁺
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	+	·	+	·	+	·	·	+	·	+	III ⁺
<i>Pseudobryum cinclidioides</i>	2	2	2	·	·	·	·	·	·	·	II ²
<i>Sphagnum palustre</i>	+	1	1	·	·	·	·	·	·	·	II ¹
<i>Drepanocladus aduncus</i>	1	1	·	1	·	·	·	·	·	·	II ¹
<i>Impatiens noli-tangere</i>	·	·	·	·	·	·	·	2	+	+	II ¹
<i>Eupatorium cannabinum</i>	·	+	·	·	·	·	1	+	+	·	II ⁺
<i>Carex appropinquata</i>	·	·	·	·	+	·	·	+	+	+	II ⁺
<i>Cypripedium calceolus</i>	+	·	+	+	·	·	·	·	·	+	II ⁺
<i>Glechoma hederacea</i>	·	·	·	·	+	+	+	·	·	+	II ⁺
<i>Lythrum salicaria</i>	+	·	·	·	+	·	+	·	·	+	II ⁺
<i>Epilobium palustre</i>	·	+	·	·	·	r	·	·	·	+	II ⁺
<i>Polygonum bistorta</i>	+	·	·	·	·	r	+	+	·	·	II ⁺
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	II ⁺
<i>Ranunculus repens</i>	·	+	+	·	·	·	·	·	·	+	II ⁺
<i>Carduus crispus</i>	+	·	·	·	·	r	+	·	·	·	II ⁺
<i>Veronica longifolia</i>	·	·	·	r	+	·	·	·	·	+	II ⁺
<i>Rhizomnium punctatum</i>	+	+	·	·	·	·	+	·	·	+	II ⁺
<i>Fraxinus excelsior</i> A	·	·	·	·	3	·	·	·	·	·	I ³
<i>Aulacomnium palustre</i>	·	·	·	·	·	2	2	·	·	·	I ²
<i>Helodium blandowii</i>	·	·	·	·	·	·	·	1	2	·	I ¹⁻²
<i>Plagiomnium undulatum</i>	·	·	·	·	+	·	·	·	·	1	I ⁺⁻¹
<i>Veratrum lobelianum</i>	·	·	·	·	·	+	1	·	·	·	I ⁺⁻¹
<i>Luzula pilosa</i>	·	·	·	·	·	·	·	+	·	+	I ⁺
<i>Polemonium caeruleum</i>	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	I ⁺
<i>Succisa pratensis</i>	·	·	·	·	+	+	·	·	·	·	I ⁺
<i>Vicia sylvatica</i>	·	·	·	·	·	r	+	·	·	·	I ⁺⁻
<i>Pinus sylvestris</i> C	·	·	r	·	·	·	r	·	·	·	I ^r
<i>Sium latifolium</i>	·	·	·	·	·	·	·	r	·	r	I ^r

Единично встречены: *Carex loliacea* (1,+), *Stellaria longifolia* (2,+), *Warnstorfia fluitans* (3,1), *Chrysosplenium alternifolium* (3,+), *Listera ovata* (3, r), *Thuidium philibertii* (3, r), *Sphagnum riparium* (3, r), *Chiloscyphus pallescens* (4, 1), *Plagiomnium ellipticum* (5,2), *Ribes aureum* (5,r), *Melampyrum nemorosum* (6,+), *Thalictrum aquilegifolium* (6,r), *Marchantia polymorpha* (6,r), *Plagiomnium medium* (8,1), *Cardamine amara* (8,+), *Carex aquatilis* (8,+), *Circaea alpina* (8,+), *Rubus idaeus* (8,+), *Padus avium* (9,+), *Valeriana officinalis* (9,r), *Swida sanguinea* (10,+), *Fissidens taxifolius* (10, r), *Marchantia polymorpha* (10, r), *Ficaria verna* (11, r), *Sphagnum cuspidatum* (11, r).

Пункт описаний. Брянская область, Навлинский р-н, памятник природы «Болото Рыжуха».

*— номенклатурный тип (holotypus) – описание 2.

Авторы описаний – М.В. Харлампиева, О.И. Евстигнеев, Л.Н. Анищенко

Selected and described the new plant association the tall grass spruce forest tracts «Wetland rygucha» (Nerusso-Desniansko Polessie). Alpha diversity - 48-57 species, a well-developed mosaic and parcel structure, which develop and maintain high stability and species diversity. In the association noted 5 rare species of vascular flora and 3 species of bryophytes.

The key words: the tall grass fir-groves, vegetable fssociation, spatial structure, heterogeneity, Nerusso -Desniansko Polesie

Список литературы

- 1 Василевич В.И. Травяные ельники Европейской России // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 1. С. 13-27.
- 2 Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Браславская Т.Ю. и др. Высокотравные таежные леса восточной части Европейской России // Растительность России. 2009. № 15. С. 3-26.
- 3 Зыков И.В. Факторы высокотравья в горных ландшафтах // Бот. журн. 1956. Т. 41. № 8. С. 1208-1212.
- 4 Игнатов М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А. Список мхов Восточной Европы и Северной

Азии (The check-list of mosses of East Europe and North Asia) // *Arctoa*. 2006. Т.15. С: 1-130.

5 Константинова Н.А., Потемкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печеночников и антоцеротовых территории бывшего СССР (The check-list of Hepaticae and Anthocerotae of the territory of the former USSR) // *Arctoa*. 1992. Т. 1 (1-2). С. 87-127.

6 Красная книга Брянской области. Брянск, 2004. 272 с.

7 Миркин Б.М., Розенберг Л.Г., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., 1989. 224 с.

8 Пьявченко Н.И. Лесное болотоведение. М., 1963. 192 с.

9 Пьявченко Н.И. Сибирева З.А. Некоторые результаты стационарного изучения взаимоотношения леса и болота в подзоне средней тайги // Тр. Ин-та леса и древесины АН СССР, 1962. Т. 53. С. 174-203.

10 Растительность европейской части СССР. Л., 1980. 431 с.

11 Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Биоразнообразие и сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Успехи совр. биол. 2006. Том 126. № 1. С. 27-49.

12 Смирнова О.В., Коротков В.Н. Старовозрастные леса Пяозерского лесхоза северо-западной Карелии // Бот. журн. 2001. Т. 86. № 1. С. 98-109.

13 Частухин В.Я., Николаевская М.А. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе. Л., 1969. 326 с.

14 Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.

15 Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3Aufl.-Wien- New York, 1964. 865s

16 Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D, 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. Vol. 18. 2. Auflage. 258 S.

17 Weber H.E., Moravec J., Theourillat D.-P. International Code of Phytosociological nomenclature. 3rd additional // Journal of Vegetation Science. Vol. 11. №5. 2000. P. 739-768.

Об авторах

Харлампиева М.В. – аспирант кафедры экологии и рационального природопользования, Брянский государственный университет, eco_egf@mail.ru

УДК 631.58

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

А.М. Хлопяников, В.Н. Наумкин, Г.В. Хлопяникова, А.Н. Крюков

Расчеты биоэнергетической эффективности позволяют наиболее эффективно оценить изучаемые агротехнические приемы возделывания кукурузы на зерно и определить возможность сокращения энергетических затрат.

Ключевые слова: кукуруза, биомасса, зерно, продуктивность, урожайность, биоэнергетическая эффективность, предприятия.

Сравнение урожайности зерна кукурузы, полученного с единицы площади, не обеспечивает полного и четкого представления о преимуществе взятых на изучение одних агротехнических приемов возделывания над другими. Поэтому для внедрения в производство новых агроприемов возделывания кукурузы необходимо проводить не только экономическую, но и биоэнергетическую оценку. Так, как применяемые методы оценки производства полевых культур, в том числе и кукурузы по экономическим показателям: производственным затратам, себестоимости, прибыли, имеют существенные колебания и ее всегда объективно оценивают эффективность существующих и новых агроприемов внедряемых в современное производства в сельскохозяйственных предприятиях. [1]

Важным показателем, позволяющим более эффективно определить эффективность взятых на изучение приемов возделывания кукурузы - оценка их по биоэнергетическим показателям, которые являются объективными и не зависят от конъюнктуры рынка. Биоэнергетическая оценка наряду с экономической и агротехнической позволяют обосновать потребности в трудо-энергоресурсах, применении эффективных агроприемов и современной высокопроизводительной техники, высокопродуктивных и практичных сортов и гибридов, выявить резервы экономии минеральных удобрений, средств защиты растений, топлива и энергии.

Получение высоких урожаев зерна кукурузы при минимальных производственных затратах, на единицу площади – важнейшая задача современного аграрного производства. Увеличение выхода продукции, повышение ее качества связано с дополнительными вложениями энергии, труда и средств, поэтому при внедрении новых агротехнических приемов возделывания кукурузы выбор наиболее опти-

мальных, малозатратных вариантов обеспечивает значительный экономический эффект. [2]

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что возделывание кукурузы на зерно с применением повышенной дозы минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$ приводит к значительному увеличению производственных затрат. В среднем за три года исследований они составили 27337,2 руб./га по вспашке и 25959,7 руб./га по безотвалному рыхлению или в 2,7 и 2,5 раз превысила контрольный вариант. В сложившихся производственных и экономических условиях основная доля более 68% общих затрат на производство зерна кукурузы приходилась на минеральные удобрения, горюче-смазочные материалы, что и повышало значительный рост затрат. Остальная доля 32% производственных затрат приходилась на приемы обработки почвы и регуляторы роста растений (табл. 1).

Таблица 1

Экономическая эффективность возделывания кукурузы в зависимости от приемов основной обработки почвы, минеральных удобрений и регуляторов роста (2006-2012 гг.)

Доза удобрений	Регуляторы роста растений	Вспашка 25-27 см						Безотвальная обработка 25-27 см					
		урожайность зерна т/га	стоимость продукции с 1 га руб.	производственные затраты на 1 га руб.	прибыль на 1 га руб.	себестоимость 1 т зерна руб.	рентабельность %	урожайность зерна т/га	стоимость продукции с 1 га руб.	производственные затраты на 1 га руб.	прибыль на 1 га руб.	себестоимость 1 т зерна руб.	рентабельность %
Контроль (без удобрений)	контроль	4,48	26880,0	10837,2	16042,8	2419,0	148,0	4,47	26802,0	9459,7	17342,3	2117,7	183,3
	Агростим У	4,69	28121,0	10937,2	17183,8	2333,6	157,1	4,68	28105,7	9559,7	18546,0	2040,8	194,0
	Гумат К	4,74	28446,0	11287,2	17158,8	2380,8	152,0	4,73	28391,3	9909,7	18481,6	2094,2	186,5
	Биосил	4,77	28633,9	10937,2	17696,7	2291,8	161,8	4,76	28571,6	9559,7	19011,9	2007,5	198,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	контроль	6,38	38306,0	16087,2	22218,8	2519,8	138,1	6,52	39118,0	14709,7	24408,3	2256,2	165,9
	Агростим У	6,73	40396,6	16097,2	24299,3	2390,9	151,0	6,88	41254,8	14719,7	26535,1	2140,8	180,3
	Гумат К	6,94	41644,1	16132,2	25511,8	2324,3	158,1	7,10	42603,5	14754,7	27848,8	2078,0	188,7
	Биосил	6,99	41926,5	16097,2	25829,3	2303,6	160,5	7,13	42801,1	14719,7	28081,3	2063,5	190,8
$N_{90}P_{90}K_{90}$	контроль	7,64	45838,0	21712,2	24125,8	2842,0	111,1	7,39	44314,0	20334,7	23979,3	2753,3	117,9
	Агростим У	8,06	48384,5	21722,2	26662,3	2693,7	122,7	7,79	46742,8	20344,7	26398,1	2611,5	129,8
	Гумат К	8,42	50513,9	21757,2	28756,6	2584,3	132,2	8,08	48480,2	20379,7	28100,5	2522,2	137,9
	Биосил	8,46	50742,7	21722,2	29020,5	2568,5	133,6	8,15	48876,2	20344,7	28531,5	2497,5	140,2
$N_{120}P_{120}K_{120}$	контроль	7,67	45998,0	27337,2	18660,8	3565,9	68,3	7,64	45820,0	25959,7	19860,3	3399,4	76,5
	Агростим У	8,12	48713,8	27347,2	21366,5	3368,3	78,1	8,08	48467,6	25969,7	22497,9	3214,9	86,6
	Гумат К	8,49	50955,4	27382,2	23573,2	3224,3	86,1	8,45	50687,4	26004,7	24682,7	3078,2	94,9
	Биосил	8,57	51427,8	27347,2	24080,5	3190,6	88,1	8,51	51070,1	25969,7	25100,4	3051,1	96,7

Применение минеральных удобрений и их сочетание с регуляторами роста приводило к значительному увеличению урожайности зерна кукурузы и улучшило качество зерна, что способствовало повышению стоимости валовой продукции, как по традиционной вспашке, так и по безотвалному рыхлению. Полученные расчеты показали, что на этих вариантах стоимость валовой продукции превышала темпы увеличения производственных затрат, что в итоге приводило к получению более высокой прибыли. Она составила на контроле 16042,8 руб./га по вспашке и 17342,3 руб./га по безотвалному рыхлению, тогда как на вариантах с применением минеральных удобрений и их сочетании с регуляторами роста растений до 22218,2 и 29020,5 руб./га по вспашке и 24408,3 и 28531,5 руб./га по безотвалному рыхлению.

Наибольшая прибыль 28756,6-29020,5 руб./га получена на вариантах по вспашке и 28100,5 и 28531,5 руб./га по безотвалному рыхлению получена на вариантах с внесением минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ и регуляторов роста Гумата К и Биосила. На вариантах с применением минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ и регуляторов роста Гумат К и Биосил урожайность зерна 8,12-8,57 т/га оставалась на том же уровне, но значительно увеличивались затраты на производство единицы продукции и себестоимость, что в итоге приводило к снижению полученной прибыли и особенно рентабельности производства которая составила 137,5-150,7% по вспашке и 148,8-162,2% по безотвалному

му рыхлению, что в 1,4 и 1,3 раза ниже, чем с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ и регуляторов роста растений.

Таким образом в результате проведенного экономического анализа результатов полевых опытов можно констатировать, что замена вспашки безотвальным рыхлением почвы, несколько снижало производственные затраты но существенно не приводила к снижению урожайности и качества зерна кукурузы, показаниям стоимости и прибыли валовой продукции.

Высокие дозы минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{120}$ приводили к снижению этих показателей на обоих приемах основной обработки почвы. Самая высокая прибыль на 1 рубль затрат получена на вариантах с внесением минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ в чистом виде и их совместном применении с регуляторами роста растений Гуматом К и Биосилом, как по вспашке так и по безотвальному рыхлению.

В развитии современного растениеводства ЦЧР в условиях дефицита финансовых и материальных ресурсов предстоит решать важнейшие проблемы повышение урожайности и качества продукции, снижение затрат на ее производство, экономии расходных материалов, а также обеспечение восстановления и сохранения почвенного плодородия, и окружающей природной среды.

Важная роль в решении этих проблем отводится совершенствованию всех необходимых технологических процессов в направлении ресурсосбережения. При этом основная ориентация должна быть направлена на эффективное применение и минеральных удобрений и средств защиты растений, что способствует снижению энергозатрат на продукцию, стабилизации экологической среды.

Энергетические затраты на производство продукции являются наиболее объективным биоэнергетическим показателем агротехнологических приемов и агротехнологий в целом. Знание его структуры позволяет находить пути снижения затрат ресурсов, в том числе и на производство удобрений, их транспортировку, создание машин и оборудования для внесения их в почву и ее обработку, поэтому важно разработать энергосберегающие агротехнические приемы, при которых меньше затрачивается энергии на производство продукции. Все это требует объективной оценки биоэнергетической эффективности агроприемов в агротехнологиях возделывания кукурузы на зерно.

Поэтому с целью изучения сравнительной биоэнергетической эффективности применения минеральных удобрений и регуляторов роста растений, на различных приемах основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно нами проведен анализ энергетической оценки их применения. Расчет энергозатрат и выход энергии с урожаем проводили по методике Волгоградского СХИ [3].

Известно, что на производство продукции расходуется не только энергия солнечной радиации, потребляемая растениями в процессе фотосинтеза, но и антропогенная энергия, затраченная на возделывание кукурузы, включая совокупные энергозатраты на выращивание урожая и его уборку. Сопоставление перечисленных показателей дает возможность судить об энергетических затратах на единицу получаемой продукции.

Наши расчеты показали, что изучаемые дозы удобрений в сочетании с регуляторами роста растений при разных приемах основной обработки почвы под кукурузу существенно различались по энергетической ценности урожая зерна и затратам энергетических ресурсов на его производство.

Наиболее высокая ценность урожая зерна кукурузы по обменной энергии получена на вариантах полевого опыта включающих внесение удобрений с нормами $N_{90} P_{90} K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$ в сочетании с регуляторами роста на обоих фонах основной обработки почвы, которая составила по вспашке 112,7-118,3 ГДж/га и 113,5-119,8 ГДж/га, 108,9-113,9 ГДж/га и по безотвальному рыхлению 113,0-119,0 ГДж/га (табл. 2)

Таблица 2

Биоэнергетическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста растений при разных приемах основной обработки почвы, (2006-2012 гг.)

