

ISSN 1818-507X

АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
СТАЛИ И СПЛАВОВ
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В.Л. КОМАРОВА РАН
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ
им. И.М. СЕЧЕНОВА РАН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2011
№ 4 (37)

Журнал издается с 1999 г.

Журнал включен в перечень изданий, утвержденных ВАК для публикации основных результатов кандидатских и докторских диссертационных исследований по специальностям: «Физика конденсированного состояния», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Биохимия», «Ботаника», «Зоология», «Физиология», «Генетика», «Экология», «Гидробиология», «Биотехнология», «Гистология, цитология. Клеточная биология», «Почвоведение», «Биологические ресурсы», «Информационно-измерительные и управляющие системы (в научных исследованиях)», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Селекция и семеноводство», «Фармацевтическая химия, фармакогнозия», «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов», «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Астрахань
Издательский дом «Астраханский университет»
2011

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

**ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

2011

№ 4 (37)

Редакционный совет:

Т.Г. Анищенко, д-р биол. наук, проф. Саратовского государственного университета;
О.А. Бутова, д-р мед. наук, проф. Ставропольского государственного университета;
Ю.М. Дедков, д-р хим. наук, проф. Московского государственного областного университета;
Ю.А. Даринский, д-р биол. наук, проф. Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (г. Санкт-Петербург);
Л.Е. Кокшунова, канд. биол. наук,
доц. Калмыцкого государственного университета (г. Элиста);
С.С. Клаучек, д-р мед. наук,
проф. Волгоградского государственного медицинского университета;
А.Н. Неваленный, д-р биол. наук, проф. Астраханского государственного технического университета;
Н.Г. Ованесов, канд. пед. наук, проф. Астраханского государственного университета;
Л.Х. Сангаджиева, д-р биол. наук,
проф. Калмыцкого государственного университета (г. Элиста);
А.А. Терентьев, д-р мед. наук,
проф. Российского государственного медицинского университета Росздрава (г. Москва);
С.Б. Убизский, д-р физ.-мат. наук,
доц. Национального университета «Львовская политехника» (г. Львов, Украина)

Главный редактор:

Д.Л. Теплый, д-р биол. наук, проф. Астраханского государственного университета

Редакционная коллегия:

Ю.И. Авдеев, д-р с.-х. наук, проф. Астраханского государственного университета;
Н.М. Альков, д-р хим. наук, проф. Астраханского государственного университета;
Э.И. Бесчетнова, канд. геогр. наук, доц. Астраханского государственного университета;
А.Г. Глинина, канд. хим. наук, доц. Астраханского государственного университета;
В.К. Карпасюк, д-р физ.-мат. наук, проф. Астраханского государственного университета
(зам. гл. редактора);
А.Г. Кушнер, канд. физ.-мат. наук, доц. Астраханского государственного университета;
А.М. Лихтер, д-р техн. наук, доц. Астраханского государственного университета;
В.Н. Пилипенко, д-р биол. наук, проф. Астраханского государственного университета;
М.И. Пироговский, канд. биол. наук, доц. Астраханского государственного университета;
Н.М. Семчук, д-р пед. наук, проф. Астраханского государственного университета

Ответственный секретарь:

Е.Г. Русакова, канд. биол. наук, доц. Астраханского государственного университета

Журнал выходит 4 раза в год

Все материалы, поступающие в редколлегию журнала,
проходят независимое рецензирование

© Астраханский государственный университет,
Издательский дом
«Астраханский университет», 2011
© Ю. А. Яценко, оформление обложки, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

З.Н. Амалова, Р.С. Эржапова, А.А. Лиховид,

З.Н. Кадиева, З.И. Ирисханова

Редкие и исчезающие виды растений гидрофильной флоры

Центрального Предкавказья 7

Н.Б. Хазыкова, Н.М. Бакташева

Подземная ярусность псаммофильной растительности

Черноземельского района Республики Калмыкия 10

Р.С. Эржапова, З.Н. Амалова, З.И. Ирисханова

Семейство Brassicaceae полупустынной, степной и лесостепной

приуроченности Чеченской Республики 16

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

И.А. Байраков, Р.А. Идрисова

Горные умеренные гумидные ландшафты Чеченской Республики

и их антропогенные нарушения 21

И.А. Байраков, Р.А. Идрисова

Нефтехимическое загрязнение почв Чеченской Республики и меры

по их рекультивации 26

О. Голлерова

Инфраструктурная и социально-экономическая составляющие

туристско-рекреационного потенциала Подунайского региона Словакии 31

С.С. Евсеева

Сапробиологическая оценка вод низовий Волги по фитопланктону 36

А.С. Первалова, Л.В. Яковлева

Биологический круговорот фосфора в почвенно-растительных комплексах

дельты Волги 39

А.Ф. Сокольский, С.С. Евсеева

Количественная и качественная характеристика фитопланктона реки Ахтуба 44

Х.К. Чан, М.Ю. Карапун

Накопление ионов хрома (Cr^{6+}) водными макрофитами

при различных значениях водородного показателя 47

Ю.С. Чуйков, В.Г. Калиев

К вопросу об охране и использовании животного мира Астраханской области 53

Ю.С. Чуйков, Т.Х. Шадманова

К оценке состояния урбанизированных и естественных территорий

Астраханской области с помощью методов биоиндикации 60

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Ж.А. Зиминова, Р.А. Арсланова, А.С. Абакумова

Эффективность применения биопрепаратов биогенного происхождения

на овощных культурах в Нижнем Поволжье 68

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ

И МЕДИЦИНА

Г.М. Абдурахманов, Э.С. Эржапова, Т.И. Гайрабекова

Динамика показателей заболеваемости населения острым инфарктом

миокарда в связи с экологией 73

Н.З. Бакиева

Сравнительная оценка работоспособности детей 6 и 7 лет в условиях

систематического обучения 81

<i>В.И. Воробьев, Н.М. Сошников, Д.В. Воробьев, Е.Н. Щербакова, Н.И. Захаркина, А.П. Полковниченко, А.С. Костин</i>	
Изменение физиологических показателей белого и пестрого толстолобиков под влиянием меди	88
<i>Д.В. Воробьев</i>	
Коррекция морфофизиологических показателей при комбинированном гипозементозе растущих свиней препаратами селена, йода и меди в биогеохимических условиях их недостатка	92
<i>Г.М. Коновалова, Г.А. Севрюкова</i>	
Дифференцированный подход в оценке адаптации студентов медицинского профиля к условиям обучения в вузе	97
<i>С.В. Котельникова, Д.Л. Теплый, А. В. Котельников, М. В. Каргина, Г. А. Шараева</i>	
Сезонные и половые особенности гравиметрических показателей эндокринных и иммунных органов в условиях кадмиевой интоксикации.....	103
<i>К.А. Надеин</i>	
Цитологический состав синовиальной жидкости при нарушении кровоснабжения синовиальных сумок у коров с хроническим воспалением	110
<i>О.А. Письменная</i>	
Некоторые аспекты выращивания молоди судака (<i>Stizostedion lucioperca</i>) на ранних этапах онтогенеза в условиях установки замкнутой системы водоснабжения	114
<i>И.Е. Рыбальченко</i>	
Объемные и качественные показатели государственных заданий по оказанию высокотехнологичной медицинской помощи	121
РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА ЖИВОТНЫХ	
<i>М.А. Кузичкин</i>	
Селекционные мероприятия, проводимые с овцами Эдильбаевской породы с целью повышения оплодотворяемости в КФХ «Чапчачи» Наримановского района Астраханской области	129
<i>О.А. Цымбал</i>	
Адаптационные и продуктивные особенности крупнорогатого скота Красно-пестрой породы в условиях Астраханской области.....	133
ФИЗИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	
<i>А.Н. Булатова, М.Ф. Булатов, И.Ю. Шустова</i>	
Сравнительный анализ электрических характеристик графена, полученного различными методами	136
<i>М.Д. Элькин, Е.Ю. Степанович, Д.М. Нуралиева, Е.А. Джалмухамбетова, О.М. Алыкова</i>	
Системный анализ колебательных состояний димеров бензойной кислоты	147
<i>Е.А. Эрман, Е.Ю. Степанович, В.В. Смирнов, Д.М. Нуралиева, А.Р. Гайсина</i>	
Моделирование параметров адиабатического потенциала пировиноградной кислоты. Мономеры и димеры	153
ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ	160
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	161

CONTENTS

BOTANICAL RESEARCH

Z.N. Amalova, R.S. Erzhapova, A.A. Lihovid,

Z.N. Kadieva, Z.I. Irishanova

Rare and vanishing species of plants hydrophilic floras of the Central Ciscaucasia..... 7

N.B. Hazykova, N.M. Baktasheva

Underground layering of the psammophilous vegetation
of the Chernozemelsky district of the Kalmykia Republic 10

R.S. Erzhapova, Z.N. Amalova, Z.I. Irishanova

Brassicaceae family of semidesert, steppe and forest-steppe confinement
of the Chechen Republic 16

PROBLEMS OF REGIONAL ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT

I.A. Bajrakov, R.A. Idrisova

Alpine temperate humid landscapes of the Chechen Republic
and their anthropogenic disturbances 21

I.A. Bajrakov, R.A. Idrisova

Petrochemical contamination of soils of the Chechen Republic and the measures
for their improvement 26

O. Hollerova

Infrastructure and socio-economic components of tourist-recreational potential
of the Podunaysky region of Slovakia..... 31

S.S. Evseeva

Saprobiological phytoplankton evaluation of the Lower Volga waters 36

A.S. Perevalova, L.V. Yakovleva

The biological cycle of phosphorus in the soil-vegetative complexes
of the Volga delta 39

A.F. Sokolsky, S.S. Evseeva

Quantitative and qualitative characteristics of the Akhtuba river phytoplankton 44

H.Q. Chan, M.Yu. Karapun

Accumulation of the chromium ions (Cr^{6+}) by aquatic macrophytes
at different values of hydrogen index..... 47

Yu.S. Chuikov, V.G. Kaliev

To the issue of conservation and use of the Astrakhan region fauna 53

Yu.S. Chuikov, T.H. Shadmanova

To the assessment of urban and natural territories of the Astrakhan region
by the methods of bioindication..... 60

BIOTECHNOLOGY

Zh.A. Zimina, R.A. Arslanova, A.S. Abakumova

The efficiency of the biological preparations of biogenic origin for growing
some vegetables in the Low Volga region..... 68

EXPERIMENTAL PHYSIOLOGY, MORPHOLOGY AND MEDICINE

G.M. Abdurahmanov, E.S. Erzhapova, T.I. Gajrabekova

Dynamics of the incidence of acute myocardial indicators of the population
in connection with the environment..... 73

N.Z. Bakieva

Comparative evaluation of working capacity of 6 and 7 year-old children
in the conditions of systematic teaching..... 81

<i>V.I. Vorobiov, N.M. Soshnikov, D.V. Vorobiov, E.N. Shcherbakova, N.I. Zakharkina, A.P. Polkovnichenko, A.S. Kostin</i>	
The change of physiological indicators of the white and motley silver carps under the influence of copper.....	88
<i>D.V. Vorobiov</i>	
The correction of morphophysiological indicators in combined shortage of microelements of growing pigs by the preparations of selenium, iodine and copper in biochemical conditions of their lack	92
<i>G.M. Konovalova, G.A. Sevrjukova</i>	
Differentiated approach in the assessment of students' adaptation to the conditions of study at the university.....	97
<i>S.V. Kotelnikova, D.L. Teply, A.V. Kotelnikov, M.V. Kargina, G.A. Sharaeva</i>	
The seasonal and sexual features of the gravimetric parameters of endocrine and immune organs in conditions of cadmium intoxications	103
<i>K.A. Nadein</i>	
The cytological composition of the synovial fluid in circulatory disorders of the synovial bags in cows with the chronic inflammation.....	110
<i>O.A. Pismennaya</i>	
Some aspects of the breeding of young pike perch (<i>Stizostedion lucioperca</i>) at early stages ontogeny in the installation of the closed water-supply system	114
<i>I.E. Rybalchenko</i>	
The volumetric and qualitative indicators of the state tasks on rendering of the high-tech medical aid.....	121
CULTIVATION, BREEDING AND GENETICS OF ANIMALS	
<i>M.A. Kuzichkin</i>	
The selective actions made with the sheep of the Edilbaevsky breed for the purpose of the fertilization increasing in the farm "Chapchachi" of the Narimanovsky area of the Astrakhan region	129
<i>O.N. Tsymbal</i>	
The adaptation and productive characteristics of the Red-motley breed cattle in conditions of the Astrakhan region	133
PHYSICS AND MATHEMATICAL MODELLING	
<i>A.N. Bulatova, M.F. Bulatov, I.Yu. Shustova</i>	
The comparative analysis of electrical characteristics of a graphene obtained by different methods.....	136
<i>M.D. Elkin, E.Yu. Stepanovich, D.M. Nuralieva, E.A. Dzhalmuhambetova, O.M. Alykova</i>	
The system analysis of the benzoic acid dimers vibration	147
<i>E.A. Erman, E.Yu. Stepanovich, V.V. Smirnov, D.M. Nuraliev, A.R. Gaisina</i>	
The simulation of the adiabatic building parameters of benzoic acid. Monomers and dimers.	153
ORDER OF REVIEWING.....	160
RULES FOR THE AUTHORS	161

БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 581.5

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ ГИДРОФИЛЬНОЙ ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Зулихан Нурдиевна Амалова¹, кандидат биологических наук, ассистент
Разет Салмановна Эржапова¹, доцент, кандидат биологических наук
Андрей Александрович Лиховид², доктор географических наук, профессор, проректор по научной работе Ставропольского государственного университета
Залина Нурдиевна Кадиева¹, старший лаборант
Зазу Имрановна Ирисханова¹, доцент, кандидат биологических наук, заместитель декана по учебной работе

Чеченский государственный Университет¹
364051, г. Грозный, ул. Шерипова, 32,
тел. 89287857076, e-mail: zu_a@mail.ru, Razet-60@mail.ru
Ставропольский государственный университет²
355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1,
тел. (8652) 35-72-65, e-mail: stavsus@stavsus.ru

Сохранение флоры и растительности водных экосистем является одной из актуальных задач современности и обусловлено не столько охраной отдельных видов, сколько необходимостью сохранения самого комплекса – всего водного биома с его сложной структурой и экологическими связями видов и ассоциаций макрофитов.

Особую значимость приобретает сохранение генофонда редких и исчезающих видов растений. К числу последних на территории Ставропольского края относится 327 вида сосудистых растений и 2 вида водорослей.

В результате проведенных исследований выделены виды исследуемой флоры, нуждающиеся в охране и рекомендуемые для внесения в Красную книгу Ставропольского края.

Ключевые слова: флора, растительность водных экосистем, сохранение генофонда, редкие и исчезающие растения, категория, статус, реликт, эндемик.

RARE AND VANISHING SPECIES OF PLANTS HYDROPHILIC FLORAE OF THE CENTRAL CISCAUCASIA

Amalova Zulihan N.¹, Candidate of Science (Biology), assistant
Erzhapova Razet S.¹, Associate Professor, Candidate of Science (Biology)
Lihovid Andrey A.², Doctor of Science (Geography), professor, the vice-rector on scientific work of the Stavropol state university
Kadieva Zalina N.¹, the senior laboratory assistant
Irishanova Zazu I.¹, Associate Professor, Candidate of Science (Biology), deputy dean on educational work

*Chechen State University*¹
364051, Groznyi, Sheripova st., 32,
ph. 89287857076, e-mail: zu_a@mail.ru, Razet-60@mail.ru
*Stavropol State University*²
355009, Stavropol, Pushkina st., 1,
ph. (8652) 35-72-65, e-mail: stavsus@stavsus.ru

Preservation of flora and vegetation of water ecosystems is one of actual problems of the present and is caused by not so much protection of separate species, how many necessity of preservation of the complex – all water biome with its difficult structure and ecological communications: species and associations macrophytes.

The special importance is got by preservation of a genofund rare and vanishing species of plants. 327 species of vascular plants and 2 species of seaweed concern number of the last in territory of Stavropol Territory.

As a result of the spent researches the species of investigated flora needing protection and recommended for entering into the Red book of Stavropol Territory are allocated.

Key words: flora, vegetation of water ecosystems, genofund preservation, rare and disappearing plants, a category, the status, a relict, endemic.

Важность сохранения флоры и растительности водных экосистем обусловлена не столько охраной отдельных видов, сколько необходимостью сохранения самого комплекса – всего водного биома с его сложной структурой и экологическими связями [6].

Особую значимость приобретает сохранение генофонда редких и исчезающих видов растений. К числу последних на территории Ставропольского края относится 327 вида сосудистых растений и 2 вида водорослей [5].

Региональной охране подлежат такие виды, как *Salvinia natans*, *Thelypteris palustris*, *Carex depauperata*, *Carex disticha*, *Carex erycetorum*, *Carex lasiocarpa*, *Carex panicea*, *Cladium mariscus*, *Schoenoplectus mucronatus*, *Utricularia vulgaris*, *Caulinia minor*, *Najas major*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Samo-lus valerandi*, *Butomus umbellatus*.

При составлении региональных списков видов растений, нуждающихся в охране, А.Л. Иванов [2; 3] предлагает руководствоваться 2 критериями, по которым проводится отбор видов – категорией и статусом. Категория охраны означает степень важности сохранения генофонда данного вида. По этому критерию подлежащие охране виды подразделяются на 5 категорий (табл.):

- категория I. Региональные эндемики, распространение которых ограничено зачастую локальными участками, или известные из нескольких мест. Виды этой категории и должны подлежать первоочередной охране независимо от состояния популяции или четкости систематической обособленности как носители редчайшего генофонда (1 вид);

- категория II. Субэндемики, ареалы которых выходят за пределы региона на смежные территории. В данном случае особое внимание должно уделяться локальным популяциям, особенно в случае дизъюнктивного ареала (1 вид);

- категория III. Реликтовые виды, имеющие в регионе точечные ареалы и редкие за его пределами: ксеротермические реликты; остатки средиземноморской, дагестанской, сарматской и закавказской аридных флор; гляциальные реликты бореального, европейского и кавказского происхождения; третичные реликты (13 видов);

- категория IV. Гляциальные и ксеротермические реликты, имеющие более обширные ареалы как в регионе, так и за его пределами; виды, находящиеся в регионе на границе ареала; усиленно эксплуатируемые лекарственные и пищевые растения; собираемые на букеты декоративные виды; виды, описанные с территории региона, подлежащие охране в *locus classicus* (1 вид);

- категория V. Виды, не относящиеся к первым 4 категориям, редкие по естественным причинам (6 видов).

В результате проведенных исследований выделены виды исследуемой флоры, нуждающиеся в охране и рекомендуемые для внесения в Красную книгу Ставропольского края:

- *Lemna turionifera* – редкий вид, численность которого сокращается, распространен локально;

- *Potamogeton berchtoldii* – редкий вид, встречается локально;

- *Potamogeton lucens* – редкий вид, отрицательно реагирует на антропогенную эвтрофикацию водоемов;

- *Scirpus hypolyti* – редкий вид; известно местонахождение под Ставрополем и в плавнях р. Кумы.

Таблица

Виды гидрофильной флоры Центрального Предкавказья, нуждающиеся в региональной охране и включенные в Красную книгу Ставропольского края [1; 2; 4]

Вид	Категория	Статус
BACILLARIOPHYTA		
<i>Tabellaria flocculosa</i>	III. Гляциальный реликт	0(1). Неопределенный вид
<i>Eunotia exigua</i>	III. Гляциальный реликт	0(1). Неопределенный вид
POLYPODIOPHYTA		
<i>Salvinia natans</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	2(V). Уязвимый вид
<i>Thelypteris palustris</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид
MAGNOLIOPHYTA		
<i>Symphitum podcumicum</i>	I. Эндемик флоры Центрального Предкавказья	3(R). Сокращающийся вид
<i>Carex depauperata</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид
<i>Carex disticha</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид
<i>Carex eryceterum</i>	III. Гляциальный реликт	0 (Ex). Предположительно исчезнувший вид
<i>Carex lasiocarpa</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид
<i>Carex panicea</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид
<i>Cladium mariscus</i>	III. Гляциальный реликт	0 (Ex). Предположительно исчезнувший вид
<i>Schoenoplectus mucronatus</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	3(R). Сокращающийся вид
<i>Butomus umbellatus</i>	IV. Усиленно эксплуатируемое пищевое, техническое и декоративное растение	3(R). Сокращающийся вид
<i>Iris pseudocorus</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	3(R). Сокращающийся вид
<i>Iris pseudonotha</i>	II. Субэндемик флоры Центрального Предкавказья	2(V). Уязвимый вид
<i>Utricularia vulgaris</i>	III. Гляциальный реликт	3(R). Сокращающийся вид
<i>Lythrum thesioides</i>	III. Гляциальный реликт	0 (Ex). Предположительно исчезнувший вид
<i>Caulinia minor</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	3(R). Сокращающийся вид
<i>Najas major</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	3(R). Сокращающийся вид
<i>Nuphar lutea</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	2(V). Уязвимый вид
<i>Nymphaea alba</i>	V. Редкий по естественным причинам вид	2(V). Уязвимый вид
<i>Calamagrostis canescens</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид
<i>Samolus valerandi</i>	III. Гляциальный реликт	2(V). Уязвимый вид

Немаловажным представляется и охрана ассоциаций макрофитов, не выдерживающих антропогенную нагрузку (в частности, эвтрофикацию) и трудно восстанавливаемых. Из числа сообществ водных и воздушно-водных растений Центрального Предкавказья к охране могут быть рекомендованы следующие ассоциации:

- 1) *Glycerietum maximae*;
- 2) *Junco-Butometum umbellatis*;
- 3) *Myriophyllo-Potametum berchtoldii*;
- 4) *Myriophyllo-Potametum utriculariosum*;
- 5) *Persicario-Alismetum plantago-aquaticae*;
- 6) *Phragmite turn persicario sum*;

- 7) *Phragmitetum thelypteriosum*;
- 8) *Phragmito-Calamagrostetum canescentis*;
- 9) *Polygonetum hydropiperis*;
- 10) *Typhetum laxmannii*.

Осуществление на данных территориях реальных природоохранных мер обеспечит охрану 100 % видов водных растений и 70 % сообществ макрофитов из числа рекомендуемых к охране.