Доза удобрения	Регуляторы роста растений	Вспашка 25-27 см					Безотвальная обработка 25-27 см				
		Урожайность зерна, т/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Затрачено энергии на производство урожая, ГДж/га	"Нетто" энергия, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент	Урожайность зерна т/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Затрачено энергии на производство урожая, ГДж/га	"Нетто" энергия, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент
Контроль (без удобрений)	контроль	4,48	62,6	21,5	41,1	2,91	4,47	62,3	20,9	41,4	2,98
	Агростим у	4,69	65,5	21,7	43,9	3,02	4,68	65,4	21,1	44,3	3,09
	Гумат К	4,74	66,3	22,0	44,3	3,01	4,73	66,0	21,4	44,6	3,08
	Биосил	4,77	66,7	21,6	45,1	3,09	4,76	66,5	21,0	45,5	3,17
$N_{60}P_{60}K_{60}$	контроль	6,38	89,2	35,4	53,8	2,52	6,52	91,1	34,0	57,1	2,68
	Агростим у	6,73	94,1	35,6	58,5	2,64	6,88	96,2	34,2	62,0	2,81
	Гумат К	6,94	97,0	35,9	61,1	2,07	7,10	99,3	34,5	64,8	2,88
	Биосил	6,99	97,7	35,5	62,2	2,75	7,13	99,7	34,1	65,6	2,92
$N_{90}P_{90}K_{90}$	контроль	7,64	106,8	39,6	67,2	2,70	7,39	103,3	38,2	65,1	2,70
	Агростим у	8,06	112,7	39,8	72,9	2,83	7,79	108,9	38,4	70,5	2,84
	Гумат К	8,42	117,7	40,0	77,7	2,94	8,08	113,0	38,7	74,3	2,92

	Биосил	8,46	118,3	39,7	78,6	2,96	8,15	113,9	38,3	75,6	2,97
	контроль	7,67	107,2	43,7	63,5	2,45	7,64	108,8	42,3	64,5	2,52
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Агростим у	8,12	113,5	43,9	69,6	2,59	8,08	113,0	42,5	70,5	2,66
	Гумат К	8,49	118,7	44,1	74,6	2,69	8,45	118,1	42,7	75,4	2,76
	Биосил	8,57	119,8	43,8	76,0	2,74	8,51	119,0	42,4	76,6	2,81

Накопленная в урожае зерна кукуруза энергия существенно снижалась на обоих приемах основной обработки почвы при уменьшении дозы внесения минеральных удобрений до N₆₀P₆₀K₆₀ и составила на контрольном варианте по вспашке 89,2 ГДж/га, безотвальной обработке 91,1 ГДж/га. Еще ниже она была на контрольных вариантах без внесения минеральных удобрений и регуляторов роста по вспашке 62,6 ГДж/га и по безотвальному рыхлению 62,3 ГДж/га.

Полученные данные по затратам энергии на производство зерна кукурузы свидетельствует о том, что за счет внесения минеральных удобрений и регуляторов роста, увеличение количества операций возрастали и затраты энергии по вспашке до 35,4-44,1 ГДж/га и по безотвальной обработке 34,0-42,7 ГДж/га.

Наименее энергоемкими были варианты без внесения минеральных удобрений (контрольные варианты) – по вспашке 21,5 ГДж/га и по безотвальной обработке 20,9 ГДж/га.

Оценивая эффективность вариантов, возделывания кукурузы на зерно по энергетическим коэффициентам следует отметить, что они наиболее высокими были на вариантах с внесением N₉₀P₉₀K₉₀ в сочетании с регуляторами роста и составили по вспашке 2,83-2,96 и по безотвальному рыхлению 2,84-2,97.

Внесение минеральных удобрений в дозах N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ и N₉₀P₉₀K₉₀ и без регуляторов роста снижало энергетический коэффициент по вспашке до 2,45 и 2,70 и по безотвальному рыхлению до 2,52 и 2,70

Высокий биоэнергетический коэффициент обеспечивали варианты опыта без внесения минеральных удобрений с использованием регуляторов роста 3,01-3,09 единиц.

В структуре затрат в технологиях с внесением минеральных удобрений и регуляторов роста наибольшую долю занимали минеральные удобрения, топливо, машины и оборудования, а наименьшую регуляторы роста, живой труд и семена. В технологиях без внесения минеральных удобрений наибольшую долю занимали топливо, машины и оборудования, а наименьшую регуляторы роста, живой труд и семена.

Таким образом, по биоэнергетической эффективности в наших опытах выделились варианты с внесением минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀ совместно с опрыскиванием растений Гуматом К и Биосилом. Они позволили получить чистую энергетическую прибыль по вспашке в размере 77,7 и 78,6 ГДж/га и по безотвальной обработке 74,3 и 75,6 ГДж/га при довольно высоких биоэнергетических коэффициентах 2,94-2,96 и 2,92-2,97. При этом на единицу затраченной энергии по вспашке 40,0 и 39,7 ГДж/га и по безотвальной обработке 38,7 и 38,3 ГДж/га производится наибольшее количество энергии в урожае 117,7 и 118,3 ГДж/га и 113,0 и 113,9 ГДж/га соответственно.

Расчеты биоэнергетической эффективности, так же позволяют наиболее эффективно оценить изучаемые агротехнические приемы возделывания кукурузы на зерно и определить возможность сокращения энергетических затрат. Энерго и ресурсосберегающие приемы возделывания кукурузы на зерно могут быть разработаны на основе экономии горючего, минеральных удобрений, снижение расходов на обработку почвы и в борьбе с сорными растениями.

The calculations of bioenergetic efficiency allow to evaluate the examined agronomic practices of cultivating maize into grain more useful and to define a possibility of cutting energetic expenses.

The key words: maize, biomass, grain, productivity, crop yield, bioenergetic efficiency, enterprise.

Список литературы

1. Наумкин В.Н. Направление биологизации земледелия в Центральном регионе / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Земледелие. 2010. № 4. С. 5-7.
2. Эколого-биологические аспекты адаптивности ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур в условиях / ЦР В.Н. Наумкин, В.А. Стебаков, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. 2011. №4. С. 42-43.
3. Коринец В.В., Козловцев А.Ф. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. Волгоград: ВСХИ. 1985-32 с.

Об авторах

Хлопяников А.М. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, khlopyanikov@mail.ru

Наумкин В.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина», info@bsaa.edu.ru

Хлопяникова Г.В. – кандидат экономических наук, доцент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, khlopyanikova@mail.ru

Крюков А.Н. – ассистент, ФГБОУ ВПО «Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина», info@bsaa.edu.ru

УДК 591.3:636.5+636.58

ДИНАМИКА АБСОЛЮТНОЙ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ МАСС ЛИМФОИДНОГО ДИВЕРТИКУЛА БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ROSS-308» С 1 ПО 40 СУТКИ

О.Н. Чиграй, Е.В. Зайцева

Мало работ, посвящено изучению структуры лимфоидного дивертикула. Лимфоидный дивертикул продуцирует лимфоидные клетки и является у кур периферическим органом иммунной системы. Целью явилось изучение постинкубационного морфогенеза лимфоидного дивертикула.

Ключевые слова: кросс «ROSS-308», лимфоидный дивертикул, абсолютная и относительная масса лимфоидного дивертикула, иммуномодулятор «Фоспренил».

Актуальность темы. Очень мало работ, посвящено изучению структуры лимфоидного дивертикула, так как он впервые привлек внимание ученых только в 1984 году после открытия американским исследователем И. Олахом и Б. Гликом его функций. Если до этого считали, что дивертикул, является рудиментом желточного мешка и выполняет только трофическую функцию. После выхода в свет работ И. Олаха и Б. Глика, стало известно, что лимфоидный дивертикул продуцирует лимфоидные клетки и является у кур периферическим органом иммунной системы (Зайцева, 2009; Харлан, 2011).

Цель и задачи исследования. Целью работы явилось изучение постинкубационного морфогенеза лимфоидного дивертикула цыплят-бройлеров кросса «ROSS-308».

Были определены **задачи:**

1. Проследить динамику абсолютной и относительной массы лимфоидного дивертикула бройлеров в возрастном аспекте при применении «Фоспренила».

2. Изучить изменения абсолютной и относительной длины, ширины лимфоидного дивертикула у бройлеров в контрольной и опытной группах при введении в рацион иммуномодулятора «Фоспренил».

Абсолютную массу лимфоидного дивертикула определяли сразу же после вскрытия, так как по данным Г.А. Меркулова (1969) и R. Kanerva (1983) фиксация вызывает значительные изменения массы нормальных органов.

Взвешивание производили на электрических весах ВЛКТ-500М. На основании полученных результатов вычисляли относительную массу лимфоидного дивертикула в процентах от общей массы птицы.

Определялись линейные размеры лимфоидного дивертикула. Длину и ширину органа измеряли при помощи штангенциркуля и линейки с ценой деления 1 мм. На основании полученных результатов вычисляли относительную длину и ширину лимфоидного дивертикула в процентах от длины туловища птицы без шеи и ширины таза в маклаках.

В ходе исследования, по изучению влияния иммуномодулятора «Фоспренил» на развитие бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки, были оценены изменения основных морфологических показателей лимфоидного дивертикула, таких как абсолютная и относительная масса, длина и ширина данного органа иммунной системы в контрольной и опытной группах (таблица 1-3). В таблице 1 представлены изменения абсолютной и относительной массы лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки в контрольной группе и в опытной группе, при введении в рацион питания птиц иммуномодулятора «Фоспренил».

Таблица 1.

Абсолютная и относительная масса лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки в контрольной и опытной группах

Возраст	Контрольная группа		Опытная группа	
	Абсолютная масса, г	Относительная масса, %	Абсолютная масса, г	Относительная масса, %
1 сутки	4,48±0,02	11,65	—	—
5 сутки	1,50±0,14***	2,02	1,46±0,09	1,97
10 сутки	0,45±0,04***	0,38	0,45±0,03***	0,40
15 сутки	0,56±0,03	0,26	0,53±0,03	0,24
20 сутки	0,50±0,02	0,15	0,51±0,02	0,16
25 сутки	0,61±0,01**	0,11	0,58±0,03	0,09
30 сутки	0,46±0,01***	0,06	0,42±0,03***	0,05
35 сутки	0,41±0,03	0,04	0,41±0,02	0,03
40 сутки	0,27±0,02**	0,02	0,29±0,01***	0,02

Примечание: *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$ - по отношению к предыдущему исследуемому возрасту; Δ - статистически значимое различие результатов опытной группы по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0,05$).

В опытной группе абсолютная масса лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS - 308», на 5 сутки, составляла 1,46±0,09 г, что на 0,04 г меньше, чем в контрольной группе. К началу ростового периода, на 10 сутки масса лимфоидного дивертикула уменьшилась в 3,2 раза и составила 0,45±0,03 г, на 15 сутки она составила 0,53±0,03 г. На 20 сутки масса лимфоидного дивертикула в опытной группе составляла

в среднем $0,51 \pm 0,02$ г, к 25 суткам она увеличилась на $0,08$ г, по сравнению с предыдущим исследуемым возрастом, и составила $0,58 \pm 0,03$ г. К началу периода развития, на 30 сутки, масса лимфоидного дивертикула составила $0,42 \pm 0,03$ г, что на $0,03$ меньше, чем в аналогичном возрасте в контрольной группе. К 35 суткам масса лимфоидного дивертикула уменьшилась на $0,01$ г, по сравнению с предыдущим исследуемым возрастом в данной группе, и составила $0,41 \pm 0,02$ г. К концу периода развития, на 40 сутки, абсолютная масса лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», в опытной группе составила $0,29 \pm 0,01$ г, что на $0,02$ г больше, чем в аналогичном возрасте в контрольной группе.

Как видно из таблицы 1, в контрольной группе относительная масса лимфоидного дивертикула, в начале стартового периода, на 1 сутки составляла $11,65\%$, к 5 суткам она уменьшилась в $5,76$ раз и составила $2,02\%$, в опытной группе относительная масса на 5 сутки составила $1,97\%$. К началу ростового периода, на 10 сутки, в контрольной группе относительная масса лимфоидного дивертикула составила $0,38\%$, в опытной группе – $0,40\%$. На 15 сутки, в контрольной группе относительная масса органа уменьшилась на $0,12\%$, по отношению к предыдущему исследуемому возрасту и составила $0,26\%$, в опытной группе она уменьшилась на $0,16\%$ и составила $0,24\%$. На 20 сутки относительная масса лимфоидного дивертикула составляла в среднем $0,15\%$, в опытной группе – $0,16\%$, на 25 сутки в контрольной группе – $0,11\%$, в опытной группе – $0,09\%$. К началу периода развития, на 30 сутки, относительная масса лимфоидного дивертикула в контрольной группе составила $0,06\%$, в опытной группе – $0,05\%$. К концу периода развития, на 40 сутки, относительная масса лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», в контрольной и в опытной группе составила $0,02\%$.

В таблице 2 представлены изменения абсолютной и относительной длины лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки в контрольной группе и в опытной группе, при введении в рацион питания птиц иммуномодулятора «Фоспренил».

Таблица 2.

Абсолютная и относительная длина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки в контрольной и опытной группах

Возраст	Контрольная группа		Опытная группа	
	Абсолютная длина, см	Относительная длина, %	Абсолютная длина, см	Относительная длина, %
1 сутки	$0,30 \pm 0,02$	6,37	–	–
5 сутки	$0,44 \pm 0,01^{***}$	7,10	$0,41 \pm 0,03$	6,31
10 сутки	$0,61 \pm 0,04^{**}$	8,03	$0,59 \pm 0,03^*$	8,04
15 сутки	$1,00 \pm 0,06^{***}$	11,03	$1,12 \pm 0,11^{***}$	12,06
20 сутки	$1,11 \pm 0,03$	10,64	$1,14 \pm 0,11$	11,17
25 сутки	$1,23 \pm 0,06$	9,36	$1,30 \pm 0,15$	10,36
30 сутки	$0,99 \pm 0,06^*$	7,48	$1,08 \pm 0,05$	8,32
35 сутки	$0,79 \pm 0,03^*$	5,00	$0,76 \pm 0,02^{***}$	4,69
40 сутки	$0,66 \pm 0,05$	4,07	$0,62 \pm 0,02^{***}$	3,69

Примечание: $***P \leq 0,001$; $**P \leq 0,01$; $*P \leq 0,05$ - по отношению к предыдущему исследуемому возрасту; Δ - статистически значимое различие результатов опытной группы по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0,05$).

Как видно из таблицы 2, в контрольной группе, абсолютная длина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» в начале стартового периода, на 1 сутки, составляла $0,30 \pm 0,02$ см, к 5 суткам она увеличилась на $0,14$ см и составила $0,44 \pm 0,01$ см., а в опытной на 5 сутки, составляла $0,41 \pm 0,03$ см. К началу ростового периода, на 10 сутки, в контрольной группе абсолютная длина лимфоидного дивертикула составила $0,61 \pm 0,04$ см, в опытной группе – $0,59 \pm 0,03$ см. На 15 сутки, в контрольной группе абсолютная длина органа увеличилась и составила $1,00 \pm 0,06$ см., а в опытной группе увеличилась на $0,53$ см и составила $1,12 \pm 0,11$ см. На 20 сутки абсолютная длина лимфоидного дивертикула составляла в среднем $1,11 \pm 0,03$ см, к 25 суткам она увеличилась на $0,12$ см и составила $1,23 \pm 0,06$ см., в опытной группе – на 20 сутки длина лимфоидного дивертикула, в опытной группе, составляла в среднем $1,14 \pm 0,11$ см, к 25 суткам она увеличилась на $0,16$ см и составила $1,30 \pm 0,15$ см. К началу периода развития, на 30 сутки, абсолютная длина лимфоидного дивертикула в контрольной группе наблюдалось уменьшение длины лимфоидного дивертикула на $0,24$ см, по сравнению с предыдущим исследуемым возрастом, и она составила $0,99 \pm 0,06$ см, в опытной группе уменьшилась на $0,22$ см. и составила $1,08 \pm 0,05$ см. На 35 сутки в контрольной группе – $0,79 \pm 0,03$ см., в опытной группе – $0,76 \pm 0,02$ см. К концу периода развития, на 40 сутки, абсолютная длина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», в контрольной группе составила $0,66 \pm 0,05$ см, что в $2,2$ раза больше, чем у суточных птиц, в опытной группе составила $0,62 \pm 0,02$ см, что на $0,04$ см меньше.

Как видно из таблицы 2, в контрольной группе относительная длина лимфоидного дивертикула, в начале стартового периода, на 1 сутки составила $6,37\%$, к 5 суткам она увеличилась на $0,73\%$ и составила $7,10\%$, в опытной группе относительная длина на 5 сутки составила $6,31\%$. К началу ростового периода, на 10 сутки, в контрольной группе относительная длина лимфоидного дивертикула составила $8,03\%$, в опытной группе – $8,04\%$. На 15 сутки, в контрольной группе относительная длина органа увеличилась на 3% , по отношению к предыдущему исследуемому возрасту и составила $11,03\%$, в опытной группе она увеличилась на

4,02% и составила 12,06%. На 20 сутки относительная длина лимфоидного дивертикула составляла в среднем 10,64%, в опытной группе – 11,17%, на 25 сутки в контрольной группе – 9,36%, в опытной группе – 10,36%. К началу периода развития, на 30 сутки, относительная длина лимфоидного дивертикула в контрольной группе составила 7,48%, в опытной группе – 8,32%, на 35 сутки в контрольной группе – 5,00%, в опытной группе – 4,69%. К концу периода развития, на 40 сутки, относительная длина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», в контрольной группе составляла 4,07%, в опытной группе – 3,69%.

В таблице 3 представлены изменения абсолютной и относительной ширины лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки в контрольной группе и в опытной группе, при введении в рацион питания птиц иммуномодулятора «Фоспренил».

Из таблицы 3 видно, что в контрольной группе ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» в начале стартового периода, на 1 сутки, составляла $0,20 \pm 0,01$ см, к 5 суткам она увеличилась на 0,04 см и составила $0,24 \pm 0,01$ см. К началу ростового периода, на 10 сутки ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров составила $0,33 \pm 0,04$ см, к 15 суткам она увеличилась на 0,1 см и составила $0,43 \pm 0,03$ см. На 20 сутки ширина лимфоидного дивертикула уменьшилась на 0,09 см, по сравнению с предыдущим исследуемым возрастом и составляла в среднем $0,34 \pm 0,03$ см, к 25 суткам она увеличилась на 0,17 см и составила $0,51 \pm 0,02$ см. К началу периода развития, на 30 сутки, ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров вновь уменьшилась и составила $0,33 \pm 0,03$ см, к 35 суткам она составила $0,39 \pm 0,03$ см. К концу периода развития, на 40 сутки, ширина лимфоидного дивертикула, у бройлеров кросса «ROSS-308» составила $0,29 \pm 0,01$ см, что на 0,09 см больше, чем у суточных птиц.

Таблица 3.

Абсолютная и относительная ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308» с 1 по 40 сутки в контрольной и опытной группах

Возраст	Контрольная группа		Опытная группа	
	Абсолютная ширина, см	Относительная ширина, %	Абсолютная ширина, см	Относительная ширина, %
1 сутки	$0,20 \pm 0,01$	11,71	–	–
5 сутки	$0,24 \pm 0,01$	7,46	$0,24 \pm 0,02$	7,18
10 сутки	$0,33 \pm 0,04^*$	9,08	$0,35 \pm 0,02^*$	9,36
15 сутки	$0,43 \pm 0,03$	11,29	$0,40 \pm 0,03$	9,94
20 сутки	$0,34 \pm 0,03$	7,14	$0,33 \pm 0,02$	6,84
25 сутки	$0,51 \pm 0,02^{**}$	9,03	$0,43 \pm 0,02^{**\Delta}$	7,46
30 сутки	$0,33 \pm 0,03^{***}$	5,03	$0,31 \pm 0,01^{***}$	4,64
35 сутки	$0,39 \pm 0,03$	5,44	$0,40 \pm 0,03^{**}$	5,83
40 сутки	$0,29 \pm 0,01^*$	3,49	$0,32 \pm 0,01$	3,97

Примечание: *** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; *) $P \leq 0,05$ - по отношению к предыдущему исследуемому возрасту; Δ - статистически значимое различие результатов опытной группы по сравнению с контрольной группой ($p \leq 0,05$).

В опытной группе, ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», на 5 сутки, составляла $0,24 \pm 0,02$ см, что равно данному показателю в контрольной группе. К началу ростового периода, на 10 сутки, ширина лимфоидного дивертикула увеличилась на 0,11 см и составила $0,35 \pm 0,02$ см, к 15 суткам она составила $0,40 \pm 0,03$ см. На 20 сутки ширина лимфоидного дивертикула, в опытной группе, составляла в среднем $0,33 \pm 0,02$ см, на 25 сутки - $0,43 \pm 0,02$ см. К началу периода развития, на 30 сутки, ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров составила $0,31 \pm 0,01$ см, что на 0,02 см меньше, чем в аналогичном возрасте в контрольной группе. К 35 суткам данный показатель увеличился на 0,09 см, по сравнению с предыдущим исследуемым возрастом, и составил $0,40 \pm 0,03$ см. К концу периода развития, на 40 сутки, ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», в опытной группе составила $0,32 \pm 0,01$ см, что на 0,03 см больше, чем в аналогичном возрасте в контрольной группе.

Как видно из таблицы 3, в контрольной группе относительная ширина лимфоидного дивертикула, в начале стартового периода, на 1 сутки составила 11,71 %, к 5 суткам она уменьшилась в 1,57 раз и составила 7,46%, в опытной группе данный показатель на 5 сутки составил 7,18%. К началу ростового периода, на 10 сутки, в контрольной группе относительная ширина лимфоидного дивертикула составила 9,08%, в опытной группе – 9,36%. На 15 сутки, в контрольной группе относительная ширина органа увеличилась на 2,21%, по отношению к предыдущему исследуемому возрасту, и составила 11,29%, в опытной группе она увеличилась на 0,58% и составила 9,94%. На 20 сутки относительная ширина лимфоидного дивертикула уменьшилась на 4,15%, по сравнению с предыдущим исследуемым возрастом, и составила 7,14%, в опытной группе – на 3,1% и составила 6,84%, на 25 сутки в контрольной группе относительная ширина составила 9,03%, в опытной группе – 7,46%. К началу периода развития, на 30 сутки, относительная ширина лимфоидного дивертикула в контрольной группе составила 5,03%, в опытной группе – 4,64%, на 35 сутки в контрольной группе – 5,44%, в опытной группе – 5,83%. К концу периода развития, на 40 сутки, относительная ширина лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS-308», в контрольной группе составила 3,49%, в опытной группе – 3,97%.

ВЫВОДЫ

1. Показатели экстерьера бройлеров кросса «ROSS-308» достоверно увеличивалась с возрастом птиц в контрольной и опытной группах. Статистически достоверных различий между группами не выявлено.

2. Абсолютная масса лимфоидного дивертикула в контрольной и в опытной группах неравномерно уменьшалась к 40 суткам ($P \leq 0,05$).

Длина и ширина лимфоидного дивертикула в обеих группах неравномерно увеличивались с возрастом птицы, максимальные значения показателей отмечались в ростовой период с 15 по 25 сутки. Статистически достоверных различий между контрольной и опытной группой не выявлено.

Little work has been devoted to studying the structure of lymphoid diverticulum. Lymphoid diverticulum produces lymphoid cells and is the chick peripheral organs of the immune system. The aim was to study the morphogenesis of lymphoid diverticulum.

The key words: cross «ROSS-308» lymphoid diverticulum, the absolute and relative weight of lymphoid diverticulum, immunomodulator "Fosprenil."

Список литературы

1. Ильин, П.А. Структурно - функциональное развитие органов и их систем у кур в онтогенезе и в эксперименте / П.А. Ильин, Н.П. Жабин, С.И. Шведов и др. // III съезд АГЭ Российской Федерации: Материалы съезда. Тюмень, 1994. С.87.

2. Зайцева, Е.В. Экологические проблемы морфологии животных / Тельцов Л.П., Зайцева Е.В., Пронин В.В. // Вестник Брянского государственного университета. Серия Точные и естественные науки. 2012. № 4. С. 157-161

3. Харлан, А. Л. Неспецифическая резистентность организма бройлеров кросса «Смена-7» в техногенных условиях ОАО Птицефабрики «Снежка» / Харлан А. Л., Щеглов Н.А, Шелудяков С.А. // Вестник Брянского государственного университета. Серия Точные и естественные науки. 2011. № 4. С. 304-307

4. Харлан, А. Л. Особенности морфологии иммунной системы птиц / Харлан А. Л., Мерзлякова И. А., Чечулина Е. Н., Сердюков К. А., Силенок А. В., Селезнев С. Б., Шелудяков С. А. // Морфология иммунной системы птиц: научное издание / Под ред. д. б. н. Е. В. Зайцевой. Брянск: Ладомир, 2011. С. 5-10

Об авторах

Зайцева Е.В. – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой зоологии и анатомии Брянского государственного университета И.Г. Петровского, z_ev11@mail.ru

Чиграй О.Н. – аспирант Брянского государственного университета И.Г. Петровского, kafzoo_bgu@mail.ru

УДК 591.3:636.5+636.58

ДИНАМИКА ОБОЛОЧЕК ЛИМФОИДНОГО ДИВЕРТИКУЛА БРОЙЛЕРОВ

О.Н. Чиграй

В статье практический интерес представляют исследования по изучению лимфоидного дивертикула и его микрометрических показателей. Толщина серозной, мышечной и слизистой оболочек в контрольной и опытной группах.

Ключевые слова: лимфоидный дивертикул, кросс «ROSS - 308», серозная оболочка, мышечная оболочка, слизистая оболочка.

Актуальность темы. Научно-практический интерес представляют исследования лимфоидного дивертикула. Одним из периферических органов иммунной системы, который обеспечивает защиту организма от генетически чужеродных клеток или веществ (Макаров В.В., 1999; Селезнев С.Б., 2002; Зайцева Е.В., 2009; Харлан 2011; Roitl.etal., 1991). В решении данной проблемы главная роль принадлежит возрастной морфологии, которая раскрывает процессы развития, способствует пониманию этих процессов.

Цель. Целью работы явилось изучение динамики микрометрических показателей лимфоидного дивертикула цыплят-бройлеров.

Задача: изучить микроморфологию лимфоидного дивертикула в постинкубационном онтогенезе при применении иммуномодулятора «Фоспренил».

Для изучения строения и развития лимфоидного дивертикула был проведен комплекс анатомических, микроморфометрических, гистологических и статистических методов исследования.

Лимфоидный дивертикул фиксировали в 10% забуференном формалине по Лили (Сапожников А.Г., 2000). Для проведения гистологического исследования вырезали кусочки размером 1x1x0,5 см в однотипных местах. Материал заливали в парафин по общепринятой методике. С помощью автоматического микротомы МС-1, из каждого кусочка получали по 5 срезов толщиной от 5–6 мкм. Препараты окрашивали гематоксилином и эозином (Роскин Г.И., 1957; Сапожников А.Г., 2000).

Изучение структурных компонентов на гистологических срезах проводили с помощью бинокулярно-

го микроскопа МинимедXSZ-21. Для получения репрезентативной информации гистометрические измерения структур органа проводили методом случайного отбора поля зрения микроскопа при помощи «μVizo-103», площадь структурных элементов определяли с помощью 100-узловой морфометрической сетки Автандилова.

Количество микроскопических объектов определяли серией подсчетов в поле зрения «микровизора». Для проведения морфометрического анализа руководствовались указаниями изложенными Г.Г. Автандиловым (1980) и Г.Ф. Лакиным (1990).

На гистологических препаратах определяли толщину серозной, мышечной и слизистой оболочек, толщину подслизистой основы, максимальный и минимальный диаметр клеток и ядер железистого эпителия, максимальный и минимальный диаметр лимфоидных фолликулов.

В ходе исследования, было изучено влияние иммуномодулятора «Фоспренил» на гистологическое строение лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS – 308» с 1 по 40 сутки в контрольной и в опытной группах.

Толщина серозной оболочки лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS – 308» неравномерно увеличивалась с возрастом птиц в контрольной и опытной группах. Наиболее интенсивное увеличение толщины данной оболочки было отмечено, в период развития, с 30 по 40 сутки в обеих группах (рисунок 1).

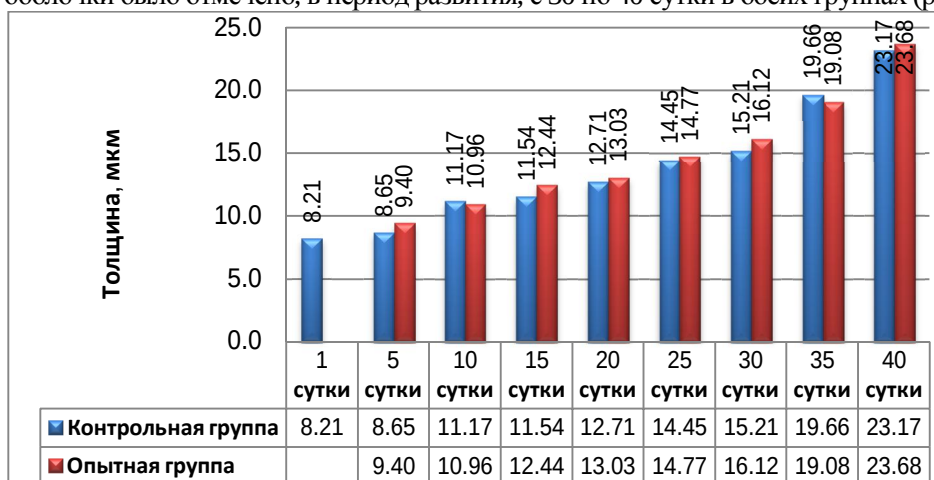


Рис.1. Динамика толщины серозной оболочки лимфоидного дивертикула в контрольной и опытной группах.

Толщина мышечной оболочки лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS – 308» изменялась неравномерно с возрастом птиц в контрольной и опытной группах. В обеих группах в период с 1 по 15 сутки наблюдалось увеличение толщины мышечной оболочки, максимальное значение фиксировалось в ростовой период с 10 по 15 сутки, в дальнейшем отмечалось уменьшение данного показателя (рисунок 2).

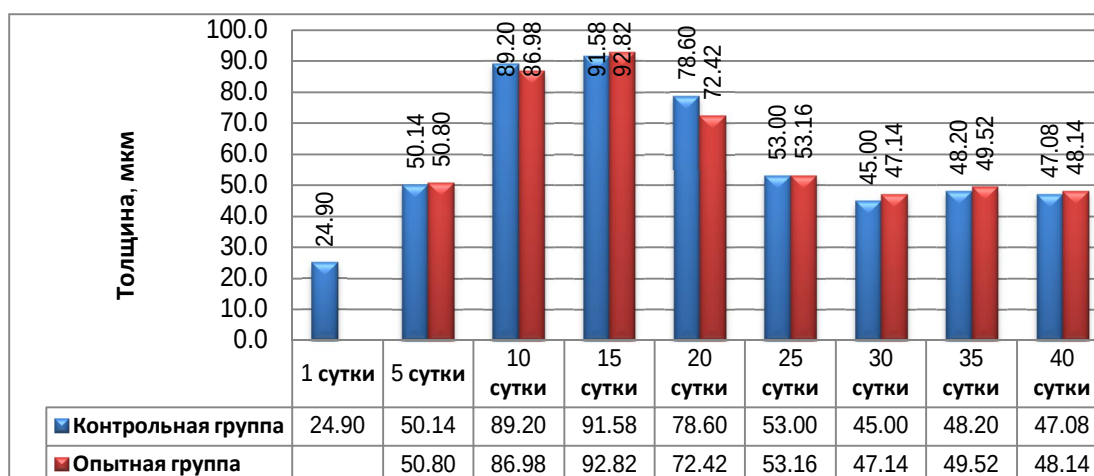


Рис.2. Динамика толщины мышечной оболочки лимфоидного дивертикула в контрольной и опытной группах.

Толщина слизистой оболочки лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS – 308» изменялась неравномерно с возрастом птиц в контрольной и опытной группах. В обеих группах наблюдалось интенсивное увеличение толщины слизистой оболочки в период с 1 по 10 сутки, максимальное значение фиксировалось в ростовой период на 10 сутки, в дальнейшем отмечалось уменьшение значения данного показателя (рисунок 3).

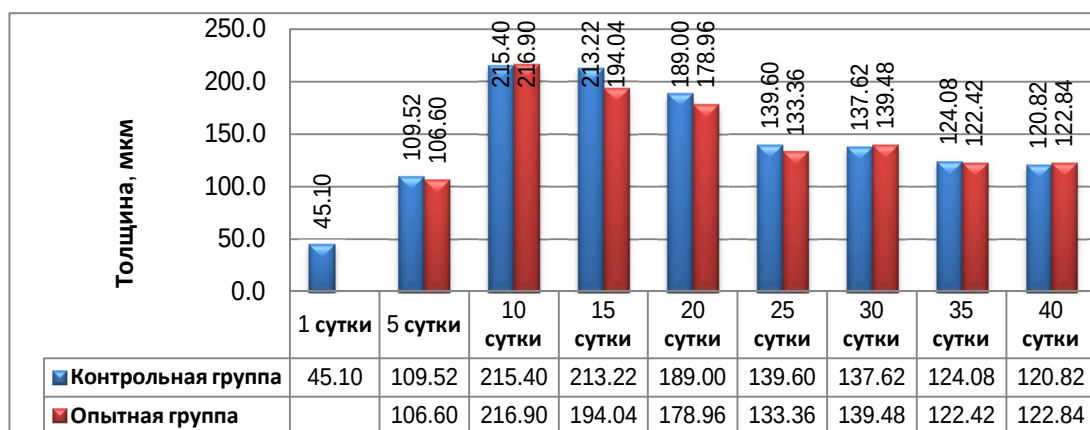


Рис.3. Динамика толщины слизистой оболочки лимфоидного дивертикула в контрольной и опытной группах.

Толщина подслизистой основы лимфоидного дивертикула у бройлеров кросса «ROSS – 308» изменялась неравномерно в контрольной и опытной группах, к 40 суткам отмечалось незначительное уменьшение данного показателя (рисунок 4).