Список литературы

1. *Гроссгейм А. А.* Растительный покров Кавказа / А. А. Гроссгейм. – М. : МОИП, 1948. – 267 с.
2. *Иванов А. Л.* Конспект флоры Ставрополя / А. Л. Иванов. – Ставрополь, 1997. – 156 с.
3. *Иванов А. Л.* Флора Предкавказья и ее генезис : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А. Л. Иванов. – СПб., 1999. – 34 с.
4. *Косенко И. С.* Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья / И. С. Косенко. – М. : Колос, 1970. – 614 с.
5. *Красная книга Ставропольского края.* Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / отв. ред. А. Л. Иванов. – Т. 1. – 384 с.
6. *Лиховид Н. Г.* К флоре водных и прибрежных растений Сенгилеевской котловины / Н. Г. Лиховид // Актуальные вопросы экологии и охраны природы Ставропольского края и сопредельных территорий. – 1995.

References

1. *Grossgejm A. A.* Rastitel'nyj pokrov Kavkaza / A. A. Grossgejm – M. : MOIP, 1948. – 267 s.
2. *Ivanov A. L.* Konspekt flory Stavropol'ja / A. L. Ivanov. – Stavropol', 1997. – 156 s.
3. *Ivanov A. L.* Flora Predkavkaz'ja i ee genesis : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk / A. L. Ivanov. – SPb., 1999. – 34 s.
4. *Kosenko I. S.* Opredelitel' vysshih rastenij Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkaz'ja / I. S. Kosenko. – M. : Kolos, 1970. – 614 s.
5. *Krasnaja kniga Stavropol'skogo kraja.* Redkie i nahodjawsja pod ugrozoi ischeznovenija vidy rastenij i zhivotnyh / отв. red. A. L. Ivanov. – Т. 1. – 384 s.
6. *Lihovid N. G.* K flore vodnyh i pribrezhnyh rastenij Sengileevskoj kotloviny / N. G. Lihovid // Aktual'nye voprosy jekologii i ohrany prirody Stavropol'skogo kraja i sopredel'nyh territorij. – 1995.

УДК 581.5

ПОДЗЕМНАЯ ЯРУСНОСТЬ ПСАММОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЧЕРНОЗЕМЕЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Наталья Борисовна Хазыкова, аспирант

Надежда Мацаковна Бакташева, доктор биологических наук, профессор

Калмыцкий государственный университет

358000, г. Элиста, ул. Пушкина, 11,

e-mail: Natalia2784@yandex.ru, Baktashevanm@yandex.ru

В статье обсуждаются результаты изучения пространственного размещения корневых систем растений псаммофильных фитоценозов на территории Черноземельского района. Все изученные виды растений по длине корневой системы были разделены на 3 группы: растения с поверхностной корневой системой (глубина проникновения не более 50 см), растения промежуточной группы (до 100 см), растения с глубоинной корневой системой (более 1 м). Была изучена подземная ярусность корневых систем псаммофильных фитоценозов на следующих типах рельефа: пологоволнистые равнинные закрепленные пески, бугристые закрепленные пески, барханные пески. Рассмотрены различные приспособления корневой системы псаммофитов к специфическим эдафическим условиям произрастания.

Ключевые слова: *корневая система, подземная ярусность, псаммофильная растительность, эдафические условия.*

UNDEGROUND LAYERING OF THE PSAMMOPHILOUS VEGETATION
OF THE CHERNOZEMELSKY DISTRICT OF THE KALMYKIA REPUBLIC

Hazykova Natalya B., Post-graduate Student
Baktasheva Nadezhda M., Doctor of Science (Biology), professor

Kalmyk state university
358000, Elista, Pushkina st., 11,
e-mail: Natalia2784@yandex.ru, Baktashevanm@yandex.ru

This paper summarises and discusses the results of space location plant root systems study of psammophilous phytocenoses in Chernozemelsky district. All studied types of plants were divided into three groups along of the root systems: plants with surface root system (penetration depth less than 50 cm), plants of the intermediate group (up to 100 cm), plants with deep root systems (more than 1 m). The underground layering of the root systems of the psammophilous phytocenoses was studied on the following types of relief: slopy and wavy flat with the fixed sands, grumous flat with the fixed sands, sand dunes. Various adaptations of the psammophytes root systems to the specific edaphic conditions of growth have been considered.

Key words: root system, underground layering, psammophilous vegetation, edaphic conditions.

Изучение растительности Черных земель Калмыкии имеет большое значение в связи с вопросами восстановления растительного покрова после длительного антропогенного воздействия. Черные земли Калмыкии веками служили базой отгонного животноводства, но в середине XX в. в связи со многими причинами, в том числе с перевыпасом, начали происходить процессы деградации растительного покрова, которые приняли необратимый характер.

Основной задачей данной работы стало изучение подземной ярусности корневых систем растений, составляющих псаммофильную растительность Черных земель. При изучении подземной ярусности (размещения корневых систем) в псаммофильных фитоценозах получают объяснение многие детали конкурентных взаимоотношений видов и их влияния на среду фитоценоза. Нам представлялось интересным проследить своеобразие пространственного размещения корневой системы видов, наиболее часто встречающихся в составе пустынных ценозов Черноземельского района.

В своей работе мы руководствовались методиками, указанными в работе П.К. Красильникова [3; 4]. Исследование корневых систем псаммофильных видов заключалось в их морфологическом описании, установлении глубины и характера проникновения основной массы корней, расположения их в почве. Изучение пространственного размещения происходило на почвенных разрезах во время комплексных исследований почвоведов и ботаников, а также уделялось внимание корневым системам псаммофитов на песчаных обнажениях.

Работа проводилась в течение 2 полевых сезонов 2010–2011 гг. на следующих типах рельефа: пологоволнистые равнинные закрепленные пески, бугристые закрепленные пески, барханные пески. Были изучены корневые системы 45 видов растений, встречаемость которых в составе псаммофильной растительности была выше 75 %. Весь изученный нами видовой состав по длине корневой системы был разделен на 3 группы (табл.):

1) растения с поверхностной корневой системой, глубина проникновения которых не более 50 см: гусиный лук луковичконосный (*Gagea bulbifera*), рогозавник ячмковидный (*Ceratocephala testiculata*), пажитник пряморогий (*Trigonella orthoceras*) и др.

2) растения промежуточной группы с глубиной проникновения до 100 см: польнь черная (*Artemisia pauciflora*), овсяница валлийская (*Festuca vallesiaca*), василек раскидистый (*Centaurea diffusa*) и др.

3) растения с глубоинной корневой системой, проникающей более чем на 1 м: кермек каспийский (*Limonium caspium*), астрагал длиннолистный (*Astragalus dolichophyllus*), гониолимон татарский (*Goniolimon tataricum*) и др.

Таблица

**Длина корневых систем основных видов
псаммофильной растительности Черных земель**

Параметры	Количество видов	% от общего числа видов
до 50 см	26	57,8
до 100 см	5	11,1
более 1 м	14	31,1
всего	45	100 %

Несмотря на то что у отдельных видов глубина проникновения корневой системы может существенно меняться в зависимости от условий существования, в большинстве случаев этот признак более или менее постоянен и позволяет относить вид к определенной группе.

По мере повышения степени закрепления песков, увеличения видового состава растительной группировки, густоты травостоя и проективного покрытия увеличивается дифференциация растений по глубине проникновения корневой системы. Идет расстановка компонентов по экологическим нишам, освоения ими своей сферы распространения [2]. Так, на пологоволнистых равнинных закрепленных песках, по большей части, произрастают разнотравно-кыяково-кустарниковая, разнотравно-полынная ассоциации. В разнотравно-кыяково-кустарниковой ассоциации, помимо джужгуна безлистного (*Calligonum aphyllum*), волоснеца гигантского (*Leymus racemosus*) в значительном количестве могут произрастать эфемеры и эфемероиды: мятлик луковичный (*Poa bulbosa*), неравноцветник кровельный (*Anisantha tectorum*), пажитник пряморогий (*Trigonella orthoceras*), костенец зонтичный (*Holosteum umbellatum*), веснянка весенняя (*Erophila verna*), вероника трехлистная (*Veronica triphyllos*), крестовник Ноя (*Senecio noeanus*), дескурайния Софии (*Descurainia sophia*) и др. На их фоне разбросаны пятна цмина песчаного (*Helichrysum arenarium*), пижмы тысячелистниколистной (*Tanacetum achilleifolium*), тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), осоки уральской (*Carex uralensis*) и др. Помимо джужгуна безлистного, в качестве доминанта может выступать тамарикс многоветвистый (*Tamarix ramosissima*), лох серебристый (*Elaeagnus commutata*), иногда без кодоминанта волоснеца гигантского.

В разнотравнозлаково-полынной ассоциациях доминаты – полынь австрийская (*Artemisia austriaca*), полынь сантонинная (*A. santonica*). Весной в качестве кодоминанта здесь выступают костер японский (*Bromus japonicus*), мятлик луковичный, неравноцветник кровельный, пажитник пряморогий, дерновинные злаки – овсяница валлийская, житняк ломкий (*Agropyron fragile*), бескильница гигантская (*Puccinellia gigantea*).

Проективное покрытие в этих ассоциациях весной колеблется от 100 % (в годы хорошего увлажнения) до 60–80 %, а летом, когда из травостоя выпадают эфемеры и эфемероиды, уменьшается до 30–15 %.

В качестве примера возьмем разнотравнозлаково-сантониннополынную и разнотравно-кыяково-джужгуновую ассоциации (участок между кустами джужгуна безлистного).

В разнотравнозлаково-сантониннополынной ассоциации первый ярус представлен корнями эфемеров – мятлика луковичного, неравноцветника кровельного, рогозавника яичковидного, пажитника пряморогого. Второй ярус – дерновинными злаками: ковылем волосатиком (*Stipa capillata*), третий ярус – полынью сантонинной. Нами отмечено, что длина корня полыни, по большей части, зависит от возраста дернины (рис. 1).

В разнотравно-кыяково-джужгуновой ассоциации первый ярус представлен корнями эфемеров – мятлика луковичного, бурачка пустынного (*Alyssum desertorum*), желтушника седоватого (*Erysimum canescens*), скерды кровельной (*Crepis tectorum*). Второй ярус образован корнями цмина песчаного, третий – волоснеца гигантского и джужгуна безлистного (рис. 2).

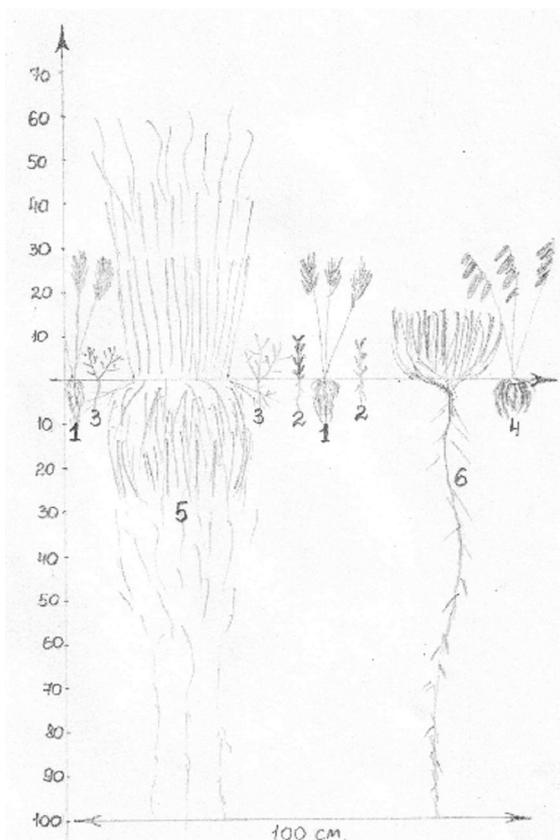


Рис. 1. Вертикальное размещение подземных частей псаммофильной растительности, произрастающей на пологоволнистых закрепленных песках (разнотравно-злаково-сантониннопопынная ассоциация):

1-й ярус – мятлик луковичный (1), бурачок пустынный (2), пажитник пряморогий (3), неравноцветник кровельный (4); 2-й ярус – ковыль волосатик (5); 3-й ярус – полынь сантонинная (6)

На бугристых слабозакрепленных песках (бугры высотой до 5 м) при большой сгруппированности растений произрастают моновидовые сообщества волоснеца гигантского либо кусты джужгуна безлистного с волоснецом гигантским и эфемерами (неравноцветник кровельный, мятлик луковичный, пажитник пряморогий, костер японский и др.). Эти растения густой сетью оплетают бугор. В межбугровых понижениях, как правило, весной достаточно много эфемеров и эфемероидов, летом остаются гармала обыкновенная (*Peganum garmala*), верблюжья колючка обыкновенная (*Alhadi pseudoalhagi*), паслен колючий (*Solanum rostratum*) и др. Здесь встречаются, главным образом, злаково-белополынно-джужгуновая, разнотравнозлаково-белополынная ассоциации. Проективное покрытие на бугристых закрепленных песках весной составляет 60–80 %, летом растительность становится разреженной и проективное покрытие может составлять при сильной засухе 10–5 %. Здесь также можно выделить 3 яруса растительности (рис. 3). Первый ярус представлен корнями мятлика луковичного, нонеи каспийской (*Nonea caspica*), второй ярус – чертополоха мелкокрючковатого (*Carduus hamulosus*), василька раскидистого, третий ярус – джужгуна безлистного, волоснеца гигантского, астрагала Хеннинга (*Astragalus henningi*), полыни песчаной (*Artemisia arenaria*) и др.

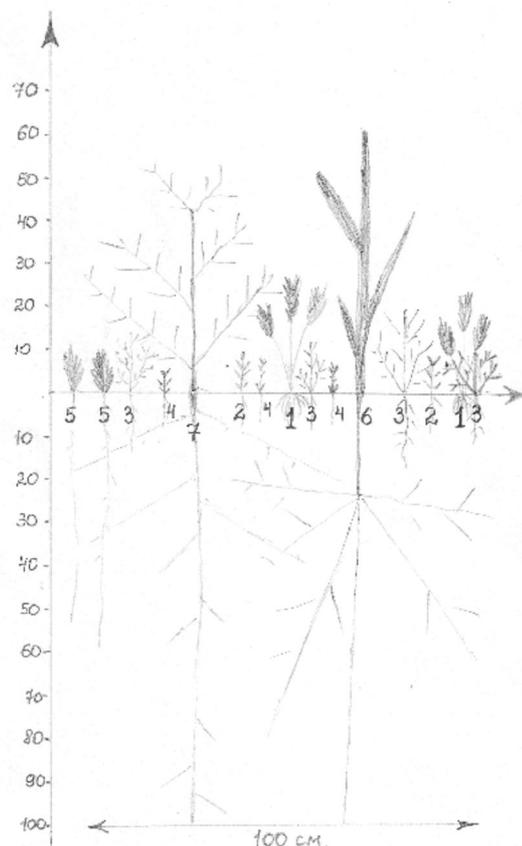


Рис. 2. Вертикальное размещение подземных частей псаммофильной растительности, произрастающей на пологоволнистых закрепленных песках (разнотравно-кияково-джузгуновая ассоциация):

1-й ярус – мятлик луковичный (1), бурачок пустынный (2), пажитник пряморогий (3), желтушник седоватый (4); 2-й ярус – цмин песчаный (5); 3-й ярус – кияк песчаный (6), джузгун безлистный (7)

В условиях песчаных пустынь, где растительный покров находится лишь на начальной стадии формирования, подземная сфера, как и надземная, не имеет определенной структурной организации. Поэтому различия по степени углубления корневой системы растений здесь не проявляют четко выраженной ярусности. В таких условиях, по мнению Байтулина, [1; 2] в силу сильной подвижности и быстрого высыхания верхняя толща песка не является предельной глубиной распространения корневой системы растений. Но нашими наблюдениями установлено, что весной и осенью в барханных фитоценозах можно выделить 2 яруса подземных корней. Первый ярус составляют корни эфемеров и эфемероидов: мятлика луковичного, неравноцветника кровельного, кахриса противозубного (*Cachris odontalgica*) и др. Летом – один ярус (глубина проникновения корней более 1 м), который образован корнями полыни белой (Лерха), полыни песчаной, гармалы обыкновенной, верблюжьей колючки обыкновенной и др. Это объясняется тем, что корни этих растений стараются достигнуть грунтовых вод, которые располагаются здесь на глубине 5–6 м, чтобы обеспечить себя влагой в засушливый период года. Соответственно, наиболее часто встречающиеся здесь ассоциации – разнотравно-полынная и разнотравнозлаково-полынная.

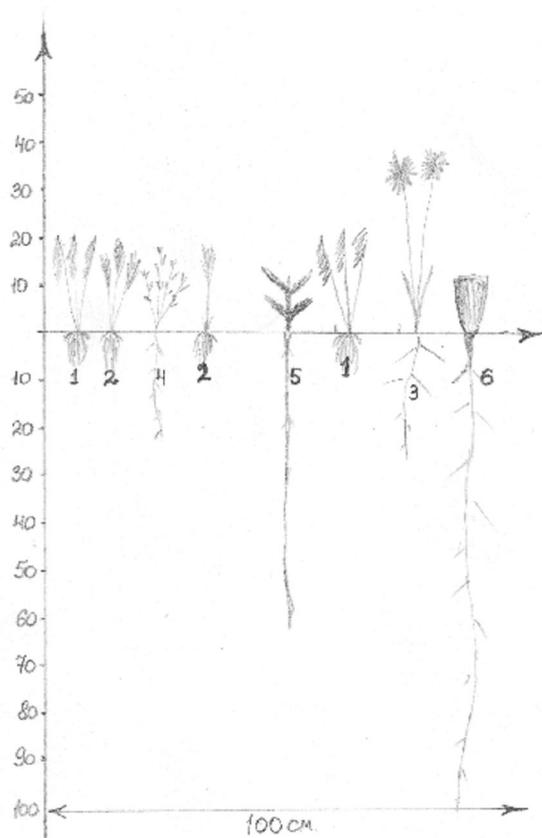


Рис. 3. Вертикальное размещение подземных частей псаммофильной растительности, произрастающей на бугристых закрепленных песках (разнотравно-злаково-белопопынная ассоциация):

1-й ярус – коостер японский (1), мяглик луковичный (2), крестовник Ноя (3), ноня каспийская (4); 2-й ярус – чертополох мелкокрючковатый (5); 3-й ярус – полынь австрийская (6)

Некоторые виды, помимо глубоко проникающей корневой системы, имеют горизонтально распростертые корни, так называемые «блуждающие корни», которые распространяются в разные стороны во влажном горизонте, обеспечивая водоснабжение и сильное закоривание растения. Так, нами наблюдалось, что у джужгуна безлистного, кияка песчаного, гармалы обыкновенной горизонтальные корни в длину могут достигать нескольких метров, обеспечивая поверхностной влагой эти многолетние виды в течение всего года. От высыхания и механических повреждений корни псаммофитов защищены плотной покровной тканью (коркой), а у некоторых видов семейства Злаки они заключены в особый чехол, образовавшийся из сцементированного слизию песка. Мы также обратили внимание на своеобразное приспособление псаммофитов, отмеченное Кульгасовым [5]. Так, кияк, джужгун, полынь песчаная, полынь австрийская для борьбы с засыпанием песком обладают повышенной реакцией образовывать придаточные корни вблизи новой поверхности песка; корнеобразованию способствует, зачастую, поранение главного корня летящими песчинками. В целом, наблюдения показывают, что даже в экстремально засушливых условиях исследуемой территории приповерхностные слои почвы активно используются всеми или многими компонентами фитоценоза. Но различные виды в силу специфичности ритмики развития, мощности надземных органов и коррелятивно связанной с этим мощности корневой системы осваивают разную толщину почвы и грунта. Именно в этом смысле надо понимать ярусный характер сложения подземной сферы фитоценозов.

Таким образом, степень дифференциации корневой системы компонентов псаммофильных сообществ по глубине проникновения, а также различного рода приспособлениям к специфическим условиям произрастания, обуславливают относительно дифференцированное по времени и в пространстве эффективное использование условий эдафической среды песколюбивыми видами.

Список литературы

1. **Байтулин И. О.** Корневые системы некоторых доминантов пустынных группировок Эмбенского плато / И. О. Байтулин // Ботан. журн. – 1965. – Т. 50, № 8. – С. 1135–1143.
2. **Байтулин И. О.** Экологическая обусловленность и ценобиотическое значение подземной ярусности фитоценоза / И. О. Байтулин // Экоморфоз корневой системы растений в природных сообществах и культуре. – Алма-Ата : Наука КССР, 1984. – С. 132–152.
3. **Красильников П. К.** К вопросу о методике изучения корневых систем древесных пород при экспедиционных геоботанических исследованиях / П. К. Красильников // Ботан. журн. – 1950. – Т. 35, № 1. – С. 57–67.
4. **Красильников П. К.** К методике полевого изучения корневой системы кустарников / П. К. Красильников // Ботан. журн. – 1957. – Т. 42, № 2. – С. 249–254.
5. **Культиасов И. М.** Экология растений / И. М. Культиасов. – М., 1982. – 384 с.
6. **Черепанов С. К.** Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и Семья, 1995. – 992 с.
7. **Шалыт М. С.** Подземная часть некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов / М. С. Шалыт // Труды ботан. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. – 1952. – № 8. – С. 71–139. – Сер. 3. Геоботаника.

References

1. **Bajtulin I. O.** Kornevye sistemy nekotoryh dominantov pustynnyh gruppirovok 'Embenskogo plato / I. O. Bajtulin // Botan. zhurn. – 1965. – T. 50, № 8. – S. 1135–1143.
2. **Bajtulin I. O.** 'Ekologicheskaja obuslovlennost' i cenobioticheskoe znachenie podzemnoj jarusnosti fitocenoza / I. O. Bajtulin // 'Ekomorfoz kornevoj sistemy rastenij v prirodnyh soobshchestvah i kul'ture. – Alma-Ata : Nauka KSSR, 1984. – S. 132–152.
3. **Krasil'nikov P. K.** K voprosu o metodike izuchenija kornevyh sistem drevesnyh porod pri 'expedicionnyh geobotanicheskikh issledovaniyah / P. K. Krasil'nikov // Botan. zhurn. – 1950. – T. 35, № 1. – S. 57–67.
4. **Krasil'nikov P. K.** K metodike polevogo izuchenija kornevoj sistemy kustarnikov / P. K. Krasil'nikov // Botan. zhurn. – 1957. – T. 42, № 2. – S. 249–254.
5. **Kul'tiasov I. M.** 'Ekologija rastenij / I. M. Kul'tiasov. – M., 1982. – 384 s.
6. **Cherepanov S. K.** Sosudistye rastenija Rossii i sopredel'nyh gosudarstv / S. K. Cherepanov. – SPb. : Mir i Sem'ja, 1995. – 992 s.
7. **Shalyt M. S.** Podzemnaja chast' nekotoryh lugovyh, stepnyh i pustynnyh rastenij i fitocenzov / M. S. Shalyt // Trudy botan. in-ta im. V.L. Komarova AN SSSR. – 1952. – № 8. – S. 71–139. – Ser. 3. Geobotanika.