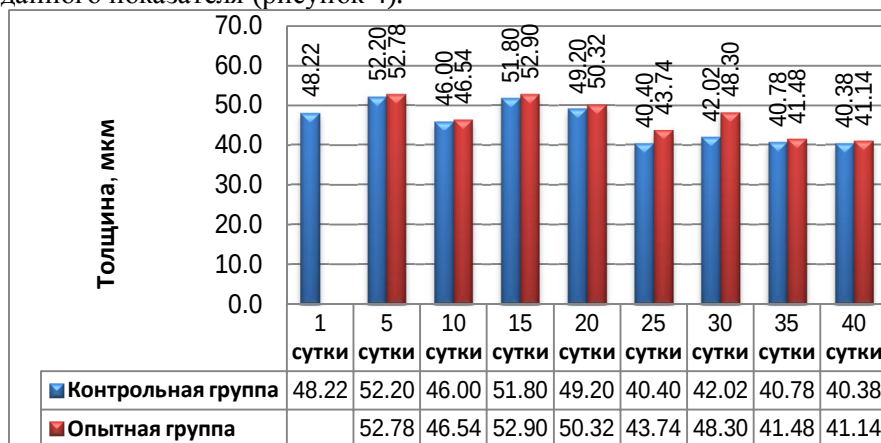


Рис.4. Динамика толщины подслизистой основы лимфоидного дивертикула в контрольной и опытной группах

ВЫВОДЫ

1. Толщина серозной, мышечной и слизистой оболочек в контрольной и опытной группах неравномерно увеличивались с возрастом птицы ($P \leq 0,05$); толщина подслизистой основы неравномерно уменьшалась к 40 суткам. Интенсивное увеличение толщины серозной оболочки лимфоидного дивертикула отмечалось, в период развития, с 30 по 40 сутки в обеих группах.

2. Толщина мышечной оболочки интенсивно увеличивалась в период с 1 по 15 сутки, максимальное значение фиксировалось в ростовой период с 10 по 15 сутки, в дальнейшем отмечалось уменьшение данного показателя.

3. Интенсивное увеличение толщины слизистой оболочки наблюдалось в период с 1 по 10 сутки, максимальное значение фиксировалось в ростовой период на 10 сутки, в дальнейшем отмечалось уменьшение значения данного показателя.

The article of practical interest studies of lymphoid diverticulum and its micrometer indicators. The thickness of the serous, muscular and mucous membranes in the control and experimental groups.

The key words: lymphoid diverticulum, cross «ROSS – 308», serosa, muscular layer, the mucosa.

Список литературы

5. Ильин, П.А. Структурно - функциональное развитие органов и их систем у кур в онтогенезе и в эксперименте / П.А. Ильин, Н.П. Жабин, С.И. Шведов и др. // III съезд АГЭ Российской Федерации: Материалы съезда. Тюмень, 1994. С.87.

6. 2. Кисилев, Л.Ю. Породы, линии и кроссы сельскохозяйственной птицы. / Л.Ю. Киселев, В.Н. Фатеев. М.: Колос, 2005. 112 с.

7. Зайцева Е.В., Влияние абиотического и антропогенного факторов на постинкубационный морфогенез лимфоидного дивертикула у японских перепелов / Зайцева Е.В., Шелудяков М.С. // Научно-технический журнал «Вестник» Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности.

тельности. Том.14., №3. С-Пб:2009. С.85-90.

8. Харлан, А. Л. Неспецифическая резистентность организма бройлеров кросса «Смена-7» в техногенных условиях ОАО Птицефабрики «Снежка» / Харлан А. Л., Щеглов Н.А, Шелудяков С.А. // Вестник Брянского государственного университета. Серия Точные и естественные науки. 2011. № 4. С. 304-307

Об авторе

Чиграй О.Н. – аспирант Брянского государственного университета И.Г. Петровского, ekafzoo_bgu@mail.ru

УДК 581.133.12

РЕАКЦИЯ СМЕШАННЫХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ НА ВНЕСЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРТЫ В УСЛОВИЯХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЮГО-ЗАПАДА РОССИИ

О. Н. Шкотова

В результате исследований было установлено, что внесение азота в виде аммиачной селитры в смешанные посевы увеличивает рост стебля ячменя в среднем на 9 % при этом урожайность биомассы возрастает на 17% по сравнению с посевами без удобрений. Содержание NPK в люпино-злаковых посевах увеличилось в среднем в 1,5 раза, в горохо-злаковых посевах в 1,3 раза и в соево-злаковых посевах в 1,2 раза по сравнению со средней суммой NPK в смешанных посевах – контроль. Суммарная биомасса в смешанных посевах люпина с ячменём при внесении аммиачной селитры возросла в среднем на 12 %, у гороха с ячменём на 9 %, у сои с ячменём на 10 % соответственно по сравнению с контролем.

Ключевые слова: смешанные посевы, аммиачная селитра, вегетативная масса, азот, фосфор, калий, серые лесные почвы.

В Государственной программе развития сельского хозяйства Российской Федерации существенная роль отводится кормопроизводству, поэтому совершенствование и развитие отрасли является одной из важнейших задач экономики АПК. Увеличить производство кормов можно за счёт расширения посевов культур с высоким содержанием белка и энергии. Смешанные бобово-злаковые посевы, выгодно отличаются от других экономным расходом влаги, относительной неприхотливостью к почвам, относительно невысокой требовательностью к питательным веществам. Поэтому изучение реакции различных культур и сортов на уровни минерального питания, особенно внесения азотных удобрений, направленных на повышение урожайности вегетативной массы и питательной ценности корма из бобово-злаковых агроценозов, является актуальной научной и практической задачей [1,2].

Методика исследований. Полевые исследования проводились на опытном участке БГУ в 2011-2012гг. Почвы серые лесные легкосуглинистые с содержанием гумуса по Тюрину 2,4-3,1 %, подвижного фосфора (P_2O_5) по Кирсанову — 22-28 мг и обменного калия (K_2O) по Масловой — 14-20 мг на 100 г почвы, pHсол. 5,2-5,8. Структура почвы комковато-зернистая, переходящая в верхнем слое в комковато-пылеватую, способную заплывать после дождей.

Климатические условия района исследований благоприятны для ведения сельского хозяйства. Осадки в течение года выпадают относительно равномерно, отсутствует длительное переувлажнение и систематические засухи. Годовая сумма осадков составляет 550-600 мм, за вегетационный период (апрель-сентябрь) — 320-350 мм, гидротермический коэффициент 1,3-1,6, сумма активных температур от 1970 до 2340 °С. Однако в отдельные месяцы возможны как засушливые условия, так и избыточное увлажнение, что отрицательно сказывается на формировании урожая в смешанных посевах.

Объектами исследований были наиболее распространенные в юго-западной части Нечерноземной зоны сорта: люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) Белозерный 110, горох (*Pisum arvense*) Малиновка, соя (*Glycine hispida*) Магева и ячмень (*Hordeum sativum* L.) Зазерский 85. Схема опыта включает 6 вариантов, площадь делянки — 1 м², повторность 5 кратная. Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры в дозе N60, после посева вручную.

Учёты и наблюдения проводили по методике [3]. Содержание общего азота определяли по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), фосфора — ванадо-молибдатным методом (ГОСТ 26657-97), калия — пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97) [4,5,6].

Результаты работы. Наши наблюдения показывают, что минеральное питание оказало существенное влияние на продуктивность вегетативной массы растений, содержание питательных веществ, устойчивость к абиотическим факторам. Так, заметным было влияние азотных удобрений на продолжительность вегетационного периода при формировании надземной массы. В контрольных вариантах (без удобрений) растения имели жёлто-зелёную окраску листьев и стеблей и их вегетационный период

(всходы - полная спелость зерна) составило 90-105 суток. На вариантах с внесением аммиачной селитры – растения имели тёмно-зелёную окраску, а основные фазы роста и развития проходили более длительное время, особенно кушение-выход в трубку и в среднем этот период был на 5-7 суток длиннее, чем в вариантах без внесения удобрений. Эта общая тенденция сохранилась и до конца вегетации на всех бобово-злаковых посевах.

В течение вегетации, проведённые фенологические наблюдения показали, что фаза кушения ячменя совпадала с фазой листовой розетки у бобовых, трубка – с фазой стеблевания, фаза колошения – с фазой бутонизации, молочной спелости и сизых бобов, фазы цветения также совпадали.

Результаты исследований показали, что внесение минеральных удобрений способствовало повышению высоты растений и интенсивности побегообразования. Так в смешанных посевах с внесением аммиачной селитры высота стебля растений злакового компонента-ячменя увеличилась, примерно в среднем на 8 см, у люпина на 11 см, у сои на 11,5 см и у гороха на 7,5 см больше, чем в смешанных посевах - контроль (рис.1).

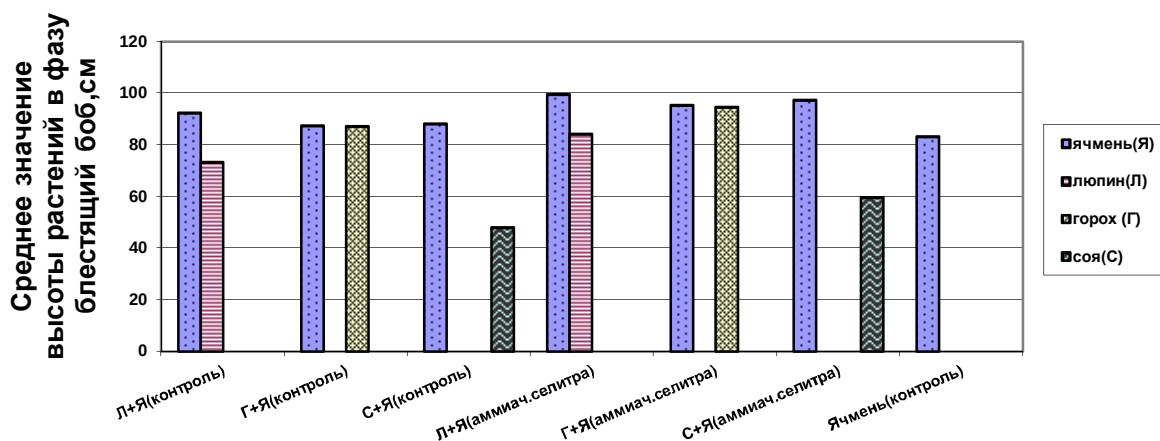


Рис. 1. Влияние аммиачной селитры на рост растений в бобово-злаковом агроценозе, см

Наиболее высокий рост ячменя в смешанных посевах с аммиачной селитрой был в посевах с люпином – 99,5 см, что больше на 8 % по сравнению с таким же посевом без удобрений (рис.1). Отмечается общая тенденция благоприятного влияния азота на ячмень в смешанных посевах. Посевы характеризовались более высокорослыми побегами и интенсивным кушением злаковых растений.

Было установлено, что наибольший урожай надземной зелёной массы с 1 га при внесении удобрений сформировали смешанные посевы ячменя с люпином – 243 ц/га или на 11% больше по сравнению с контролем. По данному показателю смешанные посевы ячменя с горохом были менее урожайные, чем посевы ячменя с соей на 15% и люпином на 23% ниже. Следует отметить, что наибольшая существенная разница отмечена между вариантами с внесением минерального азота без его внесения, где разница в среднем составила 16-25 ц/га.

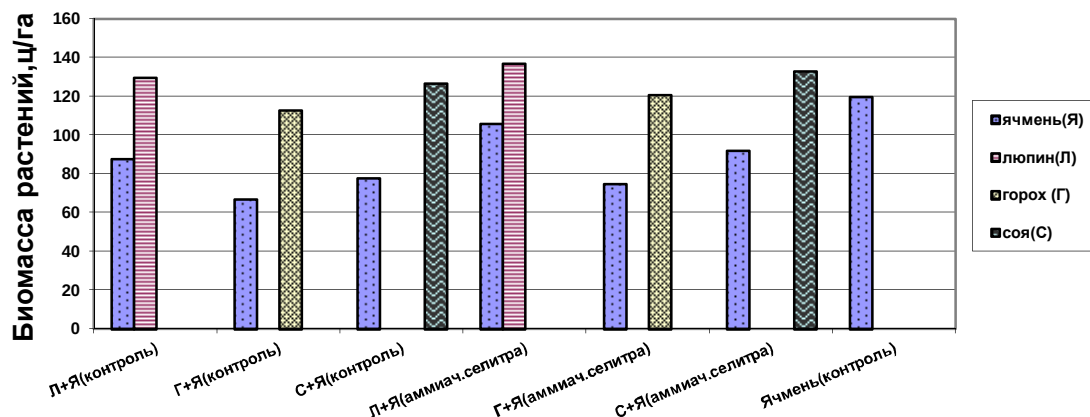


Рис. 2. Влияние аммиачной селитры на биомассу растений в бобово-злаковом агроценозе, в ц/га

Продуктивность смешанного посева и качество продукции в значительной степени определяется соотношением компонентов смеси. В фазе молочной спелости ячменя и сизых бобов у бобовых отмечено снижение доли злакового компонента в общей биомассе смешанного посева до 39% и увеличе-

ние доли бобового компонента в люпино-ячменном агроценозе до 57%, в горохо-ячменном до 61% и в соя-ячменном до 59%, что связано с биологическими различиями изучаемых культур и, вероятно, с усилением конкуренции бобовых культур к фазе сизых бобов (рис.2). В связи с этим при выращивании на зелёную массу уборку смеси лучше проводить в период цветения – молочную спелость ячменя и цветения – сизых бобов у бобовых культур, так как за счёт увеличения доли бобового компонента выше будет обеспеченность корма белком и урожайностью культур.

В результате проведённых исследований установлено, что доля азота в воздушно-сухом веществе вегетативной массы в бобово-злаковых агроценозах при внесении минерального азота в дозе N_{60} составила в среднем – 1835 г/м^2 (рис.3). Содержание азота в сухом веществе биомассы люпина составило – 1167 г/м^2 , гороха – 987 г/м^2 и сои – 1188 г/м^2 , что на 30-70% больше по сравнению с контролем. Средне содержание азота в растениях ячменя на фоне аммиачной селитры составляло 721 г/м^2 , что на 21% больше по сравнению с контролем. Наиболее благоприятное воздействие на накопление азота в ячмене в смешанных посевах с внесением аммиачной селитры было установлено в посеве с люпином. Количество азота в сухом веществе биомассы ячменя составило 832 г/м^2 , и было на 25 % больше по сравнению с таким же посевом, но без удобрений.

Было установлено, что в смешанных бобово-злаковых агроценозах с внесением минеральных удобрений наблюдается высокое потребление азота минерального и биологического. Таким образом содержание азота в люпино-злаковых посевах составляло 1999 г/м^2 или в 1,4 раза больше по сравнению с такими же посевами, но без удобрений, в соево-злаковых – 1972 г/м^2 или в 1,3 раза больше и в горохово-злаковых – 1535 г/м^2 в 1,5 раза больше по сравнению с контролем (рис.3).

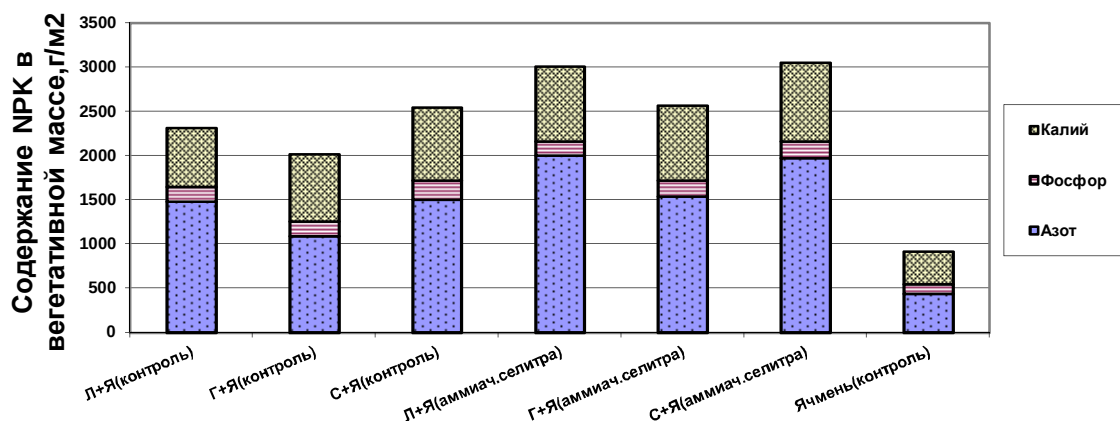


Рис. 3. Влияние аммиачной селитры на содержание NPK в вегетативной массе, г/м^2

Сравнивая накопление азота в одновидовом и смешанных агроценозах, установлено, что в смешанных посевах накопление азота примерно на 18-50% больше по сравнению с одновидовым посевом ячменя. Внесение минерального азота в смешанных посевах повысил содержание азота на 6-29% по сравнению со смешанными посевами без азота в аммиачной форме.

Эффективность биологического азота в смешанных посевах выше, чем поглощение нитратного азота в смешанных посевах в виде восстановленного до аммиака молекул воздуха, так как напрямую используются растениями для образования азота содержащих соединений, в то время как нитратный азот дополнительно внесённый в посевы, требует затрат на ферментативное превращение. Следовательно, усвоение нитратного азота в смешанных посевах ниже, чем эффективность усвоения симбиотического азота культур-компонентов. Это очевидно связано, с некоторым подавлением симбиотических азотфиксаторов у бобовых культур, в частности у люпина, гороха и сои при внесении минерального азота в смешанные посевы.

Суммарное содержание калия в смешанном люпино-ячменном посеве составило – 662 г/м^2 . При внесении аммиачной селитры содержание калия в люпино-злаковых посевах повысилось и составило 848 г/м^2 или на 28 % больше по сравнению с такими же посевами но без удобрений. В соево-злаковых – 886 г/м^2 или на 8 % больше и в горохово-злаковых – 820 г/м^2 или на 30 % больше, чем на контроле. Следовательно, наиболее благоприятное воздействие на накопление калия в растениях ячменя оказывали растения люпина и гороха на фоне внесения аммиачной селитры в дозе N_{60} .

По содержанию фосфора в смешанных посевах – контроль и в присутствии минеральных удобрений существенных различий не установлено (рис.3).

Таким образом, результаты исследований динамики накопления основных элементов питания

НПК в растениях ячменя и бобовых показали, что лучше развиваются агроценозы при достаточном азотном питании, при применении аммиачной селитры наблюдается тенденция к увеличению содержания азота, фосфора и калия в смешанных посевах в течении вегетации. Это связано со стимулирующим влиянием на микроорганизмы и улучшением элементов питания из почв.

Заключение. Нами было установлено, что внесение аммиачной селитры в дозе N_{60} благоприятно влияло в смешанных посевах на рост стебля, на повышение урожайности вегетативной массы и питательной ценности корма. При внесении аммиачной селитры в посевы рост растений у злаковых культур увеличился на 9 %, у люпина на 15%, у сои на 24 % и у гороха на 8,6% по сравнению с контролем.

Установлено, что в смешанных посевах с аммиачным минеральным азотом содержание НПК в люпино-злаковых посевах увеличилось в среднем в 1,5 раза, в горохо-злаковых посевах в 1,3 раза и в соево-злаковых посевах в 1,2 раза по сравнению с суммой НПК соответствующих посевов, но без удобрений.

Суммарная биомасса в смешанных посевах люпина с ячменём при внесении аммиачной селитры возросла в среднем на 12 %, у гороха с ячменём на 9 %, у сои с ячменём на 10 % соответственно по сравнению с контролем.

Было установлено, что в агроклиматических условиях Брянской области использование аммиачной селитры на серых лесных почвах позволяет более полно реализовать генетический потенциал биологической продуктивности смешанных бобово-злаковых агроценозов.

As a result of researches it has been established that the introduction of nitrogen in the form of ammonium nitrate in mixed-wide crops increases the growth of the stem of barley on average by 9 % while the yield of biomass increases by 17% in comparison with crops without fertilizers. The content of NPK in lupine-cereal crops increased by 1.5 times on average, in grouchy-cereal crops in 1.3 times and in soy-cereal crops in 1,2paза compared with the average of NPK in mixed crops - control. The total biomass in the mixed crops lupines with barley with the introduction of ammonium nitrate increased on average by 12 %, in peas with barley on 9 %, in soy with barley-time at 10 % respectively in comparison with the control.

The key words: mixed crops, ammonium nitrate, vegetative mass, nitrogen, phosphorus, potassium, gray forest soils.

Список литературы

1. Гуляева, Г.В. Справочник агронома Нечернозёмной зоны. Москва. 1990.575с.
2. Прохоров, В.Н. Физиолого-экологические основы оптимизации продуктивного процесса агрофитоценозов (поликура в растениеводстве). Минск: право и экономика. 2005.370с.
3. Кононов, А.С. Агрофитоценоз и методы его исследования / А.С. Кононов. Брянск. 2009. 299с.
4. ГОСТ 13496.4-93 Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.1993.13с.
5. ГОСТ 26657-97 Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.1999.10с.
6. ГОСТ 30504-97 Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.1997.8с.

Об авторах

Шкотова О.Н. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, Sckotova.ru@yandex.ru

УДК 581.133.12

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ В АКТИВИЗАЦИИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА У ЯЧМЕНЯ

О.Н. Шкотова, А.С. Кононов, А.Н. Шкотов

В исследованиях установлено, что при внесении азотфиксирующих микробиологических биоудобрений у растений ячменя наблюдалось снижение интенсивность транспирации в 1,2- 1,6 раза по сравнению с контролем, без внесения биопрепаратов. Наиболее высокая интенсивность дыхания было на вариантах с внесением штамма №17/1, штамма №7 на вермикулите и штамма № 30, где его содержание составило 14,15-15,40 мг/г*час, что в 1,6-1,8 раза больше по сравнению с контролем. Установлено, что наиболее сильно увеличилась биомасса растений ячменя при внесении штаммов №17/1, №7 и №30, где биомасса была на 40-70 % больше по сравнению с необработанным ячменём.

Ключевые слова: ячмень, ассоциативные биоудобрения, транспирация, интенсивность дыхания, водный обмен, биомасса.

Основная часть сельскохозяйственных угодий Российской Федерации находится в зонах рискованного земледелия с такими лимитирующими природными факторами, как длительность безморозного периода, сумма активных температур воздуха и количество осадков в период вегетации, что в комплексе с недостаточной устойчивостью растений к действию абиотических и биотических стрессоров позволяет реализовать потенциальную урожайность сортов и гибридов лишь на 25-40%. Кроме того, активное развитие патогенов, вырабатывающих различного рода токсины, приводит к значительному снижению как товарной, так и пищевой ценности получаемого урожая. Поэтому в условиях рискованного земледелия, наряду с техногенными факторами интенсификации растениеводства (удобрения, средства защиты, экологизация системы обработки почв), повышается роль средств и способов увеличения собственного адаптивного потенциала растений, которые можно считать превентивными мерами, сдерживающими рост патогенной микрофлоры [1,2].

Основой для перехода к адаптивному развитию АПК должна стать биологизация и экологизация интенсификационных процессов растениеводства. Наиболее привлекательны для реализации такой стратегии экологически безопасные препараты, которые способны непосредственно ингибировать развитие патогенов, стимулировать рост растений и индуцировать у них защитные реакции, играющие важную роль в преадаптации к возможным экстремальным ситуациям [3,4].

Методика исследований. Полевые исследования проводились на опытном участке БГУ в 2012-2013гг. Почвы – серые лесные легкосуглинистые с содержанием гумуса по Тюрину 2,4-3,1 %, подвижного фосфора (P_2O_5) по Кирсанову — 22-28 мг и обменного калия (K_2O) по Масловой — 14-20 мг на 100 г почвы, рНсол. 5,2-5,8.

Климатические условия района исследований благоприятны для ведения сельского хозяйства. Осадки в течение года выпадают относительно равномерно, отсутствует длительное переувлажнение и систематические засухи. Годовая сумма осадков составляет 550-600 мм, за вегетационный период (апрель-сентябрь) — 320-350 мм, гидротермический коэффициент 1,3-1,6, сумма активных температур от 1970 до 2340 °С. Однако в отдельные месяцы возможны как засушливые условия, так и избыточное увлажнение, что отрицательно сказывается на формировании урожая в посевах.

Объектом исследований был наиболее распространенный в юго-западной части Нечерноземной зоны сорт ячменя (*Hordeum sativum* L.) Зазерский 85. Схема опыта включает 9 вариантов, площадь делянки — 1 м², повторность 5 кратная. Оценивали эффективность микробных препаратов: штамм №7-вермикулит, штамм №30-флавобактерин, штамм №17/1, штамм №18/5, штамм КЛ-10, штамм ПГ-5, штамм №8, штамм №18/5, штамм №808-вермикулит. Они представляют собой порошковидный торфяной субстрат или в качестве субстрата вермикулит влажностью от 45 до 55%, обогащенные питательными веществами; инокуляция семян биопрепаратами проводили в день посева. Учеты и наблюдения проводили по методике А.С. Кононова (2009) [5]. Математическую обработку данных по Б. А. Доспехову (1985) [6].

Результаты работы и обсуждение. Наши исследования физиологических показателей водного обмена ячменя показали, что внесение азотфиксирующих микробиологических биоудобрений оказывают значительное влияние на интенсивность транспирации. Установлено, что в вариантах, с применением изучаемых штаммов ризобактерий наблюдалось понижение суммарной интенсивности транспирации в среднем в 1,2 раза по сравнению с контролем (рис.1).

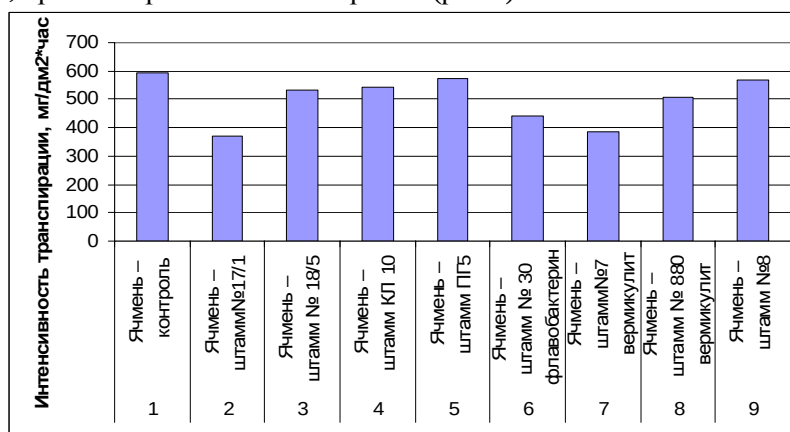


Рисунок 1. Влияние ассоциативных биоудобрений на интенсивность транспирации, в мг/дм²*час

На процесс транспирации у растения требуется очень большие затраты тепловой энергии, примерно, до 95-98% от всей энергии поглощенной листом, и только от 2 до 5% использует растение на процесс фотосинтеза [7]. Интенсивность транспирации зависит от минерального, и в частности от азотного питания растения. Как считает В.В.Кузнецов и Г.А.Дмитриева (2005) у растений испытывающих

недостаток азота, фосфора или калия интенсивность транспирации максимальна [8]. Нами установлено, что наибольшее влияние на снижение транспирации оказывали штамм №17/1, где интенсивность транспирации у ячменя снизилась на 59% по сравнению с контролем. Примерно, такое же влияние на снижение интенсивности транспирации оказал штамм №7- на основе вермикулита. Снижение интенсивности транспирации по сравнению с контролем составило 53%. При применении штамма № 30 (флавобактерин) снижение интенсивности транспирации по сравнению с контролем составило 33% к контролю. Следовательно, наиболее эффективные из изучаемых нами штаммов, штаммы № 17/1, №7 и №30 азотфиксирующих микроорганизмов. Исследования показали, что эти штаммы в ячменном агроценозе, по сравнению с контролем и другими изучаемыми биопрепаратами наиболее благоприятно влияют на потребление элементов минерального питания и увеличивают количество энергии используемой растением ячменя на полезную работу при этом более экономно расходуется вода (рис. 1).

При внесении штаммов 18/5, КЛ-10, ПГ-5, №880 ризобактерий интенсивность транспирации была, примерно на уровне контроля (рис.1).

В ходе исследований было установлено, что внесение азотфиксирующих микробиологических биоудобрений по-разному оказывают влияние на интенсивность дыхания у ячменя. Так при внесении ризобактерий штамм №17/1 наблюдалась самая высокая интенсивность дыхания ячменя – 15,40 мг/г*час, что на 80% выше, чем на контроле (фаза колошения) (табл.1).

Таблица1

Влияние ассоциативных биоудобрений на интенсивность дыхания ячменя, в мг/г*час

№ вар.	Вариант	Стадия всходы мг/г*час	Стадия кущения мг/г*час	Стадия выхода в трубку мг/г*час		Стадия колошения мг/г*час
				третья стадия	стадия тетрад	
1	Ячмень – контроль	1,54	3,60	5,76	6,04	8,53
2	Ячмень + штамм №17/1	5,27	3,14	2,84	8,76	15,40
3	Ячмень + штамм № 18/5	3,49	1,36	1,32	6,18	12,88
4	Ячмень +штамм КЛ 10	3,15	1,02	1,97	7,25	13,06
5	Ячмень +штамм ПГ 5	1,44	2,95	4,80	5,31	7,94
6	Ячмень +штамм № 30 флавобактерин	4,50	2,64	2,03	7,80	14,15
7	Ячмень + штамм №7 вермикулит	4,93	2,80	2,19	7,96	14,60
8	Ячмень + штамм № 880 вермикулит	3,85	1,72	1,56	7,42	13,29
9	Ячмень + штамм №8	1,68	3,74	5,84	7,10	10,72

Нами было установлено, что интенсивность дыхания ячменя достаточно резко меняется в ходе онтогенеза. Результаты исследований показали, что при внесении ризобактерий штамм №7- на вермикулите, штамма №30, так же штамм №17/1 наблюдаются достаточно высокие показатели интенсивности дыхания ячменя в период появления на конусе нарастания главного стебля зачаточных колосковых валиков, где оно составило у штамма №7 - 4,93 мг/г*час, что выше, чем на контроле в 3,2 раза, у штамма №30 - 4,50 мг/г*час, что выше в 2,9 раза. В период от начала появления зачаточных колосковых валиков до начала образования тетрад в пыльниках цветков средних колосков колоса, данные показатели составили 7,96 мг/г*час и 7,80 мг/г*час, что выше в 1,3 раза по сравнению с контролем, а так же в период формирования зерна 14,6 мг/г*час и соответственно 14,15 мг/г*час, что было выше в 1,7 раза по сравнению с контролем (рис. 2).

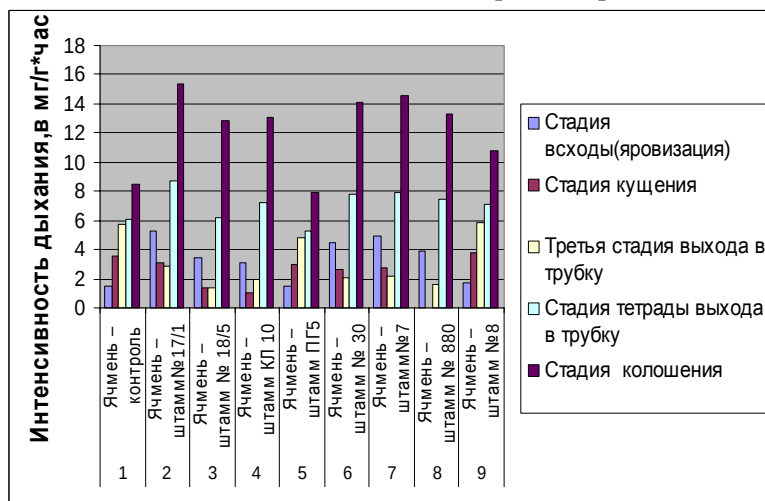


Рисунок 2. Влияние ассоциативных биоудобрений на интенсивность дыхания, в мг/г*час

По мнению В.В. Кузнецова и Г.А.Дмитриевой (2005) увеличение оводненности листьев до 80% приводит к росту интенсивности дыхания, так как вода благоприятно влияет на активность ферментов

дыхания [8]. Однако дальнейший рост ее количества в межклетниках и свободных пространствах мешает газообмену и снижает интенсивность дыхания. Известно, что небольшой дефицит воды у растения повышает интенсивность дыхания, так как повышает активность окислительных ферментов [8]. Следовательно, можно предположить, что применение эффективных биоудобрений вызывало повышение интенсивности дыхания за счет увеличения оводненности листьев и повышения активности ферментов дыхания, так как при этом наблюдалось снижение интенсивности транспирации. Это обеспечило наиболее высокую продуктивность биомассы по сравнению с контролем (рис.3).

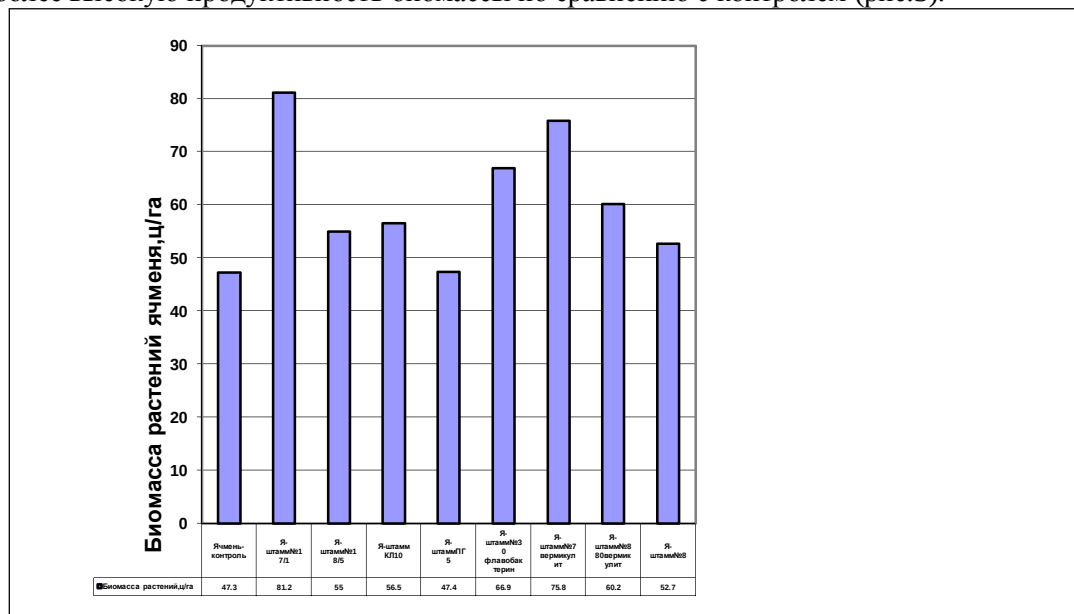


Рисунок 3. Влияние ассоциативных биоудобрений на биомассу ячменя, в ц/га

Было установлено, что усиление дыхания при внесении штаммов ризобактерий свидетельствует о подъеме активности обмена веществ во время образования тетрад и увеличение общей биомассы ячменя в этот период жизни растений. При внесении штамма №7 на основе вермикулита она составила 75,8 ц/га, что в 1,6 выше по сравнению с контролем, а при внесении штамма №30 – 66,9 ц/га, что в 1,4 раза выше по сравнению необработанными посевами (рис.3).