УДК 591.536.3

СЕМЕЙСТВО BRASSICACEAE ПОЛУПУСТЫННОЙ, СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Разет Салмановна Эржапова, доцент, кандидат биологических наук
Зулихан Нурдиевна Амалова, кандидат биологических наук, ассистент
Зазу Имрановна Ирисханова, доцент, кандидат биологических наук, заместитель декана по учебной работе

Чеченский государственный университет
364051, г. Грозный, ул. Шерипова, 32,
тел. 89287857076, e-mail: Razet-60@mail.ru

Высокая экологическая пластичность является одной из характеристик приспособления многих видов исследуемого семейства к условиям среды. В настоящей работе приводится список

видов семейства Brassicaceae полупустынного, степного и лесостепного пояса местообитания.

В работе приводится список видов семейства Brassicaceae Чеченской республики (ЧР), характеризующихся приуроченностью к аридным местообитаниям.

Анализ результатов полевых наблюдений (2008–2010 гг.) и обзор литературных данных позволяет сделать вывод о том, что на территории ЧР в аридных условиях семейство Brassicaceae представлено 72 видами, объединенными в 28 родов. Из них в Красную книгу ЧР включено 2 вида: *Crambe gibberosa* Rupr. – Катран бугорчатый и *Crambe grandiflora* DC – Катран крупноцветковый.

Ключевые слова: семейство, вид, экологическая пластичность, ксерофит, приуроченность, полупустынный, степной, лесостепной.

BRASSICACEAE FAMILY OF SEMIDESERT, STEPPE AND FOREST-STEPPE CONFINEMENT OF THE CHECHEN REPUBLIC

Erzhapova Razet S., Associate Professor, Candidate of Science (Biology)

Amalova Zulihan N., Candidate of Science (Biology), assistant

Irishanova Zazu I., Associate Professor, Candidate of Science (Biology),
deputy dean on educational work

Chechen State University

364051, Groznyi, Sheripova st., 32,

ph. 89287857076, e-mail: Razet-60@mail.ru

High ecological plasticity is one of characteristics of the adaptation of many kinds of investigated family to conditions of environment. In the present work the list of kinds of family brassicaceae of a semidesertic, steppe and forest-steppe belt of a habitat is resulted.

In work the list of kinds of family Brassicaceae CHR characterized приуроченностью to arid habitats is resulted.

*The analysis of results of field supervision (2008–2010). And the review of the literary data allows to draw a conclusion that in territory CHR in arid conditions family brassicaceae is presented by 72 kinds, united in 28 sorts. From them in red book CHR it is included 2 kinds: *Crambe gibberosa* Rupr. and *Crambe grandiflora*.*

Key words: family, species, ecological, flexibility, xerophyte, confinement, semidesert, steppe, forest-steppe.

Пояс полупустынной растительности занимает в пределах Чеченской республики Затеречье [2]. Пояс неоднотипен, в средней части выделяется массив бурунных, грядовых песков и песчаных почв, к востоку и западу начинаются территории с супесчаным и глинистым покровом. В связи с этим растительность всей этой области неодинакова. На средней части широко распространены песчаные степи и полупустыни. Растительность здесь изрежена, в ее составе много песколюбов. Кроме того, большая часть песчаного массива занята не степеподобными группировками, а зарастающими и обнаженными песками [2].

Пояс степной растительности начинается к востоку от Терека, вне его поймы, и исключает северные склоны Терского и Сунженского хребтов. На увлажненных северных склонах Терского и Сунженского хребтов степи богаты видами разнотравья [2].

Одной из характеристик данного семейства является высокая экологическая пластичность многих его представителей. В растительном покрове Чеченской республики широко представлены Brassicaceae в лесах (*Alyssum andinum* Rupr. – Бурачок андийский, *Hesperis caucasica* Ruph. (*H. matronalis*) – Вечерница кавказская), среди степной растительности (*Arabidopsis pumila* (Steph.) N. Busch. – Резушка маленькая), на увлажненных местах и в воде (*Rorippa palustris* (L.) Bess., *Rorippa austriaca* (Crantz.) Bess.), но преобладают среди них растения засушливых и сухих местообитаний (*Hymenolobus procumbens* (L.) Fourr. – Многосемянник лежачий). Крестоцветные успешно приспосабливаются к самым разнообразным местообитаниям. Есть среди них приспособленные к условиям высокогорий (*Draba supranivalis* Rupr. – Крупка преснежная, *Erysimum subnivale* Prima – Желтушник преснежный, *Arabis caucasica* Schlecht. – Резуха кавказ-

ская, *Dentaria bipinnata* C.A. Mey. – Зубянка дважды-перистая, *Draba scabra* C.A. Mey. – Крупка шершавая) Представителем всех климатических поясов, от полупустынного до альпийского, является *Barbarea vulgaris* R.Br. – Сурепица обыкновенная [1].

Ниже приводится список видов семейства Brassicaceae ЧР, характеризующихся приуроченностью к аридным местообитаниям (табл.).

Таблица

Видовой состав семейства Brassicaceae, обитающего в полупустынном, степном и лесостепном поясах ЧР

Рода	Название Вида	Пояс		
		Полупустынный	Степной	Лесостепной
<i>Alyssum</i> L. – Бурачок	<i>Alyssum desertorum</i> Stapf. – Бурачок пустынный	+	+	+
	<i>Alyssum parviflorum</i> Bieb. – Б. мелкоцветковый		+	+
	<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. et Kit. – Б. искривлённый			+
<i>Arabis</i> L. – Резуха	<i>Arabis auriculata</i> Lam. – Резуха ушастая	+	+	+
	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop. – Р. шершавая	+	+	+
<i>Brassica</i> L. – Капуста	<i>B. campestris</i> L. – Капуста полевая	+	+	+
	<i>B. juncea</i> (L.) Czern. – К. сарептская	+	+	+
	<i>B. elongata</i> Ehrh. – К. удлинённая (хреновидная)	+	+	+
<i>Barbarea</i> r. Вг. – Сурепица	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br. – Сурепица обыкновенная	+	+	+
	<i>Barbarea arcuata</i> (Opez ex J. Et C. Prest) Reichenb. – С. дуговидная		+	
<i>Berteroa</i> DC – Икотник	<i>B. incana</i> (L.) DC. – Икотник серый	+	+	+
<i>Euclidium</i> r. Вг. – Крепкоплодник	<i>Euclidium syriacum</i> (L.) L. Br. – Крепкоплодник сирийский	+	+	+
<i>Bunias</i> L. – Свербига	<i>Bunias orientalis</i> L. – Свербига восточная		+	+
<i>Cardamine</i> L. – Сердечник	<i>C. uliginosa</i> Bieb. – С. болотный			
	<i>C. scidlitziana</i> Alb. – С. Зейдлица			
<i>Capsella</i> Medic – Сумочник	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (K.) Medik – Сумочник пастушья сумка	+	+	+
<i>Camelina</i> Crantz – Рыжик	<i>C. glabrata</i> (DC.) N. Zinger – Рыжик голый			
	<i>C. microcarpa</i> Andrz. – Р. мелкоплодный	+	+	+
	<i>Camelina piossa</i> (DC.) N. Zind. – Р. волосистый	+	+	+
	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz (<i>C. giabrata</i>) – Р. посевной	+	+	+
<i>Conringia</i> (Heist.) Pers. – Конрингия	<i>C. orientalis</i> (L.) Andrz. – Конрингия восточная			
	<i>C. austriaca</i> (Jacq.) Sweet – К. австрийская			
<i>Crambe</i> L. – Катран	<i>C. cordifolia</i> Stev. – Катран сердцелистный			
	<i>C. tatarica</i> Sebeok – К. татарский (перекати-поле)	+	+	+
	<i>C. steveniana</i> Rupr. – К. Стевенов			
	<i>Crambe gibberosa</i> Rupr. – К. бугорчатый	+	+	+
	<i>Crambe grandiflora</i> DC – К. крупноцветковый	+	+	+
	<i>Crambe pinnatifida</i> R. Br. – К. перистый	+	+	+
<i>Chorispora</i> R. Вм. – Хориспора	<i>Ch. tenella</i> (Pall.) DC – Хориспора нежная	+	+	+
<i>Draba</i> L. – Крупка	<i>D. sibirica</i> (Pall.) Thell. – Крупка сибирская			
	<i>D. elisabethae</i> N. Busch – К. Елизаветы			
	<i>DRABA nemorosa</i> L. – К. перелесковая	+	+	+
	<i>D. stylaris</i> L. – К. столбиковая			
<i>Descurainia</i> Webb. Et Berth. – Дескурайния	<i>Descurainia Sophia</i> (L.) Welb. ex Prantl. (<i>Sisymbrium Sophia</i> L.) – Дескурайния Софии	+	+	

Продолжение табл.

Рода	Название Вида	Пояс		
		Полупустынный	Степной	Лесостепной
<i>Erysimum</i> L. – Желтушник	<i>E. repandum</i> L. – Желтушник выгрызенный	+	+	+
	<i>Erysimum cuspidatum</i> (Bieb.) DC. (= <i>Acachmena cuspidata</i> (Bieb.) H. P. Fuchs – Ж. щитовидный)	+	+	
	<i>E. meyerianurn</i> (Rupr.) N. Busch – Ж. Мейера			
	<i>E. canescens</i> Roth – Ж. седой			
	<i>Erysimum aureum</i> Bieb. – Ж. золотистый (Ж. левкоевидный)	+	+	
	<i>E. brevistylum</i> Somm. et Lev. – Ж. короткостолбиковый			
	<i>Erysimum diffusum</i> Ehrh. (<i>E. Canescens</i> Roth) – Ж. раскидистый		+	
<i>Hesperis</i> L. – Вечерница	<i>Erysimum leucanthemum</i> (Steph. B. Feddsch. – Ж. белоцветник	+	+	+
	<i>Hesperis matronalis</i> L. – Вечерница ночная фиалка <i>Hesperis rycnotricha</i> Borb. et Degen – В. густоволосистая	+	+	+
<i>Iberis</i> L. – Иберийка	<i>L. taurica</i> DC. – Иберийка крымская			
<i>Lepidium</i> L. – Клоповник (кресс)	<i>L. perfoliatum</i> L. – Клоповник пронзённый	+	+	+
	<i>L. rudeale</i> L. – К. сорный	+	+	+
	<i>L. campestre</i> (L.) R. Bz. – К. полевой	+	+	+
	<i>L. draba</i> Г. – К. крупка			
	<i>L. latifolium</i> L. – К. широколистный	+	+	
	<i>Lepidium crassifolium</i> Waldst. et Kit. – К. толстолистный	+	+	
<i>Lepidium sativum</i> L. – К. посевной (кресс-салат)		+	+	
<i>Meniocus</i> Desv. – Плоскоплодник	<i>M. linifolius</i> (Steph.) DC. – Плоскоплодник линейнолистный	+	+	+
<i>Nasturtium</i> r. Br. – Жеруха	<i>Nasturtium officinale</i> (L.) R. Br. – Жеруха лекарственная	+	+	+
<i>Neslia</i> Desv. – Неслия	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv. – Неслия метельчатая	+	+	+
<i>Raphanus</i> L. – редька	<i>R. raphanistrum</i> L. – Редька полевая	+	+	+
	<i>R. austriaca</i> (Crantz) Bess. – Жерушник австрийский	+	+	
<i>Rorippa</i> Scop. – Жерушник	<i>R. islandica</i> (Oeder) Schinz et Thell. – Ж. исландский	+	+	
	<i>R. prostrata</i> (Desv.) Schinz et Thell. – Ж. простёртый			
	<i>R. silvestris</i> (L.) Bess. – Ж. лесной			
<i>Sinapis</i> L. – Горчица	<i>S. arvensis</i> L. – Горчица полевая	+	+	+
	<i>S. alba</i> L. – Г. белая	+	+	
<i>Sisymbrium</i> L. – Гулявник	<i>S. officinale</i> (L.) Scop. – Гулявник лекарственный		+	+
	<i>S. altissimum</i> L. – Г. высочайший	+	+	+
	<i>S. loesellii</i> L. – Г. Лёзелиев	+	+	+
	<i>S. lipskyi</i> N. Busch – Г. Липского			
	<i>Sisymbrium orientale</i> L. – Г. восточный	+	+	+
<i>Sisymbrium polymorphum</i> (Murr.) Roth – Г. изменчивый	+	+		
<i>Thlaspi</i> L. – Ярутка	<i>Thlaspi arvense</i> L. – Ярутка полевая		+	
	<i>Th. perfoliatum</i> L. – Я. пронзенная	+	+	+
<i>Turritis</i> L. – Вяжечка	<i>Turritis glabra</i> L. (<i>Arabis glabra</i> (L.) Bernh.) – Вяжечка гладкая		+	+

Анализ результатов полевых наблюдений (2008–2010 гг.) и обзор литературных данных позволяет сделать вывод о том, что на территории ЧР в аридных условиях

семейство Brassicaceae представлено 72 видами, объединенными в 28 родов. Из них в Красную книгу ЧР включено 2 вида: *Crambe gibberosa Rupr.* – Катран бугорчатый и *Crambe grandiflora DC* – Катран крупноцветковый [3].

Список литературы

1. *Галушко А. И.* Определитель растений сенокосов и пастбищ Северного Кавказа / А. И. Галушко. – Грозный, 2008. – 372 с.
2. *Галушко А. И.* Растительный покров / А. И. Галушко. – Грозный, 1975. – 117 с.
3. *Красная книга Чеченской республики.* Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. – Грозный, 2007. – 432 с.

References

1. *Galushko A. I.* Opredelitel' rastenij senokosov i pastbiw Severnogo Kavkaza / A. I. Galushko. – Groznyj, 2008. – 372 s.
2. *Galushko A. I.* Rastitel'nyj pokrov / A. I. Galushko. – Groznyj, 1975. – 117 s.
3. *Krasnaja kniga Chechenskoj respubliki.* Redkie i nahodjawsja pod ugrozoi ischezno-venija vidy rastenij i zhivotnyh. – Groznyj, 2007. – 432 s.

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 911.5

ГОРНЫЕ УМЕРЕННЫЕ ГУМИДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ИХ АНТРОПОГЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ

Идрис Абдурашидович Байраков, кандидат биологических наук, доцент
Идрисова Роза Абдулаевна, кандидат географических наук

Чеченский государственный университет
364051, г. Грозный, ул. Шерипова, 32,
тел. 89282905081, e-mail: idris-54@mail.ru

Большая пересеченность и значительные высоты над уровнем океана Чеченской республики во взаимодействии с другими факторами обусловили здесь не только видовое, но и типологическое ландшафтное разнообразие. Проведенные исследования позволили дифференцировать горные умеренные гумидные ландшафтные комплексы на 1 тип, 2 подтипа, 4 рода и 15 видов ландшафтов.

Антропогенное воздействие во многом изменяет сложившиеся условия, усиливая неблагоприятные для функционирования геосистем процессы. Это изменило направление процессов почвообразования в регионе. Под влиянием антропогенной деятельности общей тенденцией к изменению почв горнолесных геосистем, находящихся в экотонной полосе с горно-луговыми и горностепными, является их олужение и остепнение, выражающееся в приближении к поверхности карбонового горизонта, снижении кислотности, появлении солонцеватости, уплотнении, образовании столбчатой структуры.

Ключевые слова: горные ландшафты, гумидные ландшафты, высотная поясность, антропогенное воздействие

ALPINE TEMPERATE HUMID LANDSCAPES OF THE CHECHEN REPUBLIC AND THEIR ANTHROPOGENIC DISTURBANCES

Bajrakov Idris Abdurashidovich, Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Idrisova Rosa Abdulaevna, Candidate of Science (Geography)

Chechen State University
364051, Grozny, Sheripova st., 32,
ph. 89282905081, e-mail: idris-54@mail.ru

A large area and considerable height above the ocean in conjunction with other factors have resulted in not only the species, but also typological landscape diversity. The studies made it possible to differentiate the mountain temperate humid landscape complexes 1 type, subtype 2 and 15 types of landscapes.

The anthropogenic impact greatly alter the prevailing conditions, reinforcing the adverse to the operation of Geosystems processes. It changed the direction of soil formation processes in the region. Under the influence of anthropogenic activities, the general trend of changes of soil gornolesnyh Geosystems in ekotonnoj band with Mountain-Prairie and gornostepnymi is their oluzhenie and ostepnenie in terms of approaching the surface of the karbonogo horizon, reducing the acidity, alkalinity tolerance, seals, education column structure.

Key words: mountain landscapes, humid landscapes, characterized by high human impact.

Горные умеренные гумидные ландшафты на территории Чеченской Республики распространены в интервале высот от 300–500 до 1500–1600 м над уровнем моря. Они полностью занимают склоны Лесистого хребта (Черные горы), почти полностью – Пастбищный хребет и нижние части Скалистого хребта и их отроги. Встречаются они

также на склонах северных экспозиций Андийского хребта, опоясывающего Внутренний Дагестан со стороны Чеченской Республики [2].

В пределах горного умеренного гумидного типа ландшафтов обособливаются 2 подтипа: нижнегорно-лесные и среднегорно-лесные. Граница между ними проходит на высоте 1000–1100 м. Отличаются данные ландшафты, в силу своего высотного положения, в основном, по видовому составу лесов: для нижнегорно-лесных ландшафтов более характерны дубовые и смешанно-дубовые леса, тогда как для среднегорно-лесных ландшафтов – буково-грабовые и грабово-букковые. Пространственное размещение более мелких классификационных единиц – родов и видов – иллюстрирует рисунок 1.

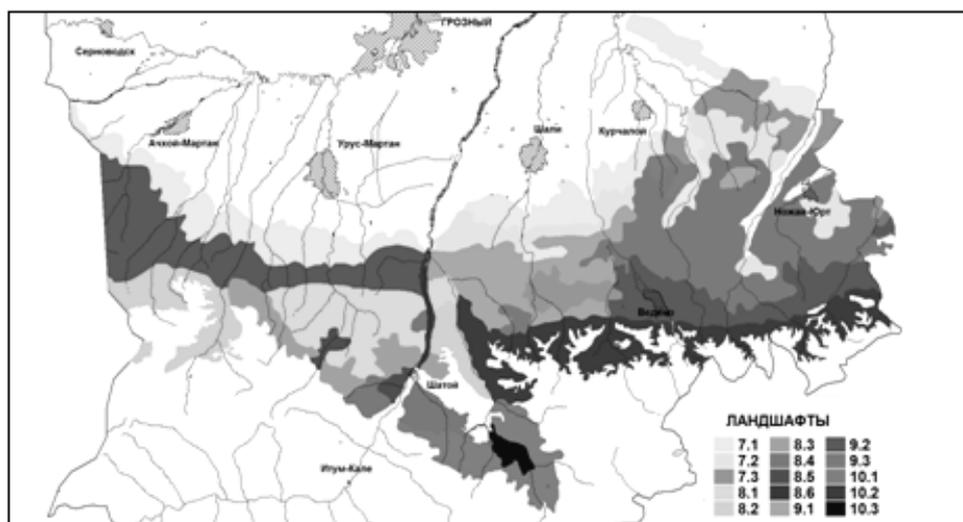


Рис. 1. Пространственное размещение родов и видов горных умеренных гумидных ландшафтов

Легенда к карте

7. Нижнегорные эрозионно-денудационные с грабово-букковыми лесами и послелесными лугами:
- 7.1. Эрозионно-денудационные нижнегорья с пологими склонами и склонами средней крутизны.
- 7.2. Эрозионно-денудационные нижнегорья с крутыми склонами и склонами средней крутизны.
- 7.3. Эрозионно-денудационные нижнегорья, с пологими склонами и склонами средней крутизны.
8. Среднегорные карстовые, с букковыми лесами:
- 8.1. Среднегорные карстовые с пологими склонами и склонами средней крутизны.
- 8.2. Среднегорные карстовые крутосклонные, сложенные карбонатными формациями.
- 8.3. Среднегорные карстовые с пологими склонами и склонами средней крутизны.
- 8.4. Среднегорные карстовые с пологими склонами, сложенные карбонатными формациями.
- 8.5. Среднегорные карстовые межкотловинные и днища ущелий, сложенные карбонатными.
- 8.6. Карстовые среднегорья с крутыми склонами, сложенные карбонатными породами.
9. Среднегорные эрозионно-денудационные, с букковыми лесами:
- 9.1. Эрозионно-денудационные среднегорья с пологими склонами и склонами средней крутизны.
- 9.2. Эрозионно-денудационные среднегорья со склонами средней крутизны и крутыми склонами.
- 9.3. Эрозионно-денудационные среднегорья с пологими склонами и склонами средней крутизны.
10. Среднегорные карстовые, с грабово-букковыми лесами, послелесными лугами и лугостепями
- 10.1. Карстовые среднегорья, сложенные карбонатными формациями, со склонами средней крутизны.
- 10.2. Карстовые среднегорья с крутыми склонами, сложенные карбонатными формациями.
- 10.3. Карстовые среднегорья с пологими склонами и склонами средней крутизны.

Рис. 1. Пространственное размещение родов и видов горных умеренных гумидных ландшафтов (Идрисова, 2009)

Наиболее высокий Скалистый хребет сложен известняками и доломитами верхней юры и валанжина. Хребет резко асимметричен: северный склон его относительно пологий, а южный образует крутой, местами отвесный высокий обрыв, поднимающийся над днищами котловин Северо-Юрской депрессии на 1000–1500 м. Севернее Скалистого хребта располагается Пастбищный хребет, также сложенный верхнеюрскими и нижнемеловыми известняками. Далее к северу от Пастбищного располагается

ся Лесистый, или Черногорский, хребет, который сложен верхнемеловыми известняками и представляет собой куэсту высотой до 1200–1700 м. Все указанные хребты расчленены глубокими (до 1000–1500 м в Скалистом хребте) долинами главных поперечных рек северного склона Восточного Кавказа – Терека, Сунжи, Ассы, Фартанги, Гехи и Аргуна – на обособленные горные массивы.