Таким образом, при изучении влияния различных штаммов ассоциативных ризобактерий на процесс дыхания можно предположить, что кривая дыхания ячменя за вегетационный период в какой-то степени может характеризовать интенсивность его развития. Однако на эту «биологическую» кривую процессов развития ячменя, накладывается влияние факторов внешней среды. Благодаря внесению ассоциативных ризобактерий влияние факторов внешней среды сглаживается, например, недостаточное водоснабжение, влияние патогенной микрофлоры, которые могут нарушать нормальный ход дыхания.

При внесении штаммов ПГ-5, КЛ-10, штамма №8 и № 880 ризобактерий интенсивность транспирации, интенсивность дыхания и биомасса растений была, примерно на уровне контроля (табл.1, рис.1, рис.3). Установлено, что между интенсивностью дыхания и уровнем биомассы растений ячменя при внесении данных штаммов наблюдается незначительная корреляция ($r = 0,35$). Таким образом, эффективность микробно-растительных взаимодействий штаммов ПГ-5, КЛ-10, штамма №8 и 880 ризобактерий и их влияние на продуктивность ячменя была достаточно низкой, что подтверждает незначительная корреляционная взаимосвязь между этими факторами ($r = 0,35$).

Закключение. Результаты наших исследований показали, что при внесении азотфиксирующих микробиологических биоудобрений у растений ячменя снизилась интенсивность транспирации в 1,2-1,6 раза по сравнению с контролем, без внесения биопрепаратов.

Установлено, что наиболее высокая интенсивность дыхания и биомасса была на вариантах с внесением штамма №17/1, штамма №7 на вермикулите и штамма № 30, где интенсивность дыхания составило 14,15-15,40 мг/г*час (фаза колошения), что в 1,6-1,8 раза больше по сравнению с контролем, а биомасса была на 40-70 % больше по сравнению с необработанным ячменём.

В результате исследований установлено, что между интенсивностью дыхания и уровнем биомассы растений ячменя, имеется достаточно тесная прямая корреляция $r = 0,88$. Тесная корреляция ($r = 0,88$) между этим физиологическим показателем и продуктивностью ячменя дает на основании утверждать, что дыхание у растений, как физиологический показатель, может служить критерием оценки продуктивности. Следовательно, по этому, и выше представленным физиологическим показателям можно с уверенностью судить об эффективности влияния штаммов ризобактерий на продуктивность

ячменя, а также установить по тесноте корреляционных взаимосвязей наиболее перспективные штаммы для повышения урожайности этой культуры и рекомендовать их производству.

The research established that the introduction of nitrogen-fixing microbiological fertilizer plants of barley there was a decrease in the intensity of transpiration in 1,2 - 1,6 times in comparison with the control, without making biologics. The highest intensity of respiration was on versions with application of strain №17/1, strain №7 on vermiculite and strain № 30, where its content was 14,15-15.40 mg/g*h, that in 1,6-1,8 times more in comparison with the control. It is established that the greatly increased biomass plants of barley at making strains №17/1, № 7 and № 30, where biomass was 40-70 % more in comparison with raw barley.

The key words: *barley, associative biofertilizers, transpiration, the intensity of breathing, exchange of water, biomass.*

Список литературы

1. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (экологогенетические основы) /А. А. Жученко. М.: Изд-во РУНД, 2001.Том 1. 780с.
2. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (экологогенетические основы) теория и практика /А. А. Жученко. М.: Агрорус, 2008.Том 1. 814с.
3. Мелентьев, А. И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus Cohn* в агроэкосистемах/ А.И. Мелентьев. М.: Наука, 2007. 147с.
4. Шакирова, Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и её регуляция / Ф. М. Шакирова. Уфа: Гилем, 2001. 160с.
5. Кононов, А.С. Агрофитоценоз и методы его исследования / А.С. Кононов. Брянск, 2009. 299с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
7. Культиасов И. М. Экология растений: Учебник/ И. М. Культиасов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 384
8. Кузнецов, Вл.В. Физиология растений: Учеб. для вузов / Вл.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева: М.: Высш. шк., 2005. 736 с.: ил.

Об авторах

Шкотова О.Н. – аспирант Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, Sckotova.ru@yandex.ru

Кононов А.С. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Брянского государственного университета имени академика И.Г.Петровского, as-kon@yandex.ru

Шкотов А.Н. – студент Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, Sckotova.ru@yandex.ru

УДК 633.631.527:543.54

ВАРИАНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Н.С. Шпилев., В.Е. Торилов., О.Г. Высоцкий., Л.Г. Юхневская

Дан краткий анализ использования электрофореза для идентификации генотипов сельскохозяйственных растений. Приведены результаты электрофореза индивидуальных зерновок тритикале у родительских форм и их гибридов, высказана возможность отбора ценных генотипов с гибридов первого поколения, что позволит ускорить селекционный процесс создания сортов зерновых культур.

Ключевые слова: *тритикале, гибриды, электрофорез, проламины, отбор, селекционный процесс, идентификация, генотип.*

Введение

Создание новых сортов сельскохозяйственных культур, отвечающих современным требованиям агропромышленного комплекса, обязывает селекционеров совершенствовать селекционный процесс. Существующие схемы предполагают начало отбора с гибридов второго поколения, в котором, согласно второго закона Г. Менделя начинается формообразовательный процесс. Индивидуальный отбор растений с гибридов первого поколения невозможен, т.к. согласно первого закона Г. Менделя они не различаются по фенотипу.

В этой статье доказана генетическая разнокачественность индивидуальных зерновок гибридных растений F₁ с помощью электрофореза и сделано предположение существования корреляционных связей компонентов электрофоретических спектров с отдельными свойствами и признаками растений. Изучение этих вопросов позволит обосновать начало отбора ценных генотипов с гибридов первого поколения, что ускорит селекционный процесс, сделает его более предсказуемым и эффективным.

Успешное применение электрофоретических методов для идентификации сортов растений основано на том, что белки являются продуктами структурных генов. Таким образом, белки могут рассматриваться как «маркеры» структурных генов, которые их кодируют. Следовательно,

сравнение состава белков от индивидуальных семян и линий популяции позволяет проводить «типизацию» или «паспортизацию» селекционного материала.

В настоящее время электрофорез используется в сортовой идентификации семян в первичном семеноводстве, а также для разработки новых национальных стандартов России на семена сельскохозяйственных растений. По мнению А. М. Малько научно обоснованные стандарты на семена сельскохозяйственных растений - важнейший инструмент регулирования их сортовых и посевных качеств в условиях рынка [5].

Огромную роль в решении многих проблем селекции, а в последующем и в семеноводстве сыграли электрофоретические методы исследования клейковинных белков, которые разработаны в нашей стране в начале 70-х годов [9]. Были выполнены фундаментальные работы по генетике белков клейковины и консистенции эндосперма [2]. Они позволили разработать номенклатуру аллелей генов, составить каталоги, изучить связь с качеством, предложить шкалу для селекционного отбора лучших генотипов.

По мнению Т. И. Пеневой, А. Ф. Мережко, А. В. Конарева (2008 г.) для ускоренного создания сортов яровой тритикале, пригодных для возделывания в Северозападном регионе России, может быть весьма результативным отбор стабильных, высокопродуктивных, хорошо адаптированных к местным условиям форм из гетерогенных образцов этой культуры, имеющихся в мировой коллекции ВИР. Для выполнения данной задачи необходимо знание структуры исходной популяции и анализ динамики ее состава в процессе отбора на комплекс ценных признаков. Наряду с полевыми оценками, такой контроль возможен с помощью молекулярных маркеров, в том числе - белковых [9,3,4,7,8].

Таким образом, анализируя научную информацию об использовании электрофореза, можно сделать вывод о том, что на основании электрофоретического спектра проламинов возможно достаточно точно установить внутривидовой полиморфизм, генотипы растений и генотипы даже отдельных зерновок.

В работе приведены результаты наших исследований, посвященных изучению электрофоретического спектра проламинов тритикале наиболее распространенных сортов и их гибридов, а так же высказана возможность использования полученных результатов в селекции зерновых культур.

Материал и методика.

Для изучения электрофоретического спектра проламинов использовали зерновки озимой гексаплоидной тритикале сортов Рондо и Союз, а также индивидуальные зерновки с гибридных растений первого поколения этих сортов. Электрофорез проводили согласно методики проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений [1].

В сортовых формулах интенсивные компоненты подчеркивали, слабые компоненты отмечают чертой над номером позиции, очень слабые – двумя чертами.

При составлении таблиц белковых формул удобнее использовать цифровую оценку интенсивности полипептидов: 1-слабый компонент, 2-средний интенсивности, 3-интенсивный. Компоненты по некоторым позициям представлены двумя или тремя субкомпонентами разной подвижности.

Широкое разнообразие типов электрофоретического спектра проламина, создается за счет общего числа компонентов, их различных сочетаний, как в отдельных зонах, так и в целом спектре, а также за счет степени интенсивности одинаковых по электрофоретической подвижности компонентов.

Результаты и их обсуждение.

Использованные сорта озимой гексаплоидной тритикале в качестве родительских форм Рондо и Союз (табл. 1) различаются по всем компонентам электрофоретического спектра. Так у сорта Союз, использованного в качестве отцовской формы присутствует компонент α 4, слабее представлен α 5 и интенсивнее α 7. В сравнении с сортом Рондо, использованного в качестве материнской формы. Четко просматриваются различия фракции β у изучаемых сортов. У сорта Союз слабее представлены компоненты β 2 и β 3 в сравнении с сортом Рондо.

У исследуемых сортов компоненты β 5 представляют субкомпонентами разной подвижности: у сорта Рондо β 5₂, а у сорта Союз β 5, и β 5₃. Значительные различия были выявлены зоны γ ₁ используемых сортов. У сорта Союз присутствуют компоненты γ ₁ отсутствующие у Рондо. Компонент γ 2, у сорта Союз представлен слабее, при этом отсутствуют компоненты γ 2₂ и γ 2₃, которые достаточно интенсивно представлены у сорта Рондо.

Существенные различия электрофоретических спектров исследуемых сортов установлены по компоненту ω . У сорта Рондо присутствует ω 6₁, а у сорта Союз фракция ω представлена двумя субкомпонентами 6₂ и 6₃.

На основании чего можно сделать вывод о том, что используемые для половой гибридизации сорта, в качестве родительских форм существенно различаются по электрофоретическому спектру проламинов, а следовательно имеют различающуюся генетическую природу.

Электрофоретический спектр гибридных зерновок по фракции α меньшей интенсивностью отмечался у зерновок V и VI, несмотря на то, что обе родительские формы представлены одинаковой интенсивностью компонента α 2, а также в этих зерновках отсутствовал компонент α 6. В остальных зерновках ком-

понент α 6 проявлялся с разной степенью интенсивности: в зернах II интенсивно; III, IV, VII слабо, VIII очень слабо. У обеих родительских форм компонент α 6 представлен одинаковой, очень слабой интенсивностью.

По компоненту α 5 исследуемые генотипы различались только по степени интенсивности: зерновки I, II, VIII-интенсивные компоненты, как у материнского сорта Рондо, и зерновки III, IV, V, VI, VII со слабой интенсивностью, как у отцовского сорта Союз.

Компонент по позиции α 7 представлен двумя субкомпонентами 7₁ и 7₂, при этом зерновки I и II имели слабую интенсивность по субкомпоненту 7₁, как у материнской формы, остальные зерновки соответствовали компоненту α 7 отцовского сорта Союз.

По фракции β установлена значительная разница интенсивности компонентов у гибридных зерновок, как в пределах гибридов F₁, так и в сравнении с родительскими формами. Компонент 1 у родительских форм представлен одинаково интенсивно. У зерновых I, II слабо, а у VI зерновки очень слабо проявлялся компонент 1. По компоненту 2 зерновки I, II, III, IV, VI соответствовали отцовской форме, а зерновки V, VII, VIII были идентичны с материнским сортом Рондо.

По компоненту β полученные генотипы также значительно различались. Зерновки I и II имели субкомпоненты 3₁, 3₂, 3₃, зерновки III, IV, V, VI, субкомпоненты 3₁ 3₂, зерновка 7 компонент 3₂, а восьмая зерновка компоненты 3₁ и 3₂.

Таблица 1

**Идентификация компонентов электрофоретического спектра проламина тритикале
(родительские формы и гибрид F₁, 2010 г.)**

№ зерновок	α	β	Γ	ω
	♀ Рондо			
I	2 5 6 7 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₃ 45 ₂	2 ₁ 2 ₂ 2 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
	(F ₁) ♀ Рондо x ♂ Союз			
I	2567 ₁ 7 ₂	1 23 ₁ 3 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₂ 5 ₃	1 2 ₁ 2 ₂ 2 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
II	2567 ₁ 7 ₂	1 23 ₁ 3 ₂ 3 ₃ 45 ₁ 5 ₂ 5 ₃	1 2 ₁ 2 ₂ 2 ₃ 3 45	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
III	2567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	1 2 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
IV	2567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	1 2 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
V	257 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	1 2 ₂ 2 ₃ 34 5	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
VI	257 ₁ 7 ₂	1 23 ₁ 3 ₂ 4 ₁ 4 ₂ 5 ₁ 5 ₂	1 2 ₂ 2 ₃ 34 5	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
VII	2567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 4 ₁ 4 ₂ 5 ₁ 5 ₃	1 2 ₁ 2 ₂ 2 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 7 ₂ 8 ₁ 8 ₂ 9 ₂
VIII	24567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	1 2 ₃ 345	1234 ₂ 56 ₁ 6 ₂ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂
	♂ Союз			
I	24567 ₁ 7 ₂	123 ₁ 3 ₂ 45 ₁ 5 ₃	1 2 ₁ 345	1234 ₂ 56 ₂ 6 ₃ 7 ₂ 8 ₂ 9 ₂

Компонент 4 представлен одинаково у зерновок I, II, III, IV, V, VIII и соответствовал обоим родительским формам. Зерновка 6 отличалась присутствием субкомпонента 4₁ и 4₂, а зерновка VII имела субкомпонент 4₂.

Анализируя в целом фракцию β установлено, что она наиболее полно представлена у использованных нами родительских форм при гибридизации и у полученных гибридных зерновок первого поколения в сравнении с эталонным спектром проламина.

Спектр проламина β фракции существенно различался у индивидуальных гибридных зерновок по компонентам и степени интенсивности. Компонент 1 присутствовал у всех исследуемых зерновых гибридов первого поколения, а интенсивность была высокой у IV и VIII зерновок, слабое проявление у I, II, III, VIII зерновок и очень слабое у V и VI зерновок. Сравнения с родительскими формами показывают, что компонент 1 отсутствовал у материнской формы сорта Рондо и интенсивно проявлялся у отцовской формы сорта Союз. Компонент 2 присутствовал у обеих родительских форм и у всех зерновок, при этом у материнского сорта Рондо этот компонент представлен субкомпонентами 2₁, 2₂, 2₃, а у отцовского сорта Союз субкомпонентом 2₁. У гибридного потомства компонент 2 представлен у трех зерновок субкомпонентами 2₁, 2₂, 2₃ – это I, II, VII зерновки.

Три зерновки имели компонент, 2₃-III, IV, VIII зерновки. Двумя субкомпонентами (2₂ и 2₃) представлены 2 зерновки – V и VI.

Компоненты 3 и 5 одинаково представлены у материнских и отцовских формах и незначительно различался у индивидуальных зерновок F₁.

Фракция ω представлена у гибридов и у родительских форм одинаковыми компонентами 1, 2, 3, 4₂, 5, 7₂, 9₂ и лишь незначительно различалась по их интенсивности. Компонент 6 у I, II, III, IV, V, VI, VII зерновок был одинаков и соответствовал компоненту материнского сорта Рондо. У восьмой зерновки этот компонент представлен субкомпонентами 6₁ и 6₂. Субкомпонент 6₃, имеющий у отцовского сорта Союз не проявлялся. Компонент 8 одинаков проявился у I, II, VIII, зерновок, он также был представлен у обеих родительских формах. У зерновок III, IV, V, VI, VII компонент 8 представлен субкомпонентами 8₁ и 8₂, несмотря на то, что субкомпонент 8₁ отсутствовал у родительских форм.

Полученные гибриды первого поколения F₁, растения которых по фенотипу ничем не отличались, в колосьях сформировали зерновки, с индивидуальной генетической природой существенно

отличающиеся не только в сравнении с родительскими формами, но и между собой. Это наглядно подтверждено графическим и цифровым изложением электрофоретического спектра индивидуальных зерновок с растений гибридов первых поколений.

У индивидуальных зерновок с растений гибридов первого поколения выявлено широкое разнообразие типов электрофоретического спектра проламина. Оно создается за счет общего числа компонентов, и их различного сочетания, как в отдельных зонах, так и в целом спектре, а так же за счет степени интенсивности одинаковых по электрофоретической подвижности компонентов.

Фракции α , β , γ , ω и определенные компоненты этих фракций в спектрах сортов индивидуальных зерновок представлены отчетливо и хорошо идентифицированы. Из восьми проанализированных зерновок F1 гибридной комбинации Рондо х Союз на долю основного типа спектра по фракции α , пришлось 6 штук, что указывает на не широкое разнообразие.

Вывод.

Идентификация компонентов электрофоретического спектра проламина индивидуальных зерновок растений гибридов первого поколения доказала их генетическую разнокачественность. Несмотря на то, что это мнение существовало априори (из предшествующих значений), впервые в цифровом формате установлено их генетическое различие. Это позволит, при установлении корреляционной связи отдельных компонентов и степенью их выражения с ценными свойствами сделать селекционный процесс более управляемым и предсказуемым путем начала отбора ценных генотипов индивидуальных зерновок с гибридов первого поколения (F_1).