Характерной особенностью этих хребтов является широкое развитие карстовых явлений, связанных с выходом на поверхность карбонатных пород верхней юры и нижнего мела. На северных склонах Скалистого и Пастбищного хребтов, сложенных трещиноватыми известняками, наблюдаются разнообразные формы карста – воронки, западины, колодцы, пещеры, а вдоль южного эскарпа хребтов и в обрывах каньонов – закарстованные трещины, пещеры, ниши и навесы. Наиболее распространенной формой карста являются воронки поверхностного выщелачивания и провального типа. Преобладают воронки от 3–7 до 15–25 м в диаметре при глубине до 5–7 м, реже их диаметр достигает 50–80 м, а глубина – 10–15 м. Более крупные провальные воронки наблюдаются на Скалистом хребте в бассейне р. Чанты-Аргуна. Подземный карст представлен, главным образом, пещерами. Наиболее крупной пещерой на Пастбищном хребте в ущелье р. Шаро-Аргуна является Северная пещера. Однако в пределах лесной зоны карстовые формы рельефа представлены хуже, чем в вышерасположенных частях.

Кроме карстового, довольно широко распространены также эрозионно-денудационный рельеф, особенно в Черных горах и на Пастбищном хребте.

Район распространения данного типа ландшафтов характеризуется умеренно-теплым и достаточно влажным климатом. Температура падает от подножья хребтов к наиболее возвышенным их частям. Что касается осадков, то в их распределении существует довольно существенная экспозиционная разница. Наибольшее количество осадков выпадает на внешних склонах Черных гор и Пастбищного хребта, имеющих преимущественно северную ориентацию. Южные склоны более сухие, хотя количество осадков здесь также довольно высоко. Температуры зимы составляют 1,5–5,0 °С, а лета – 17,0–22,0 °С; среднегодовая температура изменяется от 8–9 °С на нижней границе до 6–7 °С на верхней; сумма активных температур составляет 2100–3100 °С. Годовое количество осадков колеблется от 400–500 до 800–900 мм, основная их часть выпадает в теплое время года. Величина гидротермического коэффициента составляет 1,5–1,7 в нижнегорьях и более в среднегорьях. Величина коэффициента увлажнения приближается к 1,0.

В этих климатических условиях наиболее характерными являются широколиственные леса, которые несколько отличаются в зависимости от высотных ярусов.

Для нижнегорных лесов характерны древостои из дуба черешчатого и скального (*Quercus robur*, *Q. petraea*), бука восточного (*Fagus orientalis*) и граба кавказского (*Carpinus caucasica*). Чистые формации представлены сравнительно редко, чаще всего породы сочетаются друг с другом в разной пропорции. Кроме данных видов, часто встречаются дикие плодовые, такие как груша кавказская (*Pirus caucasica*), черешня (*Cerasus avium* L.) и др. В подлеске характерны лещина (*Corylus avellana*), сведина (*Svidina australis*) и др. Очень часто нижнегорные леса являются мертвопокровными.

Среднегорные леса формируются преимущественно буком и грабом, к которым часто примешиваются липа (*Tilia cordata*), ясень (*Fraxinus excelsior*), ильм (*Ulmus foliacea*) и некоторые другие виды. В подлеске наряду с лещиной и свединой распространены азалия кавказская (*Azalia caucasica*), мушмула германская (*Mespilus germanica* L.), бузина черная (*Sambucus nigra*) и другие виды. Более разнообразны среднегорные леса по характеру травянистого яруса: мертвопокровья встречаются гораздо реже, чем в нижнегорьях. По характеру травянистого яруса леса можно разделить на 3 группы: мелкотравные и редкотравные, травянистые и крупнотравные и густотравные. Данное разделение основано на соотношении проективного покрытия и видового состава травянистого яруса. Для последнего характерны такие виды, как земляника (*Fragaria vesca*), вероника (*Veronica chamaedrys*), овсяница (*Festuca montana*), борец (*Acconitum orientale*), купены (*Poligonatum glaberrimum*,

P. polyanthenum), герань (*Geranium pusillum*, *G. rotundifolium*), грушанки (*Pirola media*, *P. rotundifolia*) и др.

Как нижнегорные, так и среднегорные леса подвергались рубкам, в результате которых на месте лесов сформировались либо заросли кустарников (преимущественно в нижнегорьях), либо вторичные луга (в среднегорьях).

Почвенный покров данного типа ландшафтов не отличается большим разнообразием. Распространены преимущественно бурые горнолесные почвы, которые в зависимости от условий имеют различную мощность (но редко превышающую 40–70 см), щелочность, содержание гумуса и степень выработанности почвенного профиля. В тех частях территории, которая слагается известняками, встречаются массивы переннойно-карбонатных почв, но они не имеют столь широкого распространения.

Антропогенная трансформация горнолесных геосистем. Практически для всей территории региона характерна интенсивная и разнообразная хозяйственная деятельность, которая на значительной части Чеченской Республики становится заметным фактором, способствующим трансформации геосистем. При этом наиболее высокое загрязнение характерно для центральной и восточной части горнолесного пояса. Площадные источники антропогенного воздействия на геосистемы представлены сельскохозяйственными угодьями, месторождениями нефти и газа, также интенсивными и, как правило, сплошными рубками леса, особенно в центральной и восточной части горнолесного пояса. Суммарное наложение временных колебаний экстремальных значений функционирования систем и среды создало условия, способствующие структурным изменениям геосистем региона, которые были активизированы в процессе антропогенного воздействия. Под влиянием факторов аридизации климата в восточной Чеченской Республике происходит расширение площадей горно-луговых геосистем и уменьшение высотных пределов горнолесного пояса.

Антропогенное воздействие во многом изменяет сложившиеся условия, усиливая неблагоприятные для функционирования геосистем процессы. Это изменяет направление процессов почвообразования в регионе. Под влиянием антропогенной деятельности общей тенденцией к изменению почв горнолесных геосистем, находящихся в экотонной полосе с горно-луговыми и горностепными, является их олужение и остепнение, выражающееся в приближении к поверхности карбонного горизонта, снижении кислотности, появлении солонцеватости, уплотнении, образовании столбчатой структуры.

Трудно переоценить экологическую значимость лесов для Чеченской Республики. В известной мере насаждение деревьев предотвращает катастрофические проявления современных экзогенных геологических процессов, хорошо очищает воздух, загрязненный газами и пылью, что особенно важно для курортных местностей, примыкающих к промышленно развитым районам. Практически все леса Чеченской Республики, входящие в лесной фонд, относятся к лесам I группы, имеющим особо важное водоохранное, водорегулирующее, почвозащитное, климаторегулирующее, санитарно-гигиеническое и рекреационное значение. Все отмеченные выше положительные качества этого компонента большинства природных ландшафтов республики определяют необходимость тщательной и продуманной стратегии по рациональному использованию и охране лесных массивов.

Как показали проведенные нами исследования, деградация лесов происходит за счет следующих основных факторов: выпас скота, туристская деятельность, вырубки лесных массивов и пожаров. К числу главных факторов уничтожения лесов не только Чеченской республики, но и Кавказа, следует отнести выпас скота. Как правило, выпас скота на контакте лесной и луговой растительности ведет к полному уничтожению всего подроста у верхней границы леса [1].

Значительный ущерб лесам Чеченской Республики в прошлом нанесла хищническая его рубка, в том числе военными.

До начала 60-х гг. прошлого столетия леса Чеченской Республики относились к эксплуатационным лесам, в которых проводились интенсивные лесозаготовки. При этом уничтожались наиболее ценные твердолиственные и хвойные породы без про-

ведения лесовосстановительных работ. Все новое уничтожение лесов сплошными рубками предопределило появление в верховьях р. Аргуна, Хулхулау, Гехи, Рошня, Ясса огромных безлесных пространств, поросших колючим кустарником и редкой степной растительностью (рис. 2).

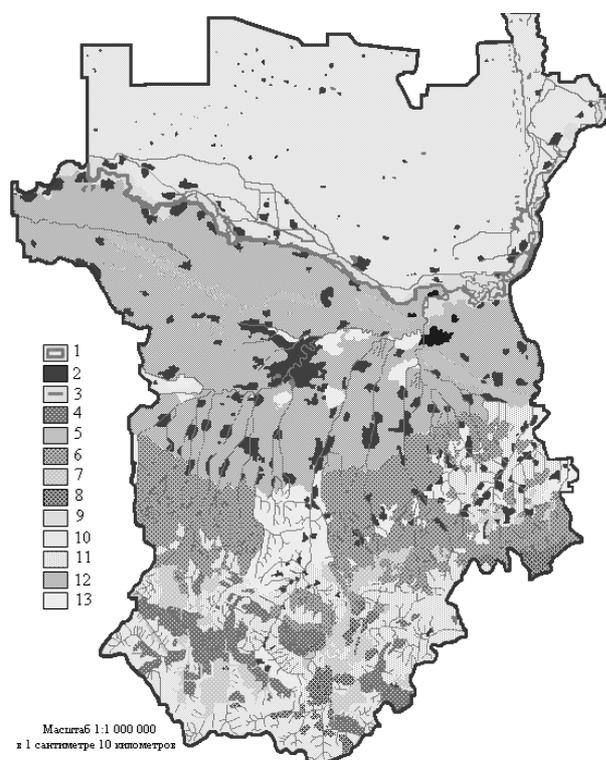


Рис. 2. Антропогенная нарушенность лесов Чеченской республики:

1 – граница республики; 2 – населенные пункты; 3 – реки и озера; 4 – сосновые леса; 5 – дубовые леса; 6 – буковые леса; 7 – березовые леса и криволесье; 8 – кустарниковая растительность; 9 – растительность пойм; 10 – безлесные пространства; 11 – леса, сведенные в XX в.; 12 – леса, сведенные в XIX в.; 13 – леса, сведенные военными действиями и несанкционированными рубками

По данным исследований 1992–2010 гг., после гибели старых перестойных деревьев лес не восстанавливается, его верхняя граница распространения постоянно снижается, а луговая растительность занимает площади, ранее занимаемые лесом [1].

Так, выпас скота снизил верхнюю границу леса на протяжении 100 км в среднем на 100–300 м по вертикали, что составило около 4 тыс. га уничтоженного лесного массива. Поэтому целесообразно полностью запретить какой-либо выпас скота у верхней границы лесной и луговой растительности.

Вывод

Формирование горных ландшафтов зависит от разнообразия физико-географических условий и абиотических факторов. Среди них главную роль играет литогенная основа, история развития рельефа, климат, оледенение и антропогенное воздействие.

Сложное геологическое строение, чрезвычайная расчлененность рельефа, мезоклиматические различия и особенности отдельных регионов предопределили биологическое разнообразие природных ландшафтов Чеченской Республики. Здесь в силу разнообразия экологических условий наблюдается разнообразная растительность, представленная луговидными и горными степями, альпийскими лугами, широколиственными, елово-пихтовыми и сосновыми лесами.

Список литературы

1. **Байраков И. А.** Антропогенная трансформация геосистем Северо-Восточного Кавказа и пути оптимизации природопользования : монография / Байраков И. А. – Грозный, 2009. – 170 с.
2. **Идрисова Р. А.** Ландшафты Чеченской Республики: пространственная структура и особенности селитебной нагрузки : дис. ... канд. геогр. наук / Р. А. Идрисова. – Грозный, 2009. – 146 с.

References

1. **Bajrakov I. A.** Antropogennaja transformacija geosistem Severo-Vostochnogo Kavkaza i puti optimizacii prirodopol'zovanija / I. A. Bajrakov : monografija. – Groznyj, 2009. – 170 s.
2. **Idrisova R. A.** Landshafty Chechenskoj Respubliki: prostranstvennaja struktura i osobennosti selitebnoj nagruzki : dis. ... kand. geogr. nauk / R. A. Idrisova. – Groznyj, 2009. – 146 s.

УДК 631.4

НЕФТЕХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И МЕРЫ ПО ИХ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Идрис Абдурашидович Байраков, кандидат биологических наук, доцент
Роза Абдулаевна Идрисова, кандидат географических наук

Чеченский государственный университет
364051, г. Грозный, ул. Шерипова, 32,
тел. 89282905081, e-mail: idris-54@mail.ru

Загрязнение нефтью верхних слоев почвы и грунта приводит к нарушению экологического равновесия, изменению интенсивности и направленности почвообразовательных процессов. Загрязненные почвы на многие годы выводятся из хозяйственного использования в результате потери плодородия, изменения биологических и физических свойств почв.

Степень нарушенности почвенного покрова в районах республики неодинакова. Наши исследования показывают, что нефтегазовый комплекс республики приводит к сплошным и частичным нарушениям почв на значительной территории Чеченской республики.

Для черноземных почв степной зоны Чеченской Республики характерен непромывной тип водного режима, превышение испаряемости над количеством выпадающих осадков, высокий радиационный баланс, что способствует более быстрому разложению нефтепродуктов, а также испарению минерализованных вод и летучих фракций нефти. Однако в богатых органическими веществами и обладающих высокой емкостью поглощения черноземных почвах происходит накопление компонентов нефти и засоление почвенного профиля.

Ключевые слова: почва, загрязнение, нефть и нефтепродукты, потеря плодородия, микробиологическое разложение углеводов, техногенное воздействие.

PETROCHEMICAL CONTAMINATION OF SOILS OF CHECHEN REPUBLIC AND THE MEASURES FOR THEIR IMPROVEMENT

Bajrakov Idris Abdurashidovich, Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Idrisova Rosa Abdulaevna, Candidate of Science (Geography)

Chechen State University
364051, Groznyj, Sheripova st., 32,
ph. 89282905081, e-mail: idris-54@mail.ru

Oil pollution of the upper soil layers and ground leads to the naruše of environmental equilibrium, changes in the intensity and direction of soil formation processes. Contaminated soil for many years to benefit from the conclusions of the economic use of the loss of fertility, changes in biological and physical properties of soils.

Degree of narušennosti soil in the areas of the Republic are not the same. Our research shows that oil and gas complex of Republic to leads to total and partial breaches soils on large territories and the Chechen Republic.

For the черноземных steppe zone of the Chechen Republic HA rakteren nepromyvnnoj type water regime, excess of evaporation over quantity of precipitation, high radiative balance that contributes to a rapid degradation of petroleum products, as well as evaporation of saline water and volatile oil fractions. However, in rich organic substances and having you view larger absorption černozemnyh soils are awarded to the accumulation of oil components and salinization of soil profile.

Key words: soil pollution, oil and oil products, loss of fertility, microbial decomposition of hydrocarbons, technogenic impact.

Экологическое состояние почв имеет важнейшее значение для функционирования экосистем. Особенности и разнообразие почвенного покрова по территории Чеченской республики определяются ее географическим положением и связаны со значительной расчлененностью поверхности и неоднородностью состава покровных отложений, сложной и длительной историей развития ландшафтов. Умеренно-континентальный климат в сочетании с тяжелым механическим составом почвообразующих пород и их значительной карбонатностью обусловили формирование высокогумусных почв в равнинной части республики. Природно-климатическое разнообразие на территории Чеченской республики формирует крайне сложную мозаику почвенного покрова. В распространении почв на равнинных пространствах хорошо выражена широтная зональность, а в горах – высотная поясность.

Почвы следует считать загрязненными нефтью и нефтепродуктами, если концентрация последних достигает уровня, при котором начинается угнетение или деградация растительного покрова, или существенная перестройка структуры растительного сообщества; нарушается функционирование почвенного биоценоза: происходит резкое упрощение структуры комплекса почвенной биоты, снижается интегральная биологическая активность и др.; падает продуктивность сельскохозяйственных земель; происходит миграция нефтепродуктов из почв в подземные и поверхностные воды.

Помимо данных факторов, при определении степени загрязнения нефтью и нефтепродуктами учитывались зонально-климатические и ландшафтно-литолого-геоморфологические условия, хозяйственный и экологический статус территории, состав нефти и характер загрязнения и другие факторы, влияющие на предельный потенциал самоочищения почв.



Рис. 1. Ареалы и уровни загрязнения углеводородами территории Грозного (Мантаев, 2011)

Объекты нефтедобычи, строительства и эксплуатации трубопроводов вызывают значительные изменения в почвах. Источниками загрязнения и разрушения почвы являются буровые установки, скважины, амбары и шламонакопители, строительная техника и т.д. Строительство трубопроводов приводит к нарушениям структуры почвенного покрова и уничтожению растительности на полосе шириной от 20 до 160 м. Эти нарушения в ряде случаев могут вызвать серьезные последствия в ландшафтах. Колоссальный ущерб почвенному покрову наносят нефть и нефтепродукты, пластовые минерализованные воды, синтетические поверхностно активные вещества. На рисунке представлена картосхема загрязнения почв г. Грозного углеводородами (рис. 1) [3].

Процесс нефтедобычи сопровождается загрязнением территории нефтепромыслов и прилегающих к ним земель сточными и пластовыми минерализованными водами. Сила воздействия нефтепромысловых сточных вод на экосистемы превышает таковую всех прочих техногенных потоков. Скорость трансформации почвенного комплекса под воздействием сточных вод гораздо выше, чем под влиянием нефти, а в процессе самоочищения она идет значительно медленнее вследствие устойчивости воздействия загрязнителя.

Отсутствие системы нормирования воздействия нефтяного загрязнения на почвенный покров не позволяет объективно оценивать экономический ущерб, нанесенный почвам за счет их полива загрязненной нефтью сунженской воды (табл.).

Таблица

Относительная степень повреждения почв, содержащих различные количества нефти

Степень повреждения	Содержание нефти в почве, г/кг сухой почвы	
	минеральная часть	органическая часть
Легкая – умеренная: некоторое уменьшение роста растительности, если не принимать никаких мер; временное повреждение	5-20	40-150
Умеренная – высокая: нормально развиваются только некоторые растения, при осторожном регулировании они остаются зелеными; можно восстановить почву в течение 3 лет; без рекультивации восстановление займет времени в 2–3 больше	20-50	150-750
Высокая – очень высокая: нефть пропитывает почву на глубину 10 см, только очень немногие растения выживают; при правильной рекультивации почва может быть восстановлена за 3–5 лет; без этого восстановление занимает 20 и более лет	больше 50	больше 750

Для экспрессной оценки общего уровня загрязнения урбанизированных территорий необходимо проведение площадных эколого-геохимических съемок. Впервые подобные определения содержания тяжелых металлов в почвенном покрове нашего города были выполнены в 1989 г., затем литохимическая съемка повторялась в 2000, 2005 и 2008 г. Загрязненные почвы, особенно их мелкодисперсная фракция с высокой концентрацией микроэлементов, являются опасным вторичным источником загрязнения природной среды. Превышение ПДК для почв по свинцу, цинку, меди и другим тяжелым металлам, которые были зафиксированы в 2008 г. вблизи крупных промышленных предприятий «Трансмаш», в промзоне Октябрьского и Заводского районов, свидетельствовали об опасных уровнях их накопления на территории г. Грозного [2].

При разработке нефтяных месторождений, строительстве и эксплуатации скважин, прокладке различных трубопроводов и сооружений других промышленных объектов большой ущерб почвам может принести их техногенная эрозия, т.е. физическое нарушение целостности почвенного покрова. К нарушенным землям относятся карьерные выемки, трассы трубопроводов и транспортных коммуникаций, площадки буро-

вых скважин, промплощадки, места ликвидированных объектов, загрязненные земли на нефтяных месторождениях, утратившие первоначальную хозяйственную ценность.

Нефтехимическое загрязнение почвы и грунта приводит к нарушению экологического равновесия, изменению интенсивности и направленности почвообразовательных процессов. Загрязненные почвы на многие годы выводятся из хозяйственного использования в результате потери плодородия, изменения биологических и физических свойств почв.

Для исследования экологического состояния почв в районах добычи нефти и загрязненных нефтью и отходами нефтедобычи в природных условиях были заложены парные разрезы на загрязненных и условно чистых участках. Нефтехимическое загрязнение почв сказывается на всем комплексе свойств почв: физических, химических, биологических и экологических, формирующих их природное плодородие.

Особенно сильное загрязнение нефтепродуктами происходит на территории обваловки площадок буровых скважин и действующих скважин площадью 0,25 га. При количестве 31016 действующих скважин разрушенными на территории республики являются 5 тыс. га земли. Кроме того, на территории нефтепромыслов республики проложены более 1 тыс. км всех видов трубопроводов (рис. 2) [1].

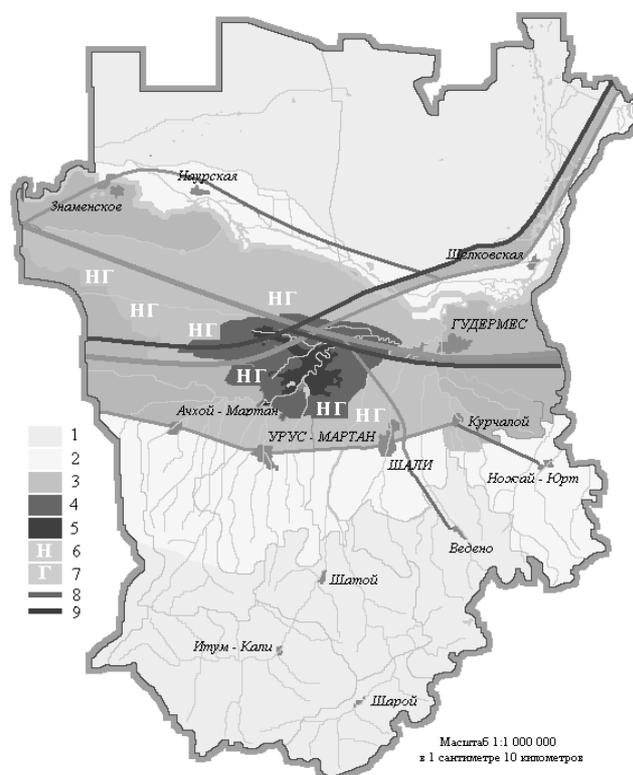


Рис. 2. Зонирования территории Чеченской Республики по нефтехимическому загрязнению (Байраков, 2009):

1 – нет загрязнения; 2 – умеренно-загрязненный; 3 – загрязненный; 4 – грязный; 5 – очень грязный; 6 – нефтедобыча; 7 – газодобыча; 8 – нефтепроводы; 9 – газопроводы

На основании определения видового состава, биопродуктивности и оценки общего состояния растительных сообществ был осуществлен сравнительный анализ разных типов почв с учетом экологического состояния всей экосистемы, который показал, что накопление, миграция нефти и нефтепродуктов и продолжительность нахождения имеют различную продолжительность существования в геосистемах различных почвенно-климатических зон Чеченской Республики. А в лесных и лесостепных ландшафтах они сохраняются дольше, чем в степных. В первую очередь это за-

висит от физико-химических свойств и характеристик самой почвы. В почвах тяжелого механического состава просачивание нефтепродуктов происходит на значительно меньшую глубину, чем в почвах легкого механического состава, в которых нефть даже при слабой степени загрязнения просачивается значительно глубже.