A brief analysis of the use of electrophoresis to identify the genotype of crop plants. The results of electrophoresis of individual grains of triticale parental forms and their hybrids, suggested the possibility for the selection of genotypes with first-generation hybrids, which will speed up the breeding process of creating varieties of crops.

The key words: triticale hybrids, electrophoresis, prolamins, selection, selection process, identification, genotype.

Список литературы

1. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. Москва ФГНУ «Росинформаротех», 2004. 95 с.
2. Копусь М. М. Полиморфизм белков зерна и селекция озимых пшеницы /Автореферат на соискание ученой степени доктора биологических наук. Краснодар, 1998. 54с.
3. Конарев В. Г., Гаврилюк, И. П. и др. Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. Теоретические основы селекции. Т.1. М. Колос. 1993. 447 с.
4. Конарев В. Г., Пенева, Т. И. Белковые маркеры в анализе тритикале. /Вестник с.х. науки.- 1977. №10. С.60-68.
5. Малько А. М. Новый национальный стандарт России на семена сельскохозяйственных растений //Селекция и семеноводство. 2005 №1. С. 25-28.
6. Пенева Т. И., Мережко, А. Ф., Конарев, А. В. Изменение состава спектров глиаина в процессе создания сорта яровой тритикале Золотой Гребешок. /Тритикале России. Ростов-на-Дону.- 2008. С. 156-165.
7. Пенева Т. И., Кудрякова, Н. В., Конарев В. Г. Идентификация, регистрация и оценка генетической структуры тритикале. В кн. Молекулярно генетические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. М. Колос. 1993. С.175-192.
8. Поморцев А. А., Лялина Е. В., Животовский Л. А., Калабушкин Б. А., Пухальский В. А. Электрофорез запасных белков как метод сортового контроля у ярового ячменя. //Селекция и семеноводство. 2004. №3. С. 20-23.
9. Созинов А. А., Попереля Ф. А., Копусь М. М. Генетически обусловленные различия компонентного состава глиаина сортов Безостая 1 и днепровская 521 и их роль в определении качества муки/ Доклады ВАСХНИЛ. 1975. №11. С.10-14.

Об авторах

Шпилев Н. С. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГОУ ВПО Брянская государственная сельскохозяйственная академия.

Ториков В. Е. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГОУ ВПО Брянская государственная сельскохозяйственная академия.

Высоцкий О. Г. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВПО Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, O.Vysotskiy@yandex. ru.

Юхневская Л. Г. - ассистент ФГОУ ВПО Брянская государственная сельскохозяйственная академия, L.Yukhnevskaya@yandex. ru.

УДК 636.1.082.1

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛОШАДЕЙ

С.Е. Яковлева

Проведены исследования по влиянию радиационного загрязнения территорий конных заводов ^{137}Cs и работоспособности на воспроизводство лошадей русской рысистой породы. Установлено, что при плотности загрязнения почв ^{137}Cs от 1 до 15 Ки/км² увеличивается количество прохолостов, абортот и появления мертво- и слаборожденного приплода, что указывает на отрицательное влияние радиационного загрязнения территорий данных конных заводов на воспроизводство лошадей. Доказано, что показатели воспроизводства у лошадей высокого резвостного класса выше, чем у лошадей среднего и тихого классов.

Ключевые слова: радиационное загрязнение, русская рысистая порода, класс резвости, плодовитость, приплод.

Загрязнение территорий конных заводов радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской оказывает негативное воздействие на воспроизводство лошадей. Отсюда, значительный интерес представляет изучение особенностей воспроизводительных качеств кобыл русской рысистой породы, имеющих разный класс резвости и находящихся на территориях с разной плотностью загрязнения почв ^{137}Cs (ПЗП ^{137}Cs Ки/км²). Одним из главных факторов при отборе лошадей русской рысистой породы в производящий состав является резвость. Однако практикуемая система испытаний лошадей на ипподромах не всегда гарантирует сохранение нормальной половой функции кобыл, что приводит к абортот и прохолостам в первые два года плодовой деятельности. В ранее проводимых исследованиях отмечалась обратная зависимость между высокой работоспособностью и плодовитостью [4, с.139; 6, с.192].

Работа выполнена на материалах конных заводов Смоленского (Дорогобужский район Смоленской области), Локотского (Брасовский район Брянской области), (Россия) и Гомельского (Ветковский район Гомельской области, Республика Беларусь). Был проведен сравнительный анализ плодовитости кобыл за три смежных периода: до аварии - с 1978 по 1985 гг. – I-ый; после аварии - с 1986 по 1992 гг. – II-ой и с 1993 по 1999 гг. – III-ий. В данном случае учитывался тот факт, что после аварии на Чернобыльской АЭС территории двух последних конных заводов оказались загрязненными радионуклидами. До аварии плотность загрязнения почв ^{137}Cs (ПЗП ^{137}Cs , Ки/км²) в анализируемых конных заводах не превышала 0,04 Ки/км² (I период). Во II-ом периоде данный показатель составил 1-5 Ки/км² в Локотском конном заводе, 5-15 Ки/км² – в Гомельском; в III-ем периоде – 0,7-2 Ки/км² – Локотском и 1-5 Ки/км² – в Гомельском конных заводах.

Кобылы маточного состава в зависимости от класса резвости были разбиты на следующие группы в зависимости от класса резвости 2.00-2.05, 2.05¹-2.10, 2.10¹-2.15, 2.15¹-2.20, 2.20¹ и тише, небежавшие кобылы.

Результаты исследований показали, что в доаварийном периоде лучшими по зажеребляемости в Гомельском и Смоленском конных заводах были небежавшие кобылы (94,74% и 90,91% соответственно); в Локотском – самые резвые кобылы – 2.00-2.05 (100%). Низкие показатели зажеребляемости наблюдались в Гомельском и Смоленском конных заводах у самых тихих кобыл – 2.20,1 и тише (78,79% и 77,34% соответственно); в Смоленском - с резвостью 2.10,1-2.15 (77,73%); в Локотском – с резвостью 2.05,1–2.10 (82,94%).

Во II-ом периоде произошли изменения ($r_s = -0,09$ – Гомельский конный завод; $r_s = -0,49$ – Локотской конный завод; $r_s = +0,31$ – Смоленский конный завод), в результате чего в Гомельском конном заводе (ПЗП ^{137}Cs 5-15 Ки/км²) лучшие показатели зажеребляемости были отмечены у кобыл с резвостью 2,10,1–2.15 (92,63%); в Локотском (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²) и Смоленском – у небежавших кобыл (100% и 81,82% соответственно). Невысокие показатели зажеребляемости наблюдались в Гомельском конном заводе у кобыл с резвостью 2.15,1–2.20 (83,87%); в Локотском – с резвостью 2.00-2.05 (68,97%); в Смоленском – с резвостью 2.20,1 и тише (60,34%).

В III-ем периоде в Гомельском конном заводе (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²) высокие показатели зажеребляемости отмечены у небежавших кобыл (60,0%); в Локотском (ПЗП ^{137}Cs 0,7-2 Ки/км²) – у кобыл с резвостью 2.00-2.05 (67,86%); в Смоленском – у кобыл с резвостью 2.10,1-2.15 (66,67%). Низкая зажеребляемость наблюдалась в Гомельском конном заводе у кобыл с резвостью 2,15,1-2.20 (40,74%); в Локотском – с резвостью 2.10,1-2.15 (51,82%); в Смоленском – у небежавших кобыл (37,50%).

Наиболее высокий показатель выхода жеребят в I-ом периоде в анализируемых трех конных заводах был отмечен у кобыл с резвостью 2.00-2.05 (по 100% у гомельских и локотских кобыл и 91,67% - у смоленских). Низкий выход жеребят в данном периоде наблюдался у кобыл Гомельского конного завода с резвостью 2.20,1 и тише (в Локотском конном заводе – у кобыл с резвостью 2.05,1-

2.10 (76,59%); в Смоленском – у кобыл с резвостью 2.10,1-2.15 (67,69%).

Во II-ом периоде при загрязнении территорий конных заводов ^{137}Cs 1-15 Ки/км², произошли значительные изменения у кобыл Гомельского и Локотского конных заводов ($r_s = -0,60$). В Гомельском конном заводе наиболее высокий выход жеребят наблюдался у кобыл с резвостью 2.20,1 и тише (84,42%); в Локотском и Смоленском конных заводах – у небежавших кобыл (100% и 81,82% соответственно). Наименьший выход жеребят в данном периоде отмечен в Гомельском конном заводе у кобыл с резвостью 2.15,1-2.20 (68,82%); в Локотском – с резвостью 2.00-2.05 (55,17%); в Смоленском – с резвостью 2.20,1 и тише (56,90%).

В III-ем периоде в Гомельском конном заводе (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²) высокий выход жеребят наблюдался у кобыл с резвостью 2.10,1-2.15 (42,11%); в Локотском (ПЗП ^{137}Cs 0,7-2 Ки/км²) и Смоленском – у кобыл с резвостью 2.15,1-2.20 (47,30% и 57,50% соответственно). Низкий выход жеребят отмечен в Гомельском конном заводе у кобыл с резвостью 2.15,1-2.20 и 2.20,1 и тише (18,52% и 28,57% соответственно); в Локотском – с резвостью 2.10,1-2.15 (32,73%); в Смоленском – у небежавших кобыл (31,25%).

Лучшие показатели по благополучной выжеребке в I-ом периоде во всех анализируемых трех конных заводах были отмечены у кобыл с резвостью 2.00-2.05 (по 100%). В Локотском конном заводе высокий данный показатель наблюдался у кобыл с резвостью 2.20,1 и тише (100%). Наименьший данный показатель наблюдался в Гомельском конном заводе у небежавших кобыл (83,33%) и с резвостью 2.10,1-2.15 (83,16%); в Локотском – с резвостью 2.15,1-2.20 и 2.05,1-2.10 (92,31% и 92,34% соответственно); в Смоленском – с резвостью 2.10,1-2.15 (87,08%).

Во II-ом периоде в Гомельском конном заводе (ПЗП ^{137}Cs 5-15 Ки/км²) наиболее высокий данный показатель отмечен у кобыл с резвостью 2.20,1 и тише (92,86%); в Локотском (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²) и Смоленском конных заводах – у небежавших кобыл (по 100%); наиболее низкий – в Гомельском и Локотском конных заводах у кобыл с резвостью 2.00-2.05 (81,48 и 80,0% соответственно); Смоленском – с резвостью 2.05,1-2.10 (88,96%).

В III-ем периоде лучшими по показателю благополучной выжеребки в Гомельском конном заводе (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²) стали кобылы с резвостью 2.10,1-2.15 (69,90%); в Локотском (ПЗП ^{137}Cs 0,7-2 Ки/км²) и Смоленском – с резвостью 2.15,1-2.20 (83,33% и 95,83% соответственно). Более низкий данный показатель отмечен в Гомельском конном заводе у кобыл с резвостью 2.15,1-2.20 (45,45%); в Локотском – с резвостью 2.10,1-2.15 (63,16%); Смоленском – с резвостью 2.00-2.05 (76,92%).

В Гомельском конном заводе во II-ом периоде (ПЗП ^{137}Cs 5-15 Ки/км²), по сравнению с I-ым, стабильными остались показатели неблагополучной выжеребки только у небежавших кобыл. У кобыл с резвостью 2.10,1-2.15 и 2.20,1 и тише наблюдалось незначительное снижение данных показателей в 1,1 и 1,8 раза, хотя разница была статистически недостоверной. У кобыл всех остальных резвостных классов отмечено увеличение частоты абортов и появления мертво- и слаборожденного приплода при недостоверной статистической разнице. В III-ем периоде (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²), по сравнению со II-ым, отмечено увеличение показателей неблагополучной выжеребки у кобыл всех резвостных классов и небежавших. Так, у небежавших кобыл и класса резвостности 2.00-2.05 данные показатели увеличились в 2,1 раза (33,33% и 38,89% соответственно), у кобыл классов резвостности 2.05,1-2.10 – в 2 раза (39,18%), 2.15,1-2.20 – в 3 раза (54,55%) и 2.20,1 и тише – в 6 раз (42,86%). Разница статистически достоверна отмечена у кобыл класса резвостности 2.05,1-2.10 ($t_d=4,64$; $P<0,001$). У кобыл остальных классов изменение данного показателя статистически недостоверно.

Наименьшие показатели неблагополучной выжеребки наблюдались в I-ом периоде у кобыл класса резвостности 2.05,1-2.10 (7,69%), во II-ом – 2.20,1 и тише (7,14%), в III-ем – 2.10,1-2.15 (30,10%). Наибольшая частота абортов и появления мертво- и слаборожденного приплода наблюдались в I-ом периоде у небежавших кобыл и класса резвостности 2.10,1-2.15 (16,67% и 16,84% соответственно), во II-ом – 2.00-2.05 (18,52%), в III-ем – 2.15,1-2.20 (54,55%). Не было отмечено ни одного случая неблагополучной выжеребки в I-ом периоде у кобыл класса резвостности 2.00-2.05. Двойневость встречалась у кобыл класса резвостности 2.10,1-2.15.

В Локотском конном заводе во II-ом периоде (ПЗП ^{137}Cs 1-5 Ки/км²), по сравнению с I-ым, отмечено увеличение показателей неблагополучной выжеребки у кобыл всех классов резвостности, кроме небежавших, у которых не было зафиксировано случаев абортов и появления мертво- и слаборожденного молодняка. У кобыл класса резвостности 2.05,1-2.10 данные показатели выросли в 1,6 раза (12,55%), 2.10,1-2.15 – в 2,5 раза (14,69%), 2.15,1-2.20 – в 1,5 раза (12,55%).

В III-ем периоде, по сравнению со II-ым, отмечено еще большее увеличение показателей неблагополучной выжеребки у кобыл всех классов резвостности и небежавших. Так, у кобыл классов резвостности 2.00-2.05 частота абортов и появления мертво- и слаборожденного молодняка выросла в 1,6 раза (31,58%), 2.05,1-2.10 – в 2,1 раза (25,90%), 2.10,1-2.15 – в 2,5 раза (36,84%), 2.15,1-2.20 – в 1,5 раза (16,67%), 2.20,1 и тише – в 2,3 раза (15,79%). Статистически достоверная разница увеличения данно-

го показателя наблюдалась у кобыл класса резвости 2.10,1-2.15 ($td=2,22$; $P<0,05$).

Не было зафиксировано случаев аборт и появления мертво- и слаборожденного приплода в I-ом периоде у кобыл классов резвости 2.00-2.05 и 2.20,1 и тише. Наименьшие показатели неблагополучной выжеребки наблюдалось в I-ом периоде у кобыл класса резвости 2.10,1-2.15 (5,05%), во II-ом и III-ем периодах – 2.20,1 и тише (6,67% и 15,79% соответственно). Наиболее высокие показатели плодовитости отмечены в I-ом периоде у кобыл классов резвости 2.05,1-2.10 и 2.15,1-2.10 (7,66% и 7,69% соответственно), во II-ом – 2.00-2.05 (20,0%), в III-ем – 2.10,1-2.15 (36,84%). Двойнесть встречалась у кобыл классов резвости 2.05,1-2.10, 2.10,1-2.15 и 2.15,1-2.20.

В Смоленском конном заводе во II-ом периоде, по сравнению с I-ым, не было отмечено случаев неблагополучной выжеребки у небежавших кобыл. Стабильными остались данные показатели у кобыл класса резвости 2.15,1-2.20 (7,69%), снизились – у кобыл класса резвости 2.10,1-2.15 в 2,1 раза (6,15%) и 2.20,1 и тише в 1,2 раза (5,71%). У кобыл класса резвости 2.05,1-2.10 данные показатели выросли в 1,5 раза (11,04%). В III-ем периоде, по сравнению со II-ым, наблюдалось увеличение показателей неблагополучной выжеребки у кобыл всех резвостных классов, кроме кобыл класса резвости 2.15,1-2.20, у которых данные показатели снизились в 1,8 раза (4,17%). Отмечен случай аборта у небежавших кобыл. У кобыл классов резвости 2.00-2.05 данные показатели выросли в 3,7 раза (23,08%), 2.05,1-2.10 – в 1,4 раза (15,70%), 2.10,1-2.15 – в 3,1 раза (19,0%), 2.20,1 и тише – в 2,7 раза (15,38%). Статистически достоверная разница увеличения показателей неблагополучной выжеребки отмечена у кобыл класса резвости 2.10,1-2.15 ($td=3,00$; $P<0,001$).

Наименьшая частота аборт и появления мертво- и слаборожденного приплода отмечена в I-ом периоде у кобыл класса резвости 2.20,1 и тише (7,07%), во II-ом – 2.00-2.05 и 2.10,1-2.15 (6,25% и 6,15% соответственно), в III-ем – 2.15,1-2.20 (4,17%). Наиболее высокие данные показатели наблюдались в I-ом периоде у кобыл классов резвости 2.10,1-2.15 (12,92%), во II-ом – 2.05,1-2.10 (11,04%), в III-ем – 2.00-2.05 (23,08%). Двойнесть за анализируемые периоды встречалась у кобыл классов резвости 2.05,1-2.10 и 2.10,1-2.15.

В целом в анализируемых конных заводах в группировке резвостных классов в зависимости от плотности загрязнения почв ^{137}Cs , получены невысокие показатели зажеребляемости и благополучной выжеребки. Наблюдается достаточно большое количество прохолостов, аборт и появления мертво- и слаборожденного приплода. Особенно выросли данные показатели у кобыл Гомельского и Локотского конных заводов во II-ом и III-ем периодах при плотности загрязнения почв ^{137}Cs от 1 до 15 Ки/км², что указывает на отрицательное влияние радиационной обстановки территорий данных конных заводов на плодовитость лошадей.