Степень нарушенности почвенного покрова в районах нефтедобычи Чеченской Республики неодинакова. Полевые исследования и анализ аэрокосмоснимков показывают, что нефтегазовый комплекс приводит к сплошным и частичным нарушениям почв на значительной территории. Для черноземных каштановых почв степной зоны характерен непромывной тип водного режима, превышение испаряемости над количеством выпадающих осадков, высокий радиационный баланс, что способствует более быстрому разложению нефти и нефтепродуктов, а также испарению минерализованных вод и летучих фракций нефти. Однако на богатых органическими веществами черноземных почвах степной зоны может происходить накопление компонентов нефти и засоление почвенного профиля.

От ландшафтно-геохимических условий, а также от окислительно-восстановительной обстановки зависит разложение нефти. В восстановительной среде, характерной для переувлажненных горнолесных почв Беноевского месторождения, процессы разложения нефти существенно замедляются.

Процесс самоочищения почвы от загрязнения нефтью происходит в результате разложения органического вещества до простых минеральных веществ и обзаван фотохимическим реакциям, протекающим под воздействием ультрафиолетовой радиации и суммы активных температур воздуха и почвы.

Продолжительность разложения нефти в разных почвенно-климатических зонах различна – от нескольких месяцев до нескольких десятков лет. Выделяют 3 этапа трансформации нефти в почвах: 1) физико-химическое и частичное микробиологическое разложение алифатических углеводородов; 2) микробиологическое разрушение, главным образом, низкомолекулярных структур разных классов, новообразование смолистых веществ; 3) трансформация высокомолекулярных соединений – смол, циклических углеводородов [4].

В Чеченской республике в настоящее время проводятся рекультивация и мелиорация, как правило, без достаточного научного обоснования. Ликвидация последствий разливов нефти в течение длительного времени осуществляется так, что происходит необратимое уничтожение плодородного слоя почвы, например, при сжигании нефти, засыпке загрязненных участков фунтом, вывозе загрязненной почвы в отвалы. Научно не обоснованные, без учета всех почвенно-климатических условий данных геосистем, данные процессы будут способствовать развитию здесь длительных деградационных процессов. Такие способы «рекультивации» совершенно неприемлемы.

На основании обобщения литературных данных проведена типизация основных почвенных нарушений в пределах месторождений нефти в Чеченской республике и выделены основные типы воздействия: 1) загрязнение почв нефтью; 2) загрязнение почв минерализованными водами; 3) эрозия почв.

Для рекультивации загрязненных нефтью земель во всем мире применяют практику внесения органоминеральных удобрений в различных сочетаниях. Благоприятное воздействие посевов сельскохозяйственных растений, особенно многолетних трав, состоит в том, что в процессе жизнедеятельности своей развитой корневой системой они способствуют улучшению газовоздушного режима загрязненной почвы, обогащают почву азотом и биологически активными соединениями, выделяемыми корневой системой в почву. Все это стимулирует рост микроорганизмов и, соответственно, ускоряет разложение нефти и нефтепродуктов. В этой связи нельзя не учитывать также возможность самих растений подвергать разложению различные классы нефтяных углеводородов.

В республике существуют проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами, особенно в районах функционирования предприятий нефтедобычи и переработки, машиностроения (Грозный, Гудермес, Шали), и по причине трансграничных переносов воздушными потоками.

Проведенными исследованиями установлены значительные концентрации различных элементов в почвах, превышающие фоновые уровни.

Список литературы

1. **Байраков И. А.** Антропогенная трансформация геосистем Северо-Восточного Кавказа и пути оптимизации природопользования : монография / И. А. Байраков. – Грозный, 2009. – 170 с.
2. **Мантаев Х. З.** Влияние антропогенеза на почвообразовательные процессы г. Грозного / Х. З. Мантаев // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – Т. 2, № 2. – С. 186–194. – Сер. «Технические науки».
3. **Мантаев Х. З.** Геоэкологическая оценка урбандолиндов г. Грозного и меры по их оптимизации / Х. З. Мантаев // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – Т. 2, № 1. – С. 157–166. – Сер. «Технические науки».
4. **Солнцева Н. П.** Региональный геохимический анализ загрязнения почв нефтью (на примере Пермского Прикамья) / Н. П. Солнцева, Е. М. Никифорова // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 122–139.

References

1. **Bajrakov I. A.** Antropogennaja transformacija geosistem Severo-Vostochnogo Kavkaza i puti optimizacii prirodopol'zovanija : monografija / I. A. Bajrakov. – Groznyj, 2009. – 170 s.
2. **Mantaev H. Z.** Vlijanie antropogeneza na pochvoobrazovatel'nye processy g. Groznogo / H. Z. Mantaev // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. – 2008. – T. 2, № 2. – S. 186–194. – Ser. «Tehnicheskie nauki».
3. **Mantaev H. Z.** Geojekologicheskaja ocenka urbolandshaftov g. Groznogo i mery po ih optimizacii / H. Z. Mantaev // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. – 2008. – T. 2, № 1. – S. 157–166. – Ser. «Tehnicheskie nauki».
4. **Solnceva N. P.** Regional'nyj geohimicheskij analiz zagrjaznenija pochv neft'ju (na primere Permskogo Prikam'ja) / N. P. Solnceva, E. M. Nikiforova // Vosstanovlenie neftezagrjaznennyh pochvennyh jekosistem. – M. : Nauka, 1988. – S. 122–139.

УДК 913

**ИНФРАСТРУКТУРНАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
СОСТАВЛЯЮЩИЕ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА
ПОДУНАЙСКОГО РЕГИОНА СЛОВАКИИ**

Оливия Голлерова, аспирант

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел./факс (8512) 52-49-99, e-mail: kisbogarka@yandex.ru

Инфраструктурная и социально-экономическая составляющие туристско-рекреационного комплекса оказывают прямое и косвенное влияние на экономику. Прямое влияние – привлечение средств от услуг, материальное обеспечение работников туризма и создание новых рабочих мест, рост налоговых поступлений. Косвенное влияние заключается в мультипликативном эффекте межотраслевого взаимодействия. В статье приводится характеристика Подунайского региона с точки зрения инфраструктурной и социально-экономической составляющих туристического потенциала.

Ключевые слова: туризм, инфраструктура, социально-экономический фактор, Подунайский регион, туристско-рекреационный потенциал.

INFRASTRUCTURE AND SOCIO-ECONOMIC COMPONENTS OF TOURIST-RECREATIONAL POTENTIAL OF THE PODUNAYSKY REGION OF SLOVAKIA

Hollerova O., Post-graduate Student

*Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph./fax (8512) 52-49-99, e-mail: kisbogarka@yandex.ru*

Infrastructure and socio-economic dimensions of tourist-recreational complex have direct and indirect effects on the economy. Direct impact - raising funds from the services, material support for workers of tourism and the creation of new jobs, increase tax revenues. Indirect impact is the multiplier effect of inter-sectoral collaboration. The article presents the characteristics of Podunaysky region in terms of infrastructure and socio-economic components of the tourism potential.

Key words: tourism, infrastructure, socio-economic factor, Podunaysky region, tourist-recreational potential.

Рыбалка, охота и водный туризм. Обилие водных ресурсов в регионе создает благоприятные условия для рыбной ловли. Возможность спортивной рыбной ловли существует в окрестностях д. Иелка, где специальные хозяйства выращивают лососей, карпов и осетров. Также рыбная ловля возможна на всех рукавах Дуная, его притоках (Ваг, Грон, Ипель, Нитра), на озерах и затопленных карьерах рядом с Комарно, Дунайской Стредой и Сенцом [3]. Здесь можно поймать карпа, сома, окуня, щуку и бычка. Особой формой туризма является охота. Этот специфический туризм направлен на отдельный сегмент рынка спортивной охоты. На территории региона есть возможность охоты на оленя, серну, барана, кабана, лисицу, зайца, фазана, диких гусей и уток. Охотничий сезон начинается весной, 16 мая начинается охота на серну и позже на кабана. В начале сентября следует лов на фазана.

Водно-спортивный туризм. Подунайский регион своим положением и морфологией ориентирован, прежде всего, на летние виды спорта. Благоприятный климат с большим количеством теплых дней и обилие водных ресурсов особо благоприятствуют развитию водного спорта: сплава по рекам, плавания, яхтинга, дайвинга, а также других видов спорта: бега, велопрогулок, гольфа, катания на роликовых коньках, автоспорта. В Подунайском регионе находятся 2 известные трассы для мотокросса. Одна из них расположена рядом с д. Дунайская Лужна, здесь проводится Кубок Малых Карпат. Вторая трасса расположена рядом с Легницею, здесь проводятся соревнования по разным категориям. На рукавах и притоках Дуная возможен сплав на каное и плотах. На Малом Дунае сплав начинается в д. Волки, проходит через Иелку, Ягодну до Топольников. Это несложная водная трасса, дающая возможность увидеть богатую природу, водных животных, уникальные водные мельницы, остановиться в рыбацких ресторанах. Второй трассой сплава является второе русло Дуная, от деревни Доброгошь до Габчикова [3]. Этот тур дает возможность познакомиться с фауной и флорой низинных луговых лесов. Более сложными, но очень интересными трассами являются сплавы по р. Грон и Ваг. Для дайвинга более всего подходят о. Кошариско, Гулашка, Шулянске или рукава Дуная.

Велотуризм. На территории региона находится несколько велотрасс. В регионе отличные условия для велотуризма: ландшафт имеет низинный, умеренно волнистый характер, транспортные коммуникации относительно слабо загружены. От Братиславы до Габчикова пролегает трасса более чем в 40 км. Велотрассы можно найти между Комарно и Штурово. При строительстве водохранилища Габчикова была поставлена плотина, где в настоящее время разрешены прогулки и катания на роликовых конках, с плотины открывается прекрасная панорама Дуная [4]. Кроме того, в Подунайском регионе находится 2 поля для гольфа, в Батчи и в Иелке.

Круизный туризм. С точки зрения туризма Дунай в настоящее время наиболее интересен как река, на которой возможен круизный туризм. Доказательством служит тот факт, что на рынке европейских речных круизов по количеству перевезенных пассажиров Дунай опережает Нил. На Дунае работает более 80 пассажирских теплоходов. За год плавают более 2900 кораблей и проезжает более 130 тыс. людей. 3/4 пассажиров составляют немцы, остальные, в основном, австрийцы, швейцарцы и гости англоговорящих стран.

Лечебный, оздоровительный туризм. Подунайский регион богат термальными источниками, наличие которых обусловило возникновение термальных купален. В районе Дунайской Стреды рекреационная инфраструктура оздоровительных центров ориентирована на использование для летнего отдыха. При анализе имеющейся туристической инфраструктуры района заметно её недостаточное количество, но в большей степени – недостаточный уровень качества и низкий стандарт предлагаемых услуг. Наибольший потенциал имеет термальный комплекс в г. Дунайская Стреда. Комплекс имеет общую площадь 26 га, где расположено 7 бассейнов разного размера, формы и с разной температурой воды. Проблемой комплекса является отсутствие крытых бассейнов и низкая вместимость гостиницы.

В районе Нове Замки следует особо отметить термальный курорт Вадаш Штурово. Комплекс включает 7 открытых и 2 крытых бассейна, среди них массажный бассейн, открытый горячий бассейн для круглогодичного использования и единственный бассейн в Словакии с искусственными волнами. Вода в бассейне поступает с глубины 1600 м и достигает температуры 57 °С [1].

В окрестностях д. Патинце выходят на поверхность 3 минеральных источника, которые характеризуются высоким содержанием гидрокарбонатов кальция, магния и соединений серы. Бьющие термальные источники благотворно влияют на двигательную систему организма [4]. С 1953 г. Патинский термальный источник и его окрестность объявлены особо охраняемыми территориями. Кроме бассейнов, посетители могут использовать грязевые ванны, сауны, массажный бассейн и искусственное озеро площадью 14 га, которое предоставляет возможности для лодок, водных велосипедов, других водных видов спорта, а также привлекает любителей рыбной ловли. Недалеко от г. Великий Медер находится термальный санаторный комплекс. В комплексе имеется 9 бассейнов с температурой воды от 26 до 38 °С, которая благоприятно воздействует на двигательную систему, позвоночник, мышцы и имеет восстанавливающее влияние на весь организм. Кроме 4 крытых бассейнов, комплекс предоставляет богатый выбор расслабляющих и оздоровительных процедур [1]. Непосредственно в г. Комарно находится термальный комплекс. Термальная вода комплекса содержит минеральные вещества, которые благотворно влияют на людей с поражением суставов, ревматизмом и болезнями женских органов.

Система расселения и структура населения. Современный образ национальной структуры населения Подунайского региона является результатом долгого и отнюдь не сложного исторического развития, на которое влияли различные факторы политического, хозяйственного и культурного характера.

Словакия, занимающая центр Европы, с древних времен лежала на пути переселения различных племен и этносов. Племена кельтов описываются уже античными источниками в описаниях территории современной Словакии.

Современная национальная структура Словакии [11]:

- словаки – 85,8 %;
- венгры – 9,7 %;
- румыны – 1,7 %;
- чехи – 0,8 %;
- русины, украинцы, немцы, поляки и др. – 2 %.

Религия:

- римско-католические христиане - 68,8 %;
- евангелисты – 6,9 %;

- греческие католические христиане – 4,1 %;
- реформисты – 2 %;
- прочие – 18,2 %.

Население нельзя принимать как статичный элемент, оно, напротив, характеризуется сильной динамикой количества, структуры, пространственного размещения и других факторов. Изменение количества жителей Подунайского региона характеризуется постепенным ростом до самого конца XX в., причем рост был наиболее динамичным в период с 1950 по 1989 г. [6]. В районе Дунайской Стреды большая часть граждан является по национальности венграми (79,75 %). Национальное меньшинство составляют граждане словацкой национальности, численность которых – 15,26 %. К третьей значительной группе населения относятся румыны (1,5 %). Остальные национальности, такие как чешская, русинская, украинская, немецкая, польская, хорватская, сербская, русская, еврейская и др., занимают совсем небольшую долю.

Большая часть жителей Дунайской Стреды исповедует одну из следующих 4 религий: римско-католические христиане (72,91 %), аугсбургские евангелисты (1,92 %), реформисты (7,83 %).

Значительную группу составляют граждане, которые не относят себя ни к одному из вероисповеданий (11,11 %). Адепты остальных религий представляют около 1,58 %.

Изменение количества жителей района Комарно характеризуется постепенным ростом до конца XX в., наиболее динамичным рост был в период с 1950 по 1989 г. [6]. После 1990 г. темп роста населения района замедлился. В соответствии со статистическими данными к 01.01.2009 г. в районе Комарно проживало 107140 граждан. С точки зрения национальной структуры население района гетерогенно. По методике подсчета граждан 69,07 % жителей отнесли себя к венгерской национальности и 29,81 % – к словацкой национальности. Третьей небольшой национальной группой района являются румыны, которые составляют 1,12 % от общего количества жителей. В районе Нове Замки с точки зрения национальной структуры населения доминантными группами являются словаки (59,53 %) и венгры (38,28 %). Остальные национальности составляют небольшую долю населения. Так, румыны насчитываются количеством 0,64 %, и чехи – 0,58 %.

Железнодорожный транспорт. Через район Дунайская Стреда проходит единственная неэлектрифицированная железнодорожная ветка, которая выполняет функцию как пассажирских, так и грузовых перевозок. Железная дорога с обозначением 124А обеспечивает связь между Комарно и Братиславой и проходит через Дунайскую Стреду. Максимально возможная скорость поезда на этом участке составляет 80 км/ч. По территории района Комарно проходят следующие европейские многофункциональные транспортные коридоры: Коридор № 4/Берлин/Норимбер – Прага – Куты – Братислава – Нове Замки/Комарно-Штурово – Венгерская республика, организованный по железной дороге с комбинированным транспортом и Коридор № 7/водная дорога Дунай с портом в г. Комарно. Эти транспортные коридоры относятся к одним из самых важных связующих осей в Европе с точки зрения пассажирских и грузовых перевозок [3].

Железнодорожный вокзал в г. Комарно относится к первой категории. Через г. Комарно проходит железнодорожная ветка № 131 Братислава – Дунайская Стреда – Комарно, Нове Замки – Комарно – Комаром (Венгрия) и Комарно – Коларово.

Авиатранспорт. На территории районов Дунайской Стреды, Комарно, Нове Замки находятся только небольшие травяные аэродромы, используемые сельскохозяйственными и частными самолетами. Однако рядом с Подунайским регионом (40–50 км) находятся большие международные аэропорты, в Братиславе, Будапеште и Вене [5].

Автотранспортные дороги. Основу дорожной системы региона составляют дороги первой категории. Это дороги I/63 /Братислава – Дунайская Стреда – Комарно и I/64/Нитра – Нове Замки – Комарно – граница с Венгрией [3].

Водный транспорт. Положение Подунайского региона на важнейшей транспортной реке Дунай определяет большую роль для региона водного транспорта. Основным водным транспортным коридором здесь является Дунайская магистральная

водная дорога E80 с портом в г. Комарно. Порт Комарно входит в трансевропейскую речную магистраль Рейн – Майн – Дунай, которая соединяет Северное и Черное море. Комарно является самым большим грузовым портом Словакии, а также выделяется тем, что здесь производят ремонт кораблей.

Гостиничный сервис и сфера общественного питания. Туризм складывается из отдыха, познавательной активности, здоровья, культурной и спортивной активности, социальной коммуникации и пр. Среду туризма создают природный и культурный исторический потенциалы первичного предложения, а вторичное предложение является инструментом достижения цели, создающим условия для использования первичного предложения и приспособляющегося к нему. Кроме упомянутых предпосылок развития туризма, в Подунайском регионе, который можно отнести к первичному предложению, можно найти и все элементы вторичного туристического предложения. Сюда, прежде всего, относится огромное количество гостиниц и учреждений общественного питания, которыми обеспечены не только населенные пункты и памятники природы, истории, но и некоторые фермы. Из гостиниц здесь представлены практически все категории, однако во время летнего сезона многие гостиницы нередко оказываются переполненными [4].

Пограничный режим на территории Подунайского региона. Одновременное вступление Словакии и Венгрии в Европейский союз, а позже и в Шенгенскую зону, вызвало открытие и прозрачность государственных границ этих двух стран. Туристы, граждане стран Европейского союза и граждане других стран, имеющие Шенгенскую визу, могут свободно перемещаться по территории Словакии и пересекать границу, что положительно влияет на туристический потенциал Подунайского региона [5].

Подунайский регион обладает значительным потенциалом для развития различных форм туризма. Основные предпосылки – это относительно слабонарушенная окружающая среда, живописная сельская местность с элементами народной и религиозной архитектуры, исторические и культурные памятники. Регион предлагает широкие возможности для туризма, рекреации, пеших походов, велопробегов, путешествий по воде, сельского и культурно-познавательного туризма, а также для развития многих видов спорта.

Самым высоким природным потенциалом для туризма обладает восточное окончание Подунайского региона, где в одном месте сосредоточено несколько природных предпосылок развития туризма: заповедник; р. Дунай, Грон и Ипель; нагорье Бурда; дубовые и ясеневые леса; минеральные и термальные источники; самый теплый климат на территории всей Словакии. В целом регион характеризуется туристическим потенциалом выше среднего, поскольку весь регион расположен вдоль р. Дунай, кроме того, на территории региона много минеральных источников, исторических и культурных достопримечательностей, достаточно развита туристическая инфраструктура и дорожная сеть. Области, обозначенные на карте как имеющие более низкий туристический потенциал, – это, в основном, сельскохозяйственные поля.

Такой подход к оценке туристического потенциала может быть использован и для оценки потенциала других областей деятельности человека.

Список литературы

1. **Бухарович З.** Энциклопедия курортов и минеральных источников / З. Бухарович. – Прага : Либри, 2001. – 158 с.
2. **Гаспрова М.** Локализационные предпосылки развития туризма в районе Злате Моравце / М. Гаспрова // Географические исследования. – 2000. – № 7. – С. 268–275.
3. **Дубцова А.** Туризм как потенциальный импульс регионального развития Нитрянского края / А. Дубцова, Г. Крамарекова // Географические исследования. – 2000. – № 7. – С. 70–76.
4. **Крначова З.** Предпосылки развития туризма в сельских районах Словакии / З. Крначова, К. Павличкова, П. Спишак // Экология. – 2001. – № 20. – С. 317–324.
5. **Крогман А.** Перспективы конгресса и выставочного туризма в г. Нитра / А. Крогман // Географические исследования. – 1999. – № 6. – С. 96–101.
6. **Мариотт П.** География туризма / П. Мариотт. – Братислава : Веда, 1983. – 325 с.
7. **Мариотт П.** Географические особенности туризма в Словакии / П. Мариотт, С. Очковский. – Братислава : САН, 1973. – 100 с.

8. **Мариотт П.** Регионы и центры туризма / П. Мариотт. – Банска Штявница, 2002. – 74 с.
9. **Ондрейка К.** Природные и культурные достопримечательности / К. Ондрейка // Атлас Словакии. – 2001. – 72 с.
10. **Пуллитлова М.** Инфраструктура туризма в районе Злате Моравце / М. Пуллитлова // Географические исследования. – 2000. – № 7. – С. 276–285.
11. **Служба статистики Словацкой республики.** – Режим доступа: <http://portal.statistics.sk/showdoc.do?docid=4>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. **Buharovich Z.** Jenciklopedija kurortov i mineral'nyh istochnikov / Z. Buharovich. – Praga : Libri, 2001. – 158 s.
2. **Gasprova M.** Lokalizacionnye predposylki razvitija turizma v rajone Zlate Moravce / M. Gasprova // Geograficheskie issledovanija. – 2000. – № 7. – S. 268–275.
3. **Dubcova A.** Turizm kak potencial'nyj impul's regional'nogo razvitija Nitrjanskogo kraja / A. Dubcova, G. Kramarekova // Geograficheskie issledovanija. – 2000. – № 7. – S. 70–76.
4. **Krnachova Z.** Predposylki razvitija turizma v sel'skih rajonah Slovakii / Z. Krnachova, K. Pavlichkova, P. Spishak // Jekologija. – 2001. – № 20. – S. 317–324.
5. **Krogman A.** Perspektivy kongressa i vystavochnogo turizma v g. Nitra / A. Krogman // Geograficheskie issledovanija. – 1999. – № 6. – S. 96–101.
6. **Mariott P.** Geografija turizma / P. Mariott. – Bratislava : Veda, 1983. – 325 s.
7. **Mariott P.** Geograficheskie osobennosti turizma v Slovakii / P. Mariott, S. Ochkovskij. – Bratislava : SAN, 1973. – 100 s.
8. **Mariott P.** Regiony i centry turizma / P. Mariott. – Banska Shtjavnica, 2002. – 74 s.
9. **Ondrejka K.** Prirodnye i kul'turnye dostoprimechatel'nosti / K. Ondrejka // Atlas Slovakii. – 2001. – 72 s.
10. **Pulpitlova M.** Infrastruktura turizma v rajone Zlate Moravce / M. Pulpitlova // Geograficheskie issledovanija. – 2000. – № 7. – S. 276–285.
11. **Sluzhba statistiki Slovackej republiky.** – Rezhim dostupa: <http://portal.statistics.sk/showdoc.do?docid=4>, svobodnyj. – Zaglavie s jekrana. – Jaz. rus.

УДК 577.4:577.472

САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОД НИЗОВИЙ ВОЛГИ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

София Сергеевна Евсева, ассистент

Астраханский государственный технический университет
414000, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
тел. (8512) 61-42-88, e-mail: ruslana2212010@mail.ru

Характеристика сапробиологической обстановки на незарегулированном участке Нижней Волги проводилась на основании анализа качественного и количественного состава видов-индикаторов. Летом 2010 г. средние индексы качества вод в сравнении с 2011 г. были близкими. Осенью изменение средних индексов сапробности следующее: с 2005 по 2008 г. и в 2009 г. они сохраняются приблизительно на том же уровне, что и летом, а в 2005–2011 гг. и в 2011 г. повышаются относительно летнего периода. В 2011 г. сапробиологическая обстановка характеризуется как умеренно загрязнённая с уклоном к чистой (β - α -мезосапробная зона), с отдельными участками умеренно загрязнённых вод. Сапробность вод в сравнении с летом снижается на верхнем участке реки и ниже АПК, но повышается в восточной части дельты. Итак, за текущее десятилетие качество вод Нижней Волги (в частности, в районе АПК, где оно несколько хуже), изменилось от умеренно загрязнённых вод с уклоном в чистые в начале периода наблюдений до умеренно загрязнённых, а на современном этапе лишь в летне-осенний период, весной – до умеренно загрязнённых, близких к загрязненным.

Ключевые слова: фитопланктон, биотестирование, антропогенный, мониторинг, сапробиологические, евтрофикации, мезосапробная зона, динамика, водоросль, загрязнение.

SAPROBIOLOGICAL PHYTOPLANKTON EVALUATION
OF THE LOWER VOLGA WATERS

Evseeva Sofiya S., assistant

*Astrakhan State Technical University
414000, Astrakhan, Tatischeva st., 16,
ph. (8512) 61-42-88, e-mail: ruslana2212010@mail.ru*

Characteristics of the saprobiological situation in the regulated part of the Lower Volga was worked out based on qualitative and quantitative analysis of the composition of indicator species. The average water quality index in summer 2010 in comparison with 2011 were similar. In autumn changes in the saprobity were as follows: from 2005 to 2008 and 2009 they remained almost at the same level as in summer, and in 2005–2011 and in 2011 increased. In 2011 the saprobiological situation was characterized as nearly pure (β - α -f- α -mesosaprobic zone), with separate areas of moderately polluted waters. Saprobity in relation to summer drops at the northern parts of the river and in the lower Astrakhan industrial complex, but rises in the eastern delta. So, in the last decade the water quality of the Lower Volga, and in particular the Astrakhan industrial complex, where it is worse, has changed from nearly pure at the beginning of the observation period to moderately polluted, and at present only in the summer-autumn period, spring to nearly polluted.

Key words: *phytoplankton, biological testing, anthropogenic, monitoring, saprobiological, eutrophication, mesosaprobic zone, dynamics, algae, pollution.*

Характеристика сапробиологической обстановки на незарегулированном участке Нижней Волги проводилась на основании анализа количественного состава видов-индикаторов. Их число в общем списке видов варьировало от 49 в 2005 г. до 76 в 2007 г. Около 50 % приходилось на β - и α - β -мезосапробы. Однако доля α - и β - α -мезосапробов возрастала с 2005 по 2009 г. с 11 до 18, но к 2011 г. сократилась до 12. При анализе индексов сапробности по годам в сезонном спектре выделяется ряд закономерностей. Весной степень евтрофирования вод наиболее высокая по всей акватории Нижней Волги. Более высокие индексы (2,17–2,36) отмечаются у с. Каменный Яр (табл. 1), где они имели либо максимальные значения для сезона, либо находились в ряду наибольших значений.

Таблица 1

**Индексы сапробности на пунктах незарегулированного участка
Нижней Волги в весенний период 2005–2011 гг.**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
с. Каменный Яр	2,17	2,34	2,26	2,31	2,36	2,23	2,27
с. Цаган-Аман				2,16	2,44	2,30	2,31
с. Верхнее Лебяжье	2,17	2,32	2,23	2,03	2,18	2,25	2,22
АПК	2,13	2,25	2,06	2,23	2,30	2,20	2,20
ПОС (АПК)	2,13	2,24	2,16	2,18	2,40	2,25	2,18
с. Ильинка (АПК)	2,19	2,26	2,10	2,29	2,26	2,05	2,31
г. Камызяк	2,03	2,20	2,20	2,36	2,33	1,96	2,22
пр. Рычан	2,09	2,25	2,10	2,26	2,30	2,14	2,15
пр. Подчалык (АГПЗ)	–	2,20	2,07	2,18	2,16	2,14	2,17
с. Красный Яр	2,14	2,21	2,16	2,18	2,21	2,12	2,16
Средний индекс сапробности	2,13	2,25	2,15	2,21	2,29	2,16	2,22

Примечание: индексы подсчитаны по численности клеток.

Нагрузки на бассейн р. Волги привели к повышению евтрофирования Нижней Волги, в особенности верхнего отрезка исследуемого участка, непосредственное влияние на который оказывало Волгоградское водохранилище. Вниз по течению фотосинтезирующая деятельность фитопланктона способствовала самоочищению водных масс, но в районе АПК и ниже заметна его роль в повышении сапробности вод. Сапробиоло-

гическая обстановка улучшилась. В последующие годы шло нарастание индексов сапробности по всей исследуемой акватории, особенно на верхнем его отрезке и в районе АПК [1; 2; 5]. Итак, качество вод весной можно оценить как умеренно загрязнённое с уклоном в грязные практически на всех пунктах наблюдения. Летом уровень евтрофирования вод по всей Нижней Волге снижается. Амплитуда значений индексов сапробности составляет 1,51–2,27 (табл. 2). Более благополучной экологической обстановкой была в 2005 г., особенно на вершине дельты, когда индекс сапробности здесь был минимальным и характеризовал чистые воды. В районе АПК и в пр. Рычан качество вод относилось к грязным. В пр. Рычан и в последующие годы индексы были минимальными, что можно объяснить слабой проточностью этого водотока в летний период. В результате происходило накопление биогенных веществ, возникало вторичное евтрофирование [1; 2; 4; 5]. Летом 2010 г. средние индексы качества вод в сравнении с 2011 г. были близкими. Динамика изменения индексов по пунктам такая же, как и в весенний период, то есть более загрязнёнными (β - α -мезосапробная зона) являются участки от с. Каменный Яр до вершины дельты и ниже АПК.

Таблица 2

**Индексы сапробности на пунктах незарегулированного участка
Нижней Волги в летний период 2005–2011 гг.**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
с. Каменный Яр	1,91	2,20	2,09	1,87	2,13	2,10	2,07
с.Цаган-Аман	–	–	–	2,00	2,09	1,99	2,03
с. Верхнее Лебязье	1,51	2,11	1,99	1,98	1,96	1,98	1,96
АПК	1,93	2,08	2,02	1,95	2,00	2,00	2,01
ПОС (АПК)	1,96	2,05	2,00	2,02	2,12	1,94	2,03
с. Ильинка (АПК)	2,04	2,13	2,04	2,04	1,99	1,99	1,96
г. Камызяк	1,74	2,09	2,01	2,04	1,99	2,00	2,03
пр. Рычан	2,09	2,27	2,09	1,95	1,94	1,94	1,94
пр.Подчалык (АГПЗ)	–	2,15	2,05	2,05	2,13	1,95	2,00
с. Красный Яр	1,72	2,21	2,00	1,61	2,09	1,93	1,98
Средний индекс сапробности	1,90	2,13	2,02	1,97	2,01	1,98	2,00

Это характерно и для 2006 г. В 2008 г. картина распределения значений индексов сапробности отличается от остальных съёмов. Наиболее чистым был верхний участок (0- β -мезосапробная зона). На остальной части исследуемой акватории качество вод относилось к β -мезосапробной зоне, влияние АПК проявлялось слабо. В последующие годы сапробиологическая обстановка находилась в пределах β -мезосапробной зоны с ухудшением в 2006 и 2011 г. на участке с. Каменный Яр – с. Цаган-Аман, а в 2009 г. – и в районе АПК и АГПЗ до β - α - мезосапробной зоны. Летом основу альгоценозов составляют β -мезосапробы. У диатомовых в большом количестве развивается *M. granulate* (0,1–3,5 млн кл/л), в 2010 г. – *M. italica* (0,7–1,4 млн кл/л). Расширяется список β -мезосапробов за счёт зелёных (виды родов *Scenedesmes*, *Pediastrum*, *Pandoria* и др.) и сине-зелёных (*M. aeruginosa*) водорослей. Наряду с этим широко распространяются к концу лета *Aph. Flosaqua* и *M. pulvereae f.inserta*. Они развиваются в массе [1; 2]. Таким образом, как и весной, наименее загрязнённым в летний период был участок реки от вершины дельты до верхней границы АПК, ниже по течению загрязнение усиливалось. Осенью изменение средних индексов сапробности следующее: с 2005 по 2008 г. и в 2009 г. они сохраняются приблизительно на том же уровне, что и летом, а в 2005–2011 гг. и в 2011 г. повышаются относительно летнего периода. То есть в последние годы наблюдается процесс вторичной евтрофи-

кации (табл. 2). В 2011 г. сапробиологическая обстановка характеризуется как умеренно загрязнённая с уклоном к чистой (β - α -мезосапробная зона), с отдельными участками умеренно загрязнённых вод. Сапробность вод относительно лета снижается на верхнем участке реки и ниже АПК, но повышается в восточной части дельты.

Итак, за текущее десятилетие качество вод Нижней Волги (в частности, в районе АПК, где оно несколько хуже), изменилось от умеренно загрязнённых вод с уклоном в чистые в начале периода наблюдений до умеренно загрязнённых, а на современном этапе лишь в летне-осенний период, весной – до умеренно загрязнённых, близких к загрязненным.

Список литературы

1. **Волошко Л. Н.** Динамика фитопланктона в Нижней Волге и основных протоках ее дельты / Л. Н. Волошко // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8, № 3. – С. 28–84.
2. **Волошко Л. Н.** Фитопланктон Нижней Волги и некоторых основных рукавов ее дельты / Л. Н. Волошко // Гидробиол. журн. – 1969. – Т. 5, № 2. – С. 32–38.
3. **Дзюбан Н. А.** Проблемы и рациональное использование биологических ресурсов / Н. А. Дзюбан. – Куйбышев, 1999. – 173 с.
4. **Дубинин Н. П.** Генетические последствия загрязнения окружающей среды в популяции человека. Информационное обеспечение генетического мониторинга / Н. П. Дубинин // Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения. – Ереван, 1989. – С. 58–82.
5. **Ханжин Б. М.** История разрушения и уничтожения биологических ресурсов Волго-Каспийского бассейна – шаги на пути к человеческой гибели / Б. М. Ханжин, Т. Ф. Ханжина. – Элиста, 2003. – 62 с.

Referenses

1. **Voloshko L. N.** Dinamika fitoplanktona v Nizhnej Volge i osnovnyh protokah ee del'ty / L. N. Voloshko // Gidrobiol. zhurn. – 1972. – Т. 8, № 3. – С. 28–84.
2. **Voloshko L. N.** Fitoplankton Nizhnej Volgi i nekotoryh osnovnyh rukavov ee del'ty / L. N. Voloshko // Gidrobiol. zhurn. – 1969. – Т. 5, № 2. – С. 32–38.
3. **Dzjuban N. A.** Problemy i racional'noe ispol'zovanie biologicheskikh resursov / N. A. Dzjuban. – Kujbyshev, 1999. – 173 s.
4. **Dubinin N. P.** Geneticheskie posledstviya zagrjaznenija okruzhajuwej sredy v populjácii cheloveka. Informacionnoe obespechenie geneticheskogo monitoringa / N. P. Dubinin // Vlijanie zagrjaznenija okruzhajuwej sredy na zdorov'e naselenija. – Erevan, 1989. – S. 58–82.
5. **Hanzhin B. M.** Istorija razrushenija i unichtozhenija biologicheskikh resursov Volgo-Kaspijskogo bassejna – shagi na puti k chelovecheskoj gibeli / B. M. Hanzhin, T. F. Hanzhina. – Jelista, 2003. – 62 s.

УДК 613.4

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ФОСФОРА В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Анна Сергеевна Перевалова, аспирант

Людмила Вячеславовна Яковлева, доктор биологических наук, доцент

Астраханский государственный университет
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,
e-mail: vorona_anyuta@mail.ru

В работе рассмотрены особенности поступления и накопления фосфора в почвенно-растительных комплексах лугов среднего и низкого уровней дельты Волги. Установлена зависимость формирования растительных сообществ от положения в рельефе и степени увлажнения. Получены данные о накоплении фосфора в почвенно-растительных комплексах лугов среднего и низкого уровня, установлено, что его концентрация во многом зависит от видового состава растительных сообществ, их положения в рельефе и различия физико-химических характеристик почвенного покрова. Для необвалованных участков свойственно более высокое

содержание фосфора в надземных частях растений, а обвалованные территории характеризуются более высоким содержанием фосфора в опаде и подземных частях растений.

Ключевые слова: почвенно-растительные комплексы, почва, биогеоценозы, аккумулятивные равнины, луга среднего и низкого уровней, фитомасса, зольные элементы.

THE BIOLOGICAL CYCLE OF PHOSPHORUS IN THE SOIL-VEGETATIVE COMPLEXES OF THE VOLGA DELTA

Perevalova Anna S., Post-graduate Student

Yakovleva Lyudmila V., Doctor of Science (Biology), Associate Professor

Astrakhan State University

414056, Astrakhan, Tatischeva st., 20a,

e-mail: vorona_anyuta@mail.ru

In the work features of receipt and accumulation of nutritious phosphorus in soil-vegetative complexes of meadows of medium and lower levels of delta of Volga are considered. Dependence of formation of vegetative communities on position in a relief and humidifying degree is established. The data about accumulation of phosphorus in soil-vegetative complexes of meadows of medium and lower levels is obtained, it is established that their concentration in many respects depends on specific structure of vegetative communities, their position in a relief and distinction of physical and chemical characteristics of a soil cover. For not embanked sites higher maintenance of phosphorus in elevated parts of plants is peculiar, and embanked territories are characterized by higher maintenance of phosphorus in tree waste and underground parts of plants.

Keywords: *soil-vegetative complexes, soil, biogeocoenosis, depositional plain, meadows of of medium and low levels, phytomass, ash constituent.*

Дельтовый ландшафтный район формировался в условиях взаимодействия реки и моря, создавая в результате дробления густую речную сеть. После 1978 г. гидрологический режим водоемов дельты испытывает воздействие мощного антропогенного фактора – регулирования стока Волги. Оно уменьшило высоту и продолжительность половодий, повысило зимние уровни воды, сократило объем взвешенных твердых частиц, поступающих в дельту. Нарастание дельты в сторону моря резко замедлилось. Уменьшилось затопление островов, проточность водоемов и вымывание солей из почв [5]. Гидрологические, почвенные и климатические условия дельты Волги создают своеобразную среду для произрастания растений.

На территории современной дельты Волги значительные массивы земельных участков представлены обвалованными территориями, частично выведенными из сельскохозяйственного оборота. Обвалованные территории оказали существенное влияние на изменение состава биогеоценозов.

Одним из существенных вопросов, возникающих в процессе исследования биогеоценозов, является круговорот зольных элементов и азота, т.е. поступление их из почвы и атмосферы в живой организм и возвращение элементов в почву и атмосферу с ежегодным опадом части органического вещества или с отмиранием всего организма [4].

В пределах исследуемой территории имеется своя тенденция геохимической направленности процессов, образующих сложную цепь взаимоотношений между живыми организмами и средой.

Цель исследования – изучение биологического круговорота фосфора в почвенно-растительных комплексах обвалованных и необвалованных территорий центральной-восточной части дельты Волги и проведение их сравнительного анализа.

Объектами исследования стали обвалованные участки (№ 1, № 2; рис. 1) расположенные между с. Ахтерек и Яблонька в центральной-восточной части дельты Волги и необвалованные территории (№ 3, № 4; рис. 1), расположенные в 2,5 км от с. Иванчуг в южной части Центральной дельты. Для сравнения были выбраны участки с различной антропогенной нагрузкой. Участки № 1 и № 3 рас-

полагаются на территории сенокосных угодий (подвержены ежегодному скашиванию), участки № 2, № 4 не подвержены скашиванию.

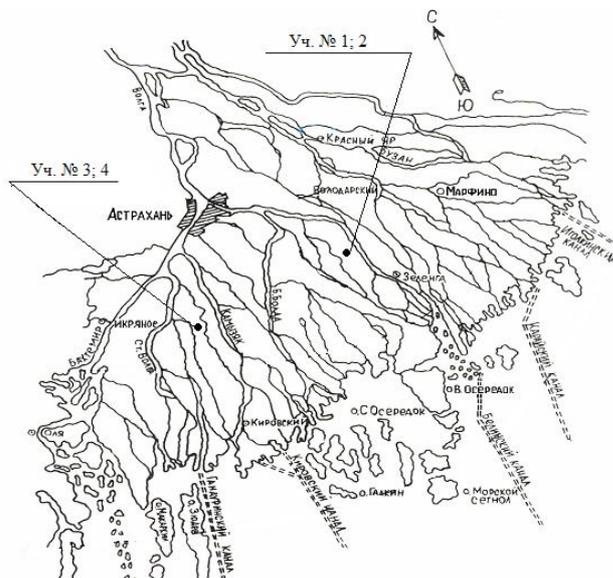


Рис. 1. Схема расположения исследуемых участков на территории дельты Волги

Отбор надземной фитомассы проводили методом заложения геоботанических площадок размером 1×1 м с предварительным описанием видового состава растительных сообществ, оценкой средней высоты травостоя и проективного покрытия. Образцы корневых систем отбирали непосредственно со стенки разреза площадками $0,25 \times 0,25$ м мощностью 0,1 м до глубины 0,6 м. Почвенные образцы отбирали по стандартной методике. Определение общего фосфора в растительных образцах проводили фотометрически с молибденовым реактивом после предварительного мокрого озоления, по К. Гинзбург [2].

Доминантными видами в растительном сообществе участка № 1 являются *Bolboschoenus maritimus*, *Elytrigia repens* [1]. Общее проективное покрытие площадки – 75 %, средняя высота травостоя – 45 см. Данный участок представлен клубнекамышово-ситняговой растительной ассоциацией. Почва участка аллювиально-дельтовая луговая маломощная оглеенная. Профиль заложен на глубину 79 см. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта – 12 см. Вскипание наблюдается по всему профилю, содержание легкорастворимых солей варьирует от 0,06 % на глубине 20–30 см до 0,5 % на поверхности.

Участок № 2 представлен ситнягово-клубнекамышовой растительной ассоциацией. Доминантным видом является *Eleocharis palustris*. Общее проективное покрытие площадки – 80 %, средняя высота травостоя – 60 см. Данный участок представлен аллювиально-дельтовой луговой отторфованной, окарбонированной оглеенной почвой. Профиль заложен на глубину 75 см. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта – 20 см. Отмечается отторфованность поверхностного горизонта, наличие окарбонированной прослойки на глубине 10–20 см. Вскипание наблюдается с 20 см и вниз по профилю, содержание легкорастворимых солей варьирует от 0,49 % на поверхности до 2,04 % на глубине 10–20 см.

Участок № 3 представлен пырейно-ситняговой растительной ассоциацией. Доминантными видами являются *Elytrigia repens*, *Hierochloë odorata*. Общее проективное покрытие площадки – 80 %, средняя высота травостоя – 40 см. Данный участок представлен аллювиально-дельтовой луговой оглеенной, окарбонированной, легкосуглинистой почвой.

Профиль заложен на глубину 90 см. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта – 21 см. Вскипание наблюдается с поверхности до 32 см, содержание легкорастворимых солей варьирует от 0,18 % на глубине 0–10 см до 2,22 % на глубине 20–30 см.

Участок № 4 представлен вейниково-ситняговой растительной ассоциацией. Доминантными видами являются *Calamagrostis arundinacea*, *Phalaroides arundinacea*, *Scirpus lacustris*. Общее проективное покрытие площадки – 90 %, средняя высота травостоя – 40 см. Данный участок представлен аллювиально-дельтовой луговой оглеенной суглинистой почвой. Профиль заложен на глубину 72 см. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта – 39 см. На глубине 30–39 см отмечается сочетание темных затеков гумуса и углистых частиц с обилием охристых пятен. Вскипание не наблюдается, содержание легкорастворимых солей варьирует от 0,09 % на глубине 40–60 см до 0,7 % на глубине 20–30 см.

Продуктивность обвалованных участков (по величине надземной фитомассы растительных сообществ) ниже продуктивности необвалованных территорий менее чем на 10 %. Фитомасса на участке № 1 (обвалованный косимый) составила 30,6 ц/га; на участке № 3 (необвалованный косимый) – 40,3 ц/га (рис. 2). На участке № 2 (обвалованный некосимый) фитомасса составила 39,7 ц/га; на участке № 4 (необвалованный некосимый) – 49,4 ц/га (рис. 2).