За все три исследованных периода лучшие показатели плодовитости были отмечены как у небежавших и более «тихих» кобыл, так и более резвых. При этом отмечено, что в I-ом и II-ом периодах достаточно высокие показатели плодовитости наблюдались как у самых резвых кобыл, так и небежавших, то уже в III-ем периоде лучшие данные показатели были отмечены у более «тихих» кобыл. В Локотском конном заводе у кобыл класса резвости 2.00-2.05 остались достаточно высокие показатели плодовитости, что несколько расходится с мнением авторов, которые утверждали, что ипподромные испытания оказывают отрицательное воздействие на плодовые качества кобыл [1, с.54; 2, с.19; 5, с.18]. Вместе с тем наши данные совпадают с результатами, которые были получены В.А. Шингаловым и Л.А. Шевченко, А.А. Новиковым, Т.И. Волковой (1998) [3, с. 83; 7, с.109].

Во всех конных заводах двойнесть встречалась у кобыл с резвостью 2.10,1-2.15, в Локотском и Смоленском – с резвостью 2.05,1-2.10. Это позволяет сделать вывод о передаче данного показателя по наследству вместе с резвостными качествами.

Статистически достоверной зависимости невысокой плодовитости маток от класса резвости не наблюдается. Однако, зажеребляемость и благополучная выжеребка в первые 5 лет использования по абсолютным показателям у кобыл, не прошедших испытаний, несколько выше, чем у маток высокого, среднего и тихого классов резвости. Вместе с тем, абсолютные показатели плодовитости у маток высокого резвостного класса выше, чем у маток среднего и тихого классов, а количество прохолостов, аборт, слабо- и мертворожденных ниже, чем маток среднего, тихого и неиспытанных.

Researches on influence of radiation pollution of territories horse заводов ^{137}Cs and working capacity on reproduction of horses of the Russian trotter breed are conducted. It is established that at the density of pollution of soils ^{137}Cs from 1 to 15 Ki/sq.^{km} the quantity the single, abortions and emergence of a dead and the deadborn issue that points to negative influence of radiation pollution of territories of the given horse-breeding centers on reproduction of horses increases. It is proved that reproduction indicators at horses of a high performance are higher, than at horses of average and silent classes.

The key words: radiation pollution, Russian trotter breed, playfulness class, fertility, issue.

Список литературы

1. Нежданов, А.Г. Воспроизводительная способность лошадей разных пород в связи с возрастом, тренингом и сроками осеменения после родов / А.Г. Нежданов, О.В. Гудкова // Материалы 2-ой научно-практической конференции «Ветеринарное обеспечение в современном иппобизнесе». Санкт-Петербург, 2002. С. 52–54.
2. Николаева, Л.К. Плодовитость кобыл орловской рысистой породы в зависимости от возраста и резвости / Л.К. Николаева // Сб. науч. тр. «Научные основы сохранения и совершенствования пород лошадей». Дивово, 2002. С. 12–20.
3. Новиков, А.А. Влияние резвости на племенное использование и плодовитость селекционного ядра чистокровной верховой породы лошадей / А.А. Новиков, Т.И. Волкова // Науч. техн. бюллетень Укр. акад. аграр. наук. Инст. жив-ва № 74. Харьков, 1998. С.81–86.
4. Пэрн, Э.М. Возможность использования показателей плодовитости в планировании селекции лошадей. / Э.М. Пэрн // Проблемы племенной работы и экологически чистых технологий в коневодстве. ВНИИК, 1994. С. 127–140.
5. Сулейманов, О.И. Влияние испытаний на плодовитость кобыл чистокровной верховой породы / О.И. Сулейманов, И.Н. Круглова // Перспективы коневодства России в XXI веке. Тез. докл. науч.-практич. конф. и координационного совещания, посвященных 70-летию ВНИИ коневодства.. Ч.1. Дивово, 2000 С.16–18.
6. Фомина, Е.Л. Воспроизводительная функция орловских и русских кобыл в условиях Дубровского конного завода. / Е.Л. Фомина, К.И. Мирошникова, И.А. Валк // Интенсификация селекции и технологии выращивания лошадей. Сб. науч. тр. ВНИИ коневодства. Дивово, 1988. С.190–201.
7. Шингалов, В.А. Отбор по резвости и плодовитость лошадей русской рысистой породы. / В.А. Шингалов, Л.А. Шевченко // Пути совершенствования племенных и продуктивных качеств жвачных животных в Поволжском регионе. Сб. науч. работ. Саратов, 1987. С.105–109.

Об авторе

Яковлева С.Е. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия», академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, yakovleva_sv@rambler.ru.

УДК 636.1:631.95

РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В ЗОНАХ РАЗВЕДЕНИЯ ЛОШАДЕЙ РУССКОЙ РЫСИСТОЙ ПОРОДЫ

С.Е. Яковлева

На основании проведенных исследований дана оценка радиационно-экологической ситуации в зонах разведения лошадей русской рысистой породы, пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.). В результате исследований выявлено, что на площадях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, обстановка стала постепенно улучшаться. Установлено, что если на пашне условия для ведения сельскохозяйственного производства в Гомельском и Локотском конных заводах стали обычными, то на сенокосах и пастбищах вероятность получения с кормом ^{137}Cs осталась еще значительная.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, конных завод, русская рысистая порода.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС на территории Брянской области и Республики Беларусь произошло выпадение изотопов, приведшее к значительному загрязнению земель сельскохозяйственных угодий. Выпадение радионуклидов на местности носило неравномерный, «пятнистый» характер, обусловленный большим разнообразием метеоусловий в приземных слоях воздуха, неравномерным выпадением атмосферных осадков, их интенсивностью в момент прохождения радиоактивного облака, условий рельефа и других факторов [1, с.2].

На загрязненных территориях наиболее опасными для жизни являются изотопы ^{137}Cs . Данные дозиметрических измерений, проведенные радиологами в 1986 году, показали, что уровень радиоактивного загрязнения ^{137}Cs на территории Гомельского конного завода колебался от 5 до 15 Ки/км², достигая в отдельных местах на пастбищах до 40 Ки/км²; на территории Локотского конного завода – от 1 до 5 Ки/км²; на территории Смоленского конного завода радиационный фон находится в пределах допустимых норм – до 1 Ки/км². В связи с этим в Гомельском и Локотском конных заводах регулярно проводится оценка радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий по реперным точкам. Для условий ведения сельскохозяйственного производства в хозяйствах имеются карты, где

указаны уровни загрязнения почв каждого поля, участка, сенокоса и выгона. В качестве признака, обладающего обобщающей количественной характеристикой любого территориального объекта использована средневзвешенная величина содержания радионуклида в почве, в данном случае ^{137}Cs .

По данным Брянского Центра «Агрохимрадиология», территория Локотского конного завода составляет 4529 га сельскохозяйственных угодий, из которых 1288 га после аварии на ЧАЭС (1986) имели загрязнение до 1 Ки/км², а 3241 га – от 1 до 5 Ки/км². Средневзвешенная плотность загрязнения составляла 1,1 Ки/км². 1986 год характеризовался в основном поверхностным загрязнением растений радионуклидами. В 1987-1988 годах отмечалось их корневое поступление, хотя на естественных кормовых угодьях продолжало иметь место и поверхностное загрязнение.

На почвах с содержанием ^{137}Cs от 15 до 40 Ки/км² (Гомельский конный завод) проводилась заглубленная вспашка пахотных угодий с применением комплекса агротехнических мероприятий, позволяющих снизить концентрацию радионуклидов в урожае в 2-4 раза. Впоследствии такие сенокосно-пастбищные угодья подверглись коренному улучшению и, вследствие этого, наблюдалось снижение мощности дозы гамма-излучения в 2-3,3 раза, плотности загрязнения верхнего пахотного слоя горизонта в 1,3-11 раз, что дало возможность уменьшить накопление радионуклидов в травостое до 35 раз, т.е. получать «чистые» корма. Агрохимические мероприятия включали следующий комплекс работ: внесение магнийсодержащих известковых материалов, внесение фосфорно-калийных удобрений, дробное внесение азотных удобрений. На угодьях свыше 15 Ки/км² убирался кустарник. Сено, полученное с таких участков, подлежало обязательно радиометрическому контролю.

По рекомендациям Г.Т. Воробьева и др. (1994) при содержании ^{137}Cs от 5 до 15 Ки/км² естественные пастбища и сенокосные угодья для выпаса подсосных и лактирующих животных желательнее не использовать, т.к. их дернина являются большим накопителем радионуклидов [2, с. 24].

В большинстве пострадавших районов преобладающими типами лугов и пастбищ являлись суходольные, низинные и пойменные с различными типами и разновидностями почв. В первые годы значительное количество выпавших радиоактивных веществ было сосредоточено в поверхностном дерновом слое 0–5 см на нетронутых ландшафтах суходольных лугов, на заполняемых поймах заглублены до 10–20 см. Это приводило к корневому накоплению радионуклидов в растениях и значительному загрязнению поверхности травостоя. Без ограничений рекомендовалось использовать естественные сенокосы и пастбища с уровнем загрязнения ^{137}Cs до 3 Ки/км². Но в Гомельском и Локотском конных заводах в первые годы после аварии проводился выпас лошадей на участках, где плотность загрязнения превышала 3 Ки/км². Вследствие этого у кобыл отмечено увеличение количества аборт, случаев появления мертво- и слаборожденного приплода, отмечено рождение жеребят-уродов. Впоследствии для сенокосения и выпаса животных старались выделять участки с уровнем загрязнения ^{137}Cs не выше 2 Ки/км², а сено, полученное с таких участков, подлежало обязательно радиометрическому контролю.

В 1988-1992 гг. среднее содержание радионуклидов ^{137}Cs на территории Локотского конного завода составило 1,4 Ки/км² и ^{90}Sr –0,07 Ки/км². Брасовский район, где расположен конный завод, попал группу хозяйств области с низкой степенью загрязнения. Средневзвешенная плотность загрязнения почв ^{137}Cs территории Локотского конного завода в 1999 году составила 0,95 Ки/км², на пастбищах – до 2 Ки/км².

На территории Гомельского конного завода, по данным на 1998 год, с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км² осталось 18% земель, от 10 до 15 Ки/км² – 7%. Загрязненность сельскохозяйственных угодий и пастбищ колеблется ^{90}Sr колеблется от 0,15 до 0,50 Ки/км².

В настоящее время в Брянской области радиологический контроль за продукцией растениеводства, животноводства, сельхозугодьями осуществляет Брянский Центр «Агрохимрадиология» и Брянский ветеринарный центр, в Гомельской – РНИУП «Институт радиологии». Система радиационного контроля предусматривает исследование фуража: грубых кормов (сено естественных пастбищ и сеянных трав, солому и др.), концентрированных и сочных кормов, корнеклубнеплодов. Проводятся также исследования загрязненности воды, используемой для поения животных. В регионах, имеющих плотность загрязнения от 1 до 5 Ки/км², проводят выборочный контроль за продукцией животноводства и растениеводства. Выявлено, что загрязненность сена в 1991 году, по сравнению с 1986 годом, снизилась с 79% до 18%.

В настоящее время в почвах ^{137}Cs находится в труднодоступной для растений форме – 66,2-78,4%, на долю доступной формы приходится 7,2-10,1%. Несколько иначе по значимости форм выглядит ^{90}Sr . Содержание его в нейтральной форме составляет 7,0-42,4%, в доступной – 40,7-64,9%.

В 1995 году завершена систематизация информации, полученной за десятилетний период работ по оценке радиоактивного загрязнения территорий России в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Исследования подтвердили, что основным дозообразующим компонентом на территориях, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС является ^{137}Cs .

Неоднократное картирование территорий конных заводов по радионуклиду ^{137}Cs показало

снижение радиоактивности пахотного, сенокосного и пастбищного горизонта, что является следствием проведения комплекса мероприятий и естественного распада радионуклидов. Наблюдения, проводимые на стационарных участках, выявили снижение мощности гамма-излучения на пашне в 2-4 раза, естественных сенокосах в 1,2-2 раза, на сеяных многолетних травах в 1,5-3 раза. На площадях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, обстановка стала постепенно улучшаться. Но, если в Гомельском и Локотском конных заводах на пашне условия для ведения сельскохозяйственного производства стали обычными, то на сенокосах и пастбищах вероятность получения с кормом ^{137}Cs осталась еще значительная.

Таким образом, при радиоактивном загрязнении почв сельскохозяйственных угодий важным условием ведения сельского хозяйства был и остается – получение продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям, обеспечение наименьшего риска воздействия радиоактивного фактора на животных за счет внешнего и внутреннего облучения.

On the basis of the conducted researches the assessment of a radiation and ecological situation in the zones of cultivation of horses of the Russian trotter breed which were injured after the Chernobyl accident (1986) is given. As a result of researches it is revealed that on the areas which have undergone radioactive pollution, the situation began to improve gradually. It is established that if on an arable land of a condition for maintaining agricultural production in the Gomel and Lokotsky horse-breeding centers became usual, on haymakings and pastures the probability of receiving with a forage ^{137}Cs remained still considerable.

The key words: *radioactive pollution, horse plant, Russian trotter breed.*

Список литературы

1. Агеец, В.Ю. Миграция искусственных радионуклидов цезия и стронция в различных типах почв Белоруссии / В.Ю. Агеец, Н.И. Щугля, А.А. Шмигельский // Геохимические пути миграции искусственных радионуклидов в биосфере. Пушино, 1991. 26 с.
2. Радиоактивное загрязнение почв Брянской области. / Г.Т. Воробьев [и др.] Брянск: Изд-во «Грани». 1994. 149 с.

Об авторе

Яковлева С.Е. – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия», академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, yakovleva_sv@rambler.ru.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Правила оформления и издания «Вестника Брянского государственного университета»

В журнале «Вестник БГУ» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов), ранее нигде не опубликованный.

Статьи представляются в редколлегии серий в печатном и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы: левое – 2 см, правое – 2 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) 1,25 см (формата А-4), выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются.

Статьи формируются редколлегиями серий и предоставляются в научно-методический отдел для верстки. Периодичность выхода – №1 (январь-март), №2 (апрель-июнь), №3 (июль-сентябрь), №4 (октябрь-декабрь).

Объем статей, как правило, не должен превышать 12 страниц, включая список литературы. Список литературы формировать в порядке цитирования или в алфавитном порядке (в начале источники на русском языке, затем на иностранных языках). Работы одного и того же автора цитируются в хронологическом порядке независимо от наличия соавторов. Ссылки на литературу по тексту статьи необходимо давать в квадратных скобках. Подписи к рисункам, таблицам – шрифт Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева). Название статьи оформляется прописными буквами, жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать инициалы и фамилии авторов жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать адрес места работы, e-mail автора (соавторов) – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по центру.

Ссылки оформляются в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». П.7.4.2. (текст см.: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511>)

Аннотация статьи должна не превышать 1200 знаков (с пробелами) и располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5 – 7) на русском и английском языках.

Все рисунки и чертежи выполняются четко, в формате, обеспечивающем ясность понимания всех деталей; это особенно относится к фотокопиям и полутоновым рисункам. Рисунки, выполненные карандашом, не принимаются. Язык надписей на рисунках (включая единицы измерения) должен соответствовать языку самой статьи. Поясняющие надписи следует по возможности заменять цифрами и буквенными обозначениями, разъясняемыми в подписи к рисунку или в тексте. Авторы, использующих при подготовке рисунков компьютерную графику, просим придерживаться следующих рекомендаций: графики делать в рамке; штрихи на осях направлять внутрь; по возможности использовать шрифт Times; высота цифр и строчных букв должна быть в пределах 3-4% от максимального размера (высоты или ширины) рисунков, это относится и к цифрам на осях вставки; обозначения единиц измерения на осях графиков приводить в скобках. Таблицы, рисунки и подписи к ним помещаются непосредственно в тексте.

Векторные величины выделяются **прямым полужирным шрифтом**. Все сколько-нибудь громоздкие формулы выносятся на отдельные строки.

В тексте статьи допускаются системы физических единиц СИ и СГСЭ.

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, адреса мест работы авторов, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи.

К статьям, направляемым в редколлегии серий, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, имя, отчество, научная степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес, контактный телефон, , e-mail.

К статьям, выполненными аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Редколлегии серий направляют полученные статьи на рецензирование.

Редколлегии серий оставляют за собой право вернуть статью на доработку.

Контактная информация:

Адрес: 241036, Брянск, ул. Бежицкая, 14, каб. 101 - Научно-методический отдел.

Телефон: (4832) 66-67-58

ВЕСТНИК
Брянского государственного университета
имени академика И.Г. Петровского

ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Учредитель ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет
имени академика И.Г. Петровского»

Главный редактор
д.ф.н., проф. А.В.Антюхов

**Свидетельство о регистрации выдано Федеральной службой по надзору
за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия ПИ № ФС77-515557 от 26. 10. 12**

Подписной индекс «Роспечать» -47075 годовая

Адрес редакции:
241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, 14

Подписано в печать 05.12.2013. Формат 60х84/8.

Печать на ризографе. Бумага офсетная.
Усл. п.л. 24,38. Тираж 500 экз. Свободная цена.

РИО ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет
имени академика И.Г. Петровского».
241036, г. Брянск, Бежицкая, 20.

Отпечатано в РИО ФГБОУ ВПО «Брянский государственный
университет имени академика И.Г. Петровского».
241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, 20