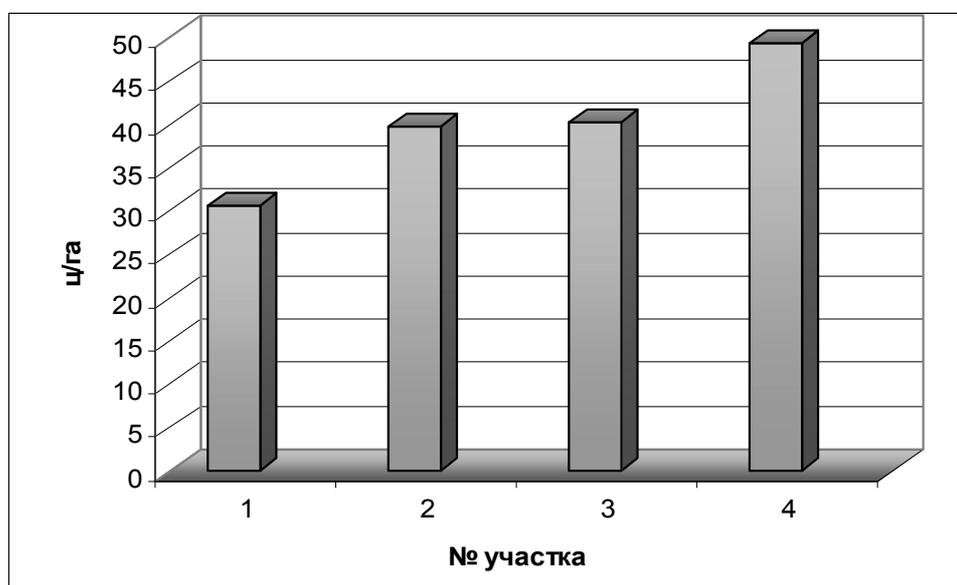


Рис. 2. Фитомасса надземных частей растений

На обвалованных и необвалованных территориях изменяется видовой состав растительных ассоциаций. На необвалованных территориях преобладают более ценные с кормовой точки зрения виды растений, такие представители семейства злаковых как *Elytrigia repens*, *Hierochloë odorata* [2].

На рисунке 3 представлено содержание подвижного фосфора в растительных образцах исследуемых участков. Наибольшие значения свойственны опаду и, очевидно, связаны с многолетней аккумуляцией не полностью трансформированных органических остатков. Максимальное содержание отмечается на участке 1 и составляет 0,43 %, минимальное – на участке 3 (0,23 %). Содержание фосфора в надземных и подземных частях растений фактически идентично, за исключением надземных образцов участка 4, что может быть связано с особенностями видового состава растительного сообщества, представленного прибрежной растительностью.

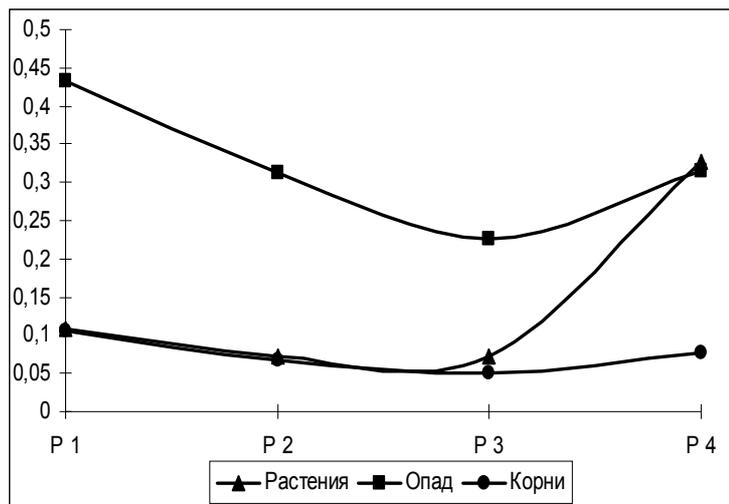


Рис. 3 Содержание подвижных форм фосфора в растительном материале

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что среднее содержание фосфора в почвах исследуемых участков с глубиной резкой уменьшается. В поверхностных горизонтах (0–20 см) его содержание около 6 мг/100 г почвы, а в ниже расположенных (30–40 см) около 2 мг/100 г почвы [3].

Сравнение морфологических характеристик почвенного покрова обвалованных и необвалованных территорий свидетельствует о большей мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов, более интенсивном проявлении окислительно-восстановительных процессов на необвалованных участках. Данные сравнительного анализа почвенно-растительных комплексов обвалованных и необвалованных территорий центрально-восточной части дельты Волги показали тенденцию к увеличению фитомассы надземных частей растений, средней высоты травостоя, проективного покрытия на необвалованных территориях. Для необвалованных участков свойственно более высокое содержание фосфора в надземных частях растений, а обвалованные территории характеризуются более высоким содержанием фосфора в опаде и подземных частях растений.

Список литературы

1. *Пилипенко В. Н.* Современная флора дельты Волги : монография / В. Н. Пилипенко, А. Л. Сальников, С. Н. Перевалов. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2002.
2. *Практикум по агрохимии* : учеб. пос. / под ред. В. Г. Минеева. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
3. *Резник А. Д.* Почвы Камызякского района Астраханской области и рекомендации по их использованию / А. Д. Резник. – Астрахань, 1983. – С. 45–56.
4. *Родин Л. Е.* О круговороте зольных элементов и азота в некоторых пустынных биогеоценозах / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич // Ботан. журн. – 1995. – Т. 40, № 1. – С. 3–10.
5. *Характеристика годового хода уровня Каспийского моря в 1998 г. и прогноз среднего уровня Каспийского моря на 1999–2000 гг.* // Гидролог. бюлл. – 1999. – № 37. – С. 123–131.

References

1. *Pilipenko V. N.* Sovremennaja flora del'ty Volgi : monografija / V. N. Pilipenko, A. L. Sal'nikov, S. N. Perevalov. – Astrahan' : Izd. dom «Astrahanskij universitet», 2002.
2. *Praktikum po agrohimii* : ucheb. pos. / pod red. V. G. Mineeva. – M. : Izd-vo MGU, 2001. – 689 s.
3. *Reznik A. D.* Pochvy Kamyzyjaskogo rajona Astrahanskoy oblasti i rekomen-dacii po ih is-pol'zovaniju / A. D. Reznik. – Astrahan', 1983. – S. 45–56.
4. *Rodin L. E.* O krugovorote zol'nyh jelementov i azota v nekotoryh pustynnyh biogeoceno-zah / L. E. Rodin, N. I. Bazilevich // Botan. zhurn. – 1995. – T. 40, № 1. – S. 3–10.
5. *Narakteristika godovogo hoda urovnja Kaspijskogo morja v 1998 g. i prognos srednego urovnja Kaspijskogo morja na 1999–2000 gg.* // Gidrolog. bjull. – 1999. – № 37. – S. 123–131.

УДК 577.4:577.472

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ АХТУБА

Аркадий Федорович Сокольский, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой

София Сергеевна Евсева, ассистент кафедры технологии, организации строительства и экспертизы, управления недвижимостью

Астраханский государственный технический университет
414000, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
тел. (8512) 61-42-88, e-mail: a.sokolsky@mail.ru, ruslana2212010@mail.ru

*Характеристика обстановки на незарегулированном участке р. Ахтуба проводилась на основании анализа качественного и количественного состава видов-индикаторов. Сапробиологическая обстановка по сезонам и по руслу реки не одинакова. Выделяются 2 пункта: г. Средняя Ахтуба, где индексы сапробиальности максимальны для каждой из съёмок с июня по сентябрь, и г. Ленинск, где наблюдаются минимальные индексы для этих месяцев. В остальных пунктах наблюдения индексы относительно одинаковы. На участках с высокой степенью сапробиальности у г. Средняя Ахтуба (сентябрь) и у г. Ленинск (октябрь) развивался представитель загрязнённых вод *Osillatoria halibae* (индекс 3,0), что свидетельствует о повышенной биогенной нагрузке на этот участок реки осенью. Видовой состав водорослей р. Ахтуба не отличается существенно от такового на Нижней Волге. При анализе средних индексов сапробиальности по месяцам видно, что к августу по сравнению с июнем качество вод улучшается: индекс снижается с 2,09 до 2,03. В сентябре вновь происходит ухудшения качества вод (2,1), что является угрозой местным жителям.*

Ключевые слова: фитопланктон, биотестирование, антропогенный, мониторинг, сапробиологические, евтрофикации, мезосапробная зона, динамика, водоросль, загрязнение.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE AKHTUBA RIVER PHYTOPLANKTON

Sokolsky Arkadiy F., Doctor of Science (Biology), professor, the head of department
Evseeva Sofiya S., assistant

Astrakhan State Technical University
414000, Astrakhan, Tatischeva st., 16,
ph. (8512) 61-42-88, e-mail: a.sokolsky@mail.ru, ruslana2212010@mail.ru

*Characteristics of the situation in the regulated part of the river Akhtuba was worked out based on qualitative and quantitative analysis of the composition of indicator species. Saprobiological situation by seasons and bed of the river are not the same. There are two points: The town Srednya Akhtuba, where the saprobity indices are maximum for all the surveys from June to September: the town Leninsk - minimum indices for these months. In the other observation points the indices are relatively identical. On land with a high degree of saprobity Srednya Akhtuba (September) and Leninsk (October) developed polluted water *Osillatoria halibae* (index 3,0), indicating increase in biogenic load on this section of the river in autumn. The species composition of algae, of the river Akhtuba is not significantly different from that of the lower Volga. Analysis of average saprobity indexes by month shows that there is an improvement of water quality in August compared to June: the index decreased from 2,09 to 2,03. In September, again there is a deterioration of water quality (2,10), which is a threat to local residents.*

Key words: phytoplankton, biological testing, anthropogenic, monitoring, saprobiological, eutrophication, mesosaprobic zone, dynamics, algae, pollution.

Методика отбора и обработки проб фитопланктона не отличалась от общепринятой. Всего в 2011 г. было собрано 24 пробы водорослей.

Фитоценозы р. Ахтуба, как и на основном русле Нижней Волги, состоят из нескольких групп водорослей: диатомовых, сине-зелёных, зелёных, пиррофитовых, эвгленовых и золотистых.

В июне на всех пунктах отбора доминировали по всем показателям диатомовые водоросли. В августе по численности на 4 растворах преобладали сине-зелёные, благодаря чему общая численность возросла на порядок, хотя биомасса оставалась в тех же пределах. Основу фитоценоза в этом месяце представляла *M. granulate*. Её численность колебалась в широких пределах и нарастала вниз по течению. Если в верхнем отрезке исследуемого участка (г. Средняя Ахтуба) её численность составляла лишь 30,0 тыс. кл/л, то на нижнем отрезке достигала 8820,0 тыс. кл/л. Массовые виды июньского комплекса, характерные для р. Волги, встречались единично. У сине-зелёных водорослей в августе в массе начинал вегетировать *M. aeruginos* (210,0–6600,0 тыс. кл/л), который наряду с *M. pulvereae* на группе участков превалировал. В сентябре их вегетация затухает. Численность уменьшается на 2–3 порядка по сравнению с августом, хотя они остаются ведущей группой на большей части исследуемого района.

Средняя биомасса водорослей снизилась с 2,73 мг/л в августе до 0,99 мг/л в сентябре. Происходит дальнейшее угасание их развития. На всех пунктах начали преобладать диатомовые с численностью 146,0–638,0 тыс. кл/л, биомассой 0,07–0,55 мг/л. Во все сезоны низкими количественными показателями выделялись фитоценозы у г. Средняя Ахтуба, а в сентябре и у г. Ленинск [6].

Сапробиологическая обстановка по сезонам и по руслу реки не одинакова (табл.). Выделяются 2 пункта: г. Средняя Ахтуба, где индексы сапробности максимальны для каждой из съёмок с июня по сентябрь, и г. Ленинск, где наблюдаются минимальные индексы для этих месяцев. В остальных пунктах наблюдения индексы относительно одинаковы. В июне они характеризуют умеренно загрязнённую воду с уклоном к загрязнённой (2,11–2,13). В августе сапробиологическая обстановка практически не меняется. В октябре уровень сапробности у г. Средняя Ахтуба ниже, чем в предшествующие месяцы, у г. Ленинск, напротив, вода оценивается как загрязнённая (2,53). Такое высокое значение индекса не наблюдалось за весь период исследований на Нижней Волге. У с. Колобовка происходит ухудшение сапробиологической обстановки до умеренно загрязнённых вод. Вниз по течению происходит нарастание индексов до значения 2,22 (умеренно загрязнённые, близкие к грязным, воды) у с. Покровка. На участках с высокой степенью сапробности у г. Средняя Ахтуба (сентябрь) и у г. Ленинск (октябрь) развивался представитель загрязнённых вод *Osillatoria halibae* (индекс 3,0), что свидетельствует о повышенной биогенной нагрузке на этот участок реки осенью.

Таблица

**Индексы сапробности по фитопланктону
на р. Ахтубе в июне-сентябре 2011 г.**

Пункт отбора проб	июнь	август	сентябрь
г. Средняя Ахтуба	2,16	2,10	2,41
г. Ленинск	1,93	1,98	1,88
с. Колобовка	2,13	2,01	2,08
с. Капустин Яр	2,11	2,00	2,16
с. Пологое Займище	2,12	2,02	1,91
с. Покровка	2,12	2,08	2,14
Средний индекс сапробности	2,09	2,03	2,10

В то же время прослеживается закономерность изменения количественных и качественных характеристик фитоценозов вблизи крупных населённых пунктов [1; 7; 8].

Видовой состав водорослей р. Ахтуба не отличается существенно от такового на Нижней Волге, но встречаются виды, ранее не отмечавшиеся. Особенно своеобразен

был состав водорослей рода *Euglena* и рода *Oscillatoria* у сине-зелёных. Среди них были представители загрязнённых вод с высокими индексами сапробности (3,45; 3,00).

В целом, воды р. Ахтуба можно отнести к умеренно загрязнённым с уклоном к загрязнённым с выделением участков с более высокой степенью загрязнённости (г. Средняя Ахтуба в сентябре и г. Ленинск), и пункта, где вода с июня по сентябрь оценивается как умеренно загрязнённая, близкая к чистой (г. Ленинск).

При анализе средних индексов сапробности по месяцам видно, что к августу по сравнению с июнем качество вод улучшается: индекс снижается с 2,09 до 2,03. В сентябре вновь происходит ухудшение качества вод (2,10), что является угрозой местным жителям [1–5; 7; 8].

Список литературы

1. **Волошко Л. Н.** Динамика фитопланктона в Нижней Волге и основных протоках ее дельты / Л. Н. Волошко // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8, № 3. – С. 28–84.
2. **Волошко Л. Н.** Фитопланктон Нижней Волги и некоторых основных рукавов ее дельты / Л. Н. Волошко // Гидробиол. журн. – 1969. – Т. 5, № 2. – С. 32–38.
3. **Волошко Л. Н.** Фитопланктон Нижней Волги после создания Волгоградского водохранилища / Л. Н. Волошко // Тез. докл. Первой конф. по изучению водоемов бассейна Волги. – Тольятти : Научная думка, 1968. – С.72–73.
4. **Волошко Л. Н.** Фитопланктон реки Волги и основных рукавов ее дельты / Л. Н. Волошко // Проблемы регион. экологии : сб. 17-й науч. конф. АстрыбВТУЗа. – 1967. – С. 113–115.
5. **Галазий Г. И.** Об общих основах охраны водоемов от загрязнения / Г. И. Галазий // Гидробиол. журн. – 1982. – Т. 18, № 2. – С. 48–51.
6. **Дзюбан Н. А.** Проблемы и рациональное использование биологических ресурсов / Н. А. Дзюбан. – Куйбышев, 1999. – 173 с.
7. **Дубинин Н. П.** Генетические последствия загрязнения окружающей среды в популяции человека. Информационное обеспечение генетического мониторинга / Н. П. Дубинин // Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения. – Ереван, 1989. – С. 58–82.
8. **Ханжин Б. М.** История разрушения и уничтожения биологических ресурсов Волго-Каспийского бассейна – шаги на пути к человеческой гибели / Б. М. Ханжин, Т. Ф. Ханжина. – Элиста, 2003. – 62 с.

Referenses

1. **Voloshko L. N.** Dinamika fitoplanktona v Nizhnej Volge i osnovnyh protokah ee del'ty / L. N. Voloshko // *Gidrobiol. zhurn.* – 1972. – Т. 8, № 3. – С. 28–84.
2. **Voloshko L. N.** Fitoplankton Nizhnej Volgi i nekotoryh osnovnyh rukavov ee del'ty / L. N. Voloshko // *Gidrobiol. zhurn.* – 1969. – Т. 5, № 2. – С. 32–38.
3. **Voloshko L. N.** Fitoplankton Nizhnej Volgi posle sozdanija Volgogradskogo vodohraniliwa / L. N. Voloshko // *Tez. dokl. Pervoj konf. po izucheniju vodoemov bassejna Volgi.* – Tol'jatti : Naukovaja dumka, 1968. – S.72–73.
4. **Voloshko L. N.** Fitoplankton reki Volgi i osnovnyh rukavov ee del'ty / L. N. Voloshko // *Problemy region. jekologii : sb. 17-j nauch. konf. AstrybVTUZA.* – 1967. – S. 113–115.
5. **Galazij G. I.** Ob obvih osnovah ohrany vodoemov ot zagrjaznenija / G. I. Galazij // *Gidrobiol. zhurn.* – 1982. – Т. 18, № 2. – С. 48–51.
6. **Dzjuban N. A.** Problemy i racional'noe ispol'zovanie biologicheskikh resursov / N. A. Dzjuban. – Kujbyshev, 1999. – 173 s.
7. **Dubinina N. P.** Geneticheskie posledstvija zagrjaznenija okruzhajuwej sredy v populjacji cheloveka. Informacionnoe obespechenie geneticheskogo monitoringa / N. P. Dubinina // *Vlijanie zagrjaznenija okruzhajuwej sredy na zdorov'e naselenija.* – Erevan, 1989. – S. 58–82.
8. **Hanzhin B. M.** Istorija razrushenija i unichtozhenija biologicheskikh resursov Volgo-Kaspijskogo bassejna – shagi na puti k chelovecheskoj gibeli / B. M. Hanzhin, T. F. Hanzhina. – Jelista, 2003. – 62 s.

УДК 574.635(628.35)

НАКОПЛЕНИЕ ИОНОВ ХРОМА (Cr^{6+}) ВОДНЫМИ МАКРОФИТАМИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

Хоан Куок Чан, аспирант

Михаил Юрьевич Карapun, аспирант

Астраханский государственный технический университет
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
тел. (8512) 61-45-86; e-mail: ecology_h@mail.ru

В работе приведены экспериментальные данные о накоплении ионов Cr^{6+} водными макрофитами при различных первоначальных значениях водородного показателя. Результаты показали, что при различных первоначальных значениях водородного показателя наблюдалась разница в накоплении ионов Cr^{6+} водными макрофитами. Обнаружено, что у 3 изучаемых видов макрофитов коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} самые высокие при первоначальном значении pH воды, равном 6, а самые низкие – при первоначальном значении pH воды, равном 12. У наяды травянистой одновременно наблюдалось и самое высокое (1614,85), и самое низкое (65,5) значение данного показателя по сравнению с другими макрофитами при первоначальном значении pH воды, равном 6 и 12 соответственно. Значение pH воды сильно влияет на способность водных макрофитов к накоплению ионов Cr^{6+} .

Ключевые слова: ион шестивалентного хрома, водные макрофиты, роголистник погруженный, наядка травянистая, элодея канадская, коэффициент накопления, водородный показатель.

ACCUMULATION OF THE CHROMIUM IONS (Cr^{6+}) BY AQUATIC MACROPHYTES AT DIFFERENT VALUES OF HYDROGEN INDEX

Chan Hoan Q., Post-graduate Student

Karapun Mikhail Yu., Post-graduate Student

Astrakhan State University
414025, Astrakhan, Tatischeva st., 16,
ph. (8512) 61-45-86; e-mail: ecology_h@mail.ru

The paper presents experimental data on the accumulation of Cr^{6+} ions by aquatic macrophytes at different initial pH values. The results showed that at different initial pH values was observed difference in the accumulation of Cr^{6+} ions of aquatic macrophytes. By 3 studied species of aquatic macrophytes was found that accumulation factors of Cr^{6+} ions was highest at the initial pH value of water = 6, and lowest in the initial pH value of water = 12. At the same time by *najas graminea* there was the highest (1614,85), and lowest (65,5) value of this indicator in comparison to other macrophytes, in the initial pH value of water = 6 and 12 respectively. The pH value of the water greatly affects the ability of aquatic macrophytes in the accumulation of Cr^{6+} ions.

Key words: hexavalent chromium ion, aquatic macrophytes, *ceratophyllum demersum*, *najas graminea*, *elodea canadensis*, accumulation factor, hydrogen index.

Хром является биологически активным элементом, входит в состав многих ферментов, участвует в построении ДНК. Хром необходим организмам для нормального протекания углеводного и липидного метаболизма. Токсичные свойства хрома зависят от формы его нахождения в окружающей среде – Cr^{3+} или Cr^{6+} . Соединения последнего обладают большей растворимостью и поэтому более биодоступны по сравнению с трехвалентным хромом [3]. Соединения хрома, особенно шестивалентного, токсичны и обладают канцерогенным действием, поэтому его содержание в поверхностных водах нормируется. Для водных объектов рыбохозяйственного значения ПДК растворенного шестивалентного хрома составляет 0,02 мг/л, для объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения ПДК – 0,05 мг/л [6].

Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями хрома обусловлено их выносом со сточными водами гальванических цехов различных производств, тек-

стильных и кожевенных предприятий, а также химических производств [6]. Понижение концентрации растворенного хрома в природе может быть связано с потреблением его водными организмами (например, сине-зелеными водорослями, водными макрофитами), но, в основном, это связано с сорбцией на взвешенных частицах и осаждением.

Существуют различные способы очистки вод, в том числе и от тяжелых металлов (механические, химические, физико-химические и биологические), но только комплексное внедрение всех методов позволит сделать этот процесс не только эффективным, но и более экономичным и экологически безопасным [2]. Использование водных макрофитов для очистки вод, в том числе и от тяжелых металлов, является надёжным методом вследствие его высокой экономической эффективности и экологичности. Очистительная способность некоторых водных макрофитов (тростник, камыш, рогоз, эйхорния и др.) хорошо изучена, и в настоящее время они широко применяются на практике для очистки различных по происхождению сточных вод [7]. Однако роль таких макрофитов, как роголистник погруженный, наяда травянистая, элодея канадская в очистке водоемов остается до конца не изученной. Поэтому основной целью данной работы является исследование характеристики накопления ионов шестивалентного хрома (Cr^{6+}) этими макрофитами при различных значениях водородного показателя.

В качестве объектов исследований были использованы водные макрофиты: роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.), наяда травянистая (*Najas graminea*), элодея канадская (*Elodea canadensis*). Растения выращивались в лабораторных условиях с искусственным освещением при 12-часовом световом дне, для чего использовались люминесцентные лампы (3500 Лк). Температура воды составляла от +19 до +26 °С, воздуха – от +20 до +32 °С.

Из ГСО Хрома (Cr^{6+}) концентрацией 1 мг/л с добавлением дистиллированной воды готовился раствор хрома концентрацией 0,1 мг/л, рН раствора, равного 6; с рН, равным 3,6, – с добавлением ацетатного буферного раствора ($\text{CH}_3\text{COOH}+\text{CH}_3\text{COONa}$), а с рН, равным 12, – с добавлением раствора NaOH.

Растворы заливались в стеклянные стаканы емкостью 750 мл до метки 500 мл. В каждый из стаканов с определенным раствором помещался один вид водных макрофитов, выращенный в лабораторных условиях. Растения аккуратно обмывались дистиллированной водой перед помещением в стаканы. В качестве контроля использовались стаканы с раствором хрома без растений.

С помощью фотометра Эксперт-003 (Россия) определялись концентрации Cr^{6+} в воде через определенные промежутки времени в течение примерно 13–15 суток.

Обработка проб и измерение концентраций Cr^{6+} осуществлялись по РД 52.24.446-2008 «Массовая концентрация хрома (VI) в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с дифенилкарбазидом» [4].

Для определения содержания Cr^{6+} в растениях на первом этапе проводилось мокрое озонирование с помощью HNO_3 , HCl и H_2O_2 по стандартным методам. Впоследствии растворы фильтровались через фильтровальную бумагу, после чего доливались до метки 50 мл дистиллированной водой. И на последнем этапе определялись концентрации Cr^{6+} в полученных растворах по вышеприведенной методике [4].

Содержание Cr^{6+} в растениях рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{0,2 \cdot \left(\frac{a}{v_1} - \frac{b}{v_2} \right) \cdot 1000}{m}$$

При этом:

X – Содержание Cr^{6+} в растениях (мг/кг);

a – концентрация Cr^{6+} на экране фотометра при определении последнего отработанного раствора растений (мг/л);

b – концентрация Cr^{6+} , на экране фотометра при определении последнего отработанного раствора холостой пробы (мг/л);

v_1 – объем последнего отработанного раствора растений, взятый для анализа (мл);

v_2 – объем последнего отработанного раствора холостой пробы, взятый для анализа (мл);

m – сухая масса растений, взятая для анализа (г).

Коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} в растениях рассчитывались по следующей формуле:

$$K = \frac{X}{C}.$$

При этом:

K – коэффициент накопления ионов Cr^{6+} ;

X – содержание Cr^{6+} в растениях (мг/кг);

C – концентрация Cr^{6+} в воде (мг/л).

Температура воды в период проведения экспериментов изменялась в пределах от +26 до +280 °С. Изменения концентрации Cr^{6+} в воде в течение 13 суток при первоначальном значении рН = 6 представлено на рисунке 1. Значение рН оставалось неизменным.

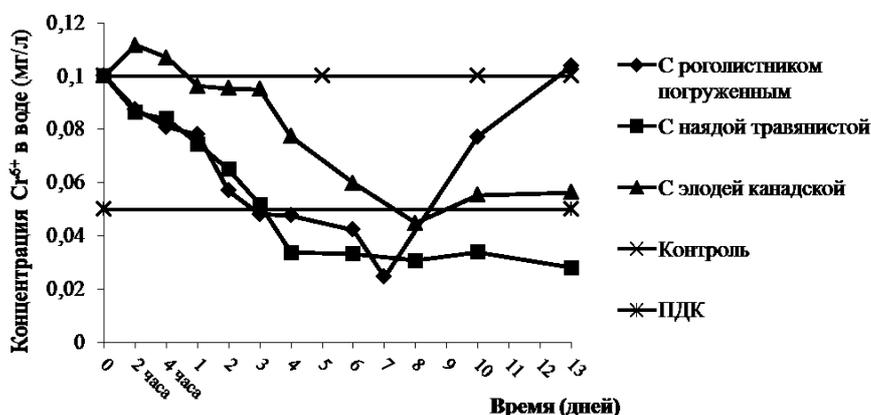


Рис. 1. Изменение концентрации Cr^{6+} в воде с макрофитами и без них при первоначальном значении рН = 6

Результаты проведенных исследований показали, что в течение первых двух часов увеличение концентрации Cr^{6+} в воде наблюдалось только в варианте с элодеей канадской. В дальнейшем отмечалась тенденция постепенного снижения данного показателя, достигшего своего минимального значения (0,0448 мг/л) на 8 сутки. В опытах с роголистником погруженным и наядой травянистой концентрация Cr^{6+} в воде стала уменьшаться в течение первого часа эксперимента. На 3 сутки в опыте с роголистником концентрация хрома соответствовала ПДК, продолжая снижаться до своего минимального значения (0,038 мг/л) на 7 сутки. В дальнейшем наметился резкий подъем, и уже на 13 сутки содержание хрома в данном варианте соответствовало своему первоначальному значению (0,1 мг/л). Следует предположить, что концентрация хрома в 0,1 мг/л в воде негативно сказывается на поглотительной способности роголистника погруженного.

В варианте с наядой травянистой концентрация Cr^{6+} соответствовала ПДК на 7 сутки, а на 8 было отмечено минимальное значение данного показателя (0,0448 мг/л). В дальнейшем наметилось небольшое увеличение концентрации хрома, которое к 13 суткам опыта составило значение, близкое к ПДК.

У всех опытных растений в течение всего периода эксперимента в данных условиях признаков увядания не наблюдалось. Однако скорость их роста значительно замедлилась, что объясняется дефицитом питательных веществ в воде.

Результаты исследований в опыте с рН воды = 3,6 представлены на рисунке 2. Обращает на себя внимание тот факт, что в течение всего периода исследований рН во всех стаканах с растениями постепенно увеличилась до 5. В контрольном варианте рН раствора оставалась неизменной.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что увеличение концентрации Cr^{6+} наблюдалось в опытах с роголистником погруженным и наядой травянистой в течение всего периода эксперимента. Особенно четко это выражено в эксперименте с наядой травянистой, где было зафиксировано значительное повышение концентрации Cr^{6+} в воде по сравнению с первоначальной (более чем в 6,3 раз). Обратная картина наблюдалась в опытах с элодеей канадской. Здесь в самом начале эксперимента концентрация Cr^{6+} в воде снизилась в 2 раза, что значительно меньше значения ПДК.

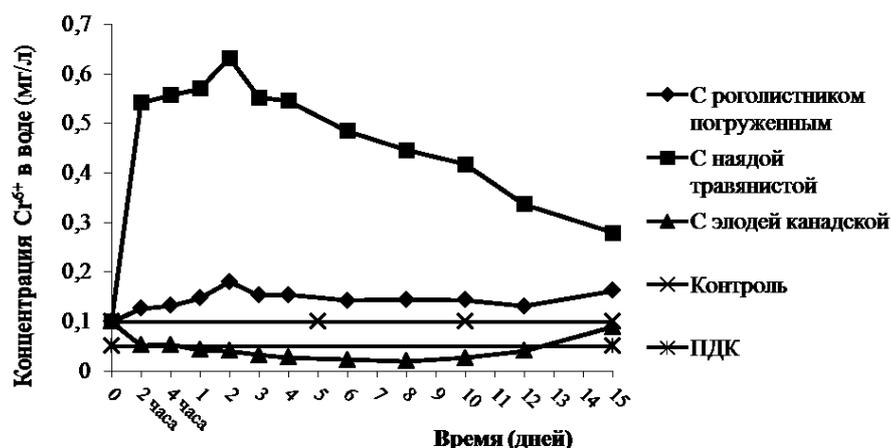


Рис. 2. Изменение концентрации Cr^{6+} в воде с макрофитами при первоначальном значении рН = 3,6

Минимальная концентрация Cr^{6+} в воде наблюдалась на 8 день (0,0196 мг/л), после чего происходило повторное нарастание концентрации Cr^{6+} в воде. Рядом авторов было проведено изучение изменения концентрации тяжелых металлов в воде с урутью колосистой при различных значениях рН [5]. Однако согласно их данным, увеличения концентрации ионов тяжелых металлов в воде со временем не наблюдалось.

По нашему мнению, увеличение концентрации Cr^{6+} в воде в опыте с роголистником погруженным и наядой травянистой, вероятно, происходило благодаря процессу десорбции Cr^{6+} из растений в воду. По свидетельству ряда авторов [6; 9], сорбция-десорбция ионов тяжелых металлов растениями является обратимым процессом и зависит от многих факторов. Так, в наших исследованиях при первоначальном значении рН воды = 3,6 у роголистника погруженного и наяды травянистой наблюдалась десорбция ионов Cr^{6+} в воду. В варианте с элодеей канадской осуществлялся обратный процесс – сорбция Cr^{6+} и уменьшение его концентрации в воде. Таким образом, можно заключить, что для ионов Cr^{6+} процесс сорбция-десорбция зависит от рН воды и от видовых особенностей самих водных макрофитов.

При первоначальном значении рН воды = 3,6 все опытные растения с самого начала эксперимента начали проявлять признаки увядания и, в дальнейшем, отмирания, их стебли и листья были вялыми, мягкими. Таким образом, кислая среда негативно сказывается на жизненных функциях растений. Однако при отмирании элодея канадская еще сохраняла свою очистительную способность, поскольку концентрация ионов Cr^{6+} в воде продолжала постепенно уменьшаться (рис. 2). Данное обстоятельство

объясняется тем, что сорбционная способность растений сохраняется и в процессе их отмирания. Этот факт подтверждается другими исследователями [8].

Результаты исследований в опыте с первоначальным значением pH воды = 12 представлены на рисунке 3. Необходимо отметить, что в процессе исследования pH воды во всех опытах с растениями постепенно уменьшалась до 9. При этом в контрольном варианте значение ее оставалось практически без изменения.

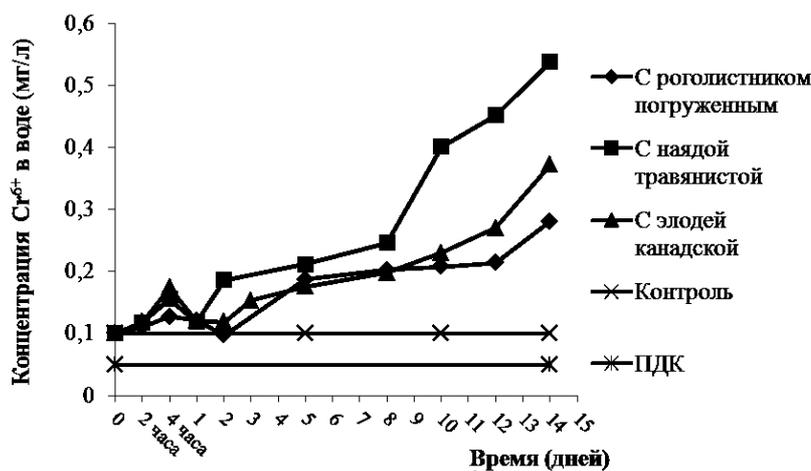


Рис. 3. Изменение концентрации Cr⁶⁺ в воде с макрофитами при первоначальном значении pH = 12

В первые часы эксперимента наблюдалось увеличение концентрации ионов Cr⁶⁺ в воде во всех опытах с растениями. После этого концентрация ионов Cr⁶⁺ в воде незначительно уменьшилась. При этом минимальное значение было достигнуто в опыте с роголистником погруженным (0,0972 мг/л).

На 2 сутки эксперимента было отмечено увеличение концентрации ионов Cr⁶⁺ в воде во всех опытах с растениями. Такая картина продолжалась до конца эксперимента. Максимальное достигаемое значение концентрации ионов Cr⁶⁺ в воде в порядке увеличения выглядит следующим образом: в опыте с роголистником погруженным – 0,28 мг/л, с элодеей канадской – 0,372 мг/л, с наядой травянистой – 0,54 мг/л. Таким образом, при первоначальном значении pH воды = 12 к концу эксперимента концентрация ионов Cr⁶⁺ в воде в опытах с растениями увеличилась в несколько раз по сравнению с начальной.

При pH воды = 12 на 2 сутки все опытные растения начали проявлять признаки увядания и, в дальнейшем, отмирания, их листья становились вялыми, мягкими и постепенно отделились от стебля. Таким образом, щелочная среда, также как и кислая, негативно сказывается на жизненных функциях растений.

Во всех 3 постановочных экспериментах (рис. 1, 2, 3) концентрация ионов Cr⁶⁺ в воде после достижения минимального значения проявила тенденцию к возрастанию. Объяснение этому можно найти в обратимости процесса сорбции-десорбции ионов тяжелых металлов, что характерно для используемых в наших опытах водных макрофитов, у которых после завершения сорбции начинались десорбции ионов Cr⁶⁺. Согласно результатам некоторых исследователей [5], при изучении изменения концентрации Fe³⁺ в воде с элодеей канадской наблюдалось значительное уменьшение данного показателя после 4 часов эксперимента. Авторы предполагают, что интенсивная убыль содержания Fe³⁺ из водной среды вызвана различными процессами, протекающими в экспериментальной системе, такими как, например, диффузия Fe³⁺ из слоя жидкости к поверхности растений с последующей адсорбцией на внешней стороне листьев и стеблей. В данной работе наблюдалось увеличение концентрации Fe³⁺ в воде на 21 сутки опыта, причиной увеличения содержания железа в водной фазе, по мнению авторов, может являться разрушение клеточных мембран с дальнейшим поступлением клеточной жидкости, содержащей ранее накопленный металл.

Важным показателем, отражающим способность накопления тяжелых металлов водными макрофитами, является коэффициент накопления. В таблице представлены коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} 3 видов макрофитов при различных первоначальных значениях pH воды.

Таблица

Коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} некоторых водных макрофитов при различных значениях pH воды

Первоначальные значения pH воды	Виды макрофитов		
	Роголистник погруженный	Наяда травянистая	Элодея канадская
3,6	144,55	110,37	262,78
6	516,76	1614,85	1182,53
12	142,07	65,5	86,17

Из таблицы видно, что у 3 видов макрофитов коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} самые высокие при первоначальном значении pH воды = 6, а самые низкие – при pH = 12. Если при pH воды = 3,6 коэффициент накопления ионов Cr^{6+} у роголистника погруженного больше, чем у элодеи канадской, то при pH = 12 наблюдалась обратная картина. У наяды травянистой одновременно наблюдались и самый высокий (1614,85), и самый низкий (65,5) коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} по сравнению с другими макрофитами.

Таким образом, можно прийти к следующим выводам.

- Роголистник погруженный, наяда травянистая и элодея канадская обладают способностью снижать концентрацию ионов Cr^{6+} в воде в 2–3 раза за 7 суток при pH воды = 6.
- При pH воды = 3,6 концентрация Cr^{6+} увеличивается в присутствии роголистника погруженного и наяды травянистой, что обусловлено десорбцией Cr^{6+} из растений в воду. Элодея канадская в таких условиях сохранила способность снижать концентрацию Cr^{6+} в воде (в 2 раза).
- При pH = 12 концентрация ионов Cr^{6+} в воде возрастает в присутствии макрофитов (роголистник погруженный, наяда травянистая, элодея канадская).
- На способность водных макрофитов к накоплению ионов Cr^{6+} значительное влияние оказывает pH воды. Максимальные коэффициенты накопления ионов Cr^{6+} для 3 видов макрофитов (роголистник погруженный, наяда травянистая, элодея канадская) достигаются при pH воды = 6, минимальные – при pH = 12.

Список литературы

1. **Бингам Ф. Т.** Некоторые вопросы токсичности ионов металлов / Ф. Т. Бингам, Э. Коста, Э. Эйхенбергер. – М. : Мир, 1993. – 368 с.
2. **Минаева О. М.** Поглощение ряда тяжелых металлов из водных растворов растениями водного гиацинта (*eichhornia crassipes (mart.) solms*) / О. М. Минаева, Е. Е. Акимова, К. М. Минаев и др. // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 4 (8). – С. 106–112. – Серия «Биология».
3. **Моисеенко Т. И.** Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология / Т. И. Моисеенко, Л. П. Кудряцева, Н. А. Гашкина. – М. : Наука, 2006. – 261 с.
4. **РД 52.24.446-2008.** Массовая концентрация хрома (VI) в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с дифенилкарбазидом.
5. **Bondareva L.** The Study of Accumulation Fe (III) to Elodea canadensis by Analytical Methods: Ion Chromatography, Ion-measurement and Spectrophotometry / L. Bondareva, O. Kalyakina // Journal of Siberian Federal University. – 2008. – № 1 (3). – P. 269–276. – Chemistry.
6. **Fenglian F.** Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review / F. Fenglian, Q. Wang // Journal of Environmental Management. – 2011. – № 92. – P. 407–418.
7. **Kadlec R. H.** Treatment wetlands / R. H. Kadlec, S. Wallace. – 2 ed. – Boca Raton, Florida, USA : CRC Press, 2008. – 1016 p.
8. **Rai U. N.** Wastewater treatability potential of some aquatic macrophytes: removal of heavy metal / U. N. Rai, S. Sarita, R. D. Tripathi, P. Chandra // Ecological engineering. – 1995. – № 5. – P. 5–12.
9. **Wang T. C.** Parameters for Removal of Toxic Heavy Metals by Water Milfoil (*Myriophyllum spicatum*) / T. C. Wang, J. C. Weissman, G. Ramesh // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – 1996.

References

1. **Bingam F. T.** Nekotorye voprosy toksichnosti ionov metallov / F. T. Bingam, Je. Kosta, Je. Jejhengerger. – M. : Mir, 1993. – 368 s.
2. **Minaeva O. M.** Poglownenie rjada tjazhelyh metallov iz vodnyh rastvorov rastenijami vodnogo gijacinta (*eichhornia crassipes (mart.) solms*) / O. M. Minaeva, E. E. Akimova, K. M. Minaev i dr. // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2009. – № 4 (8). – S. 106–112. – Serija «Biologija».
3. **Moiseenko T. I.** Rassejannye jelementy v poverhnostnyh vodah sushi: tehnofil'nost', bioakkumuljacija i jekotoksikologija / T. I. Moiseenko, L. P. Kudrjaceva, N. A. Gashkina. – M. : Nauka, 2006. – 261 s.
4. **RD 52.24.446-2008.** Massovaja koncentracija hroma (VI) v vodah. Metodika vypolnenija izmerenij fotometričeskim metodom s difenilkarbazidom.
5. **Bondareva L.** The Study of Accumulation Fe (III) to *Elodea canadensis* by Analytical Methods: Ion Chromatography, Ion-measurement and Spectrophotometry / L. Bondareva, O. Kalyakina // Journal of Siberian Federal University. – 2008. – № 1 (3). – P. 269–276. – Chemistry.
6. **Fenglian F.** Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review / F. Fenglian, Q. Wang // Journal of Environmental Management. – 2011. – № 92. – P. 407–418.
7. **Kadlec R. H.** Treatment wetlands / R. H. Kadlec, S. Wallace. – 2 ed. – Boca Raton, Florida, USA : CRC Press, 2008. – 1016 p.
8. **Rai U. N.** Wastewater treatability potential of some aquatic macrophytes: removal of heavy metal / U. N. Rai, S. Sarita, R. D. Tripathi, P. Chandra // Ecological engineering. – 1995. – № 5. – P. 5–12.
9. **Wang T. C.** Parameters for Removal of Toxic Heavy Metals by Water Milfoil (*Myriophyllum spicatum*) / T. C. Wang, J. C. Weissman, G. Ramesh // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – 1996.

УДК 591.615

**К ВОПРОСУ ОБ ОХРАНЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЖИВОТНОГО МИРА
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Юрий Сергеевич Чуйков, доктор биологических наук, профессор
Вагиз Галимович Калиев, магистрант

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел. 8 (8512) 52-49-92, e-mail: chuikova@yandex.ru

Статья посвящена вопросу, касающемуся охраны и использования животного мира Астраханской области. Также рассматривается численность некоторых видов животных и птиц и дается общая информация о состоянии запасов охотничьих видов животных Астраханской области. В статье указывается перечень видов, внесенных в Красную книгу Астраханской области в 2009 г. Дана краткая информация о международных проектах, связанных с охраной биоразнообразия Нижней Волги. В Астраханской области обитает более 250 видов птиц и несколько десятков видов млекопитающих. Часть из них относится к объектам охоты, другие виды занесены в Красные книги различных уровней, а многие не используются в хозяйстве человека, но играют важную роль в функционировании естественных экосистем. В статье также подчеркивается, что объектами охоты в Астраханской области являются 3 вида копытных животных (кабан, европейский олень, сайгак), 7 видов пушных зверей (енотовидная собака, лисица обыкновенная, корсак, хорь, заяц-русак, ондатра, норка американская), водоплавающие птицы (гуси, утки, лысухи и др.).

Ключевые слова: животный мир, охрана животного мира, Красная книга, охотничьи ресурсы, охотохозяйственная деятельность.

TO THE ISSUE OF CONSERVATION AND USE OF THE ASTRAKHAN REGION FAUNA

Chuikov Yuriy S., Doctor of Science (Biology), professor
Kaliev Vagiz G., Graduate Student

Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph. 8 (8512) 52-49-92, e-mail: chuikova@yandex.ru

The article deals with the question of Astrakhan region fauna conservation and use. The number of certain animals and birds species and general information about the status of hunting animals stock in Astrakhan region is also considered in the article. There is a list of species entered the Red book of Astrakhan region in 2009. The bird information on international projects related to biodiversity conservation of the lower Volga is given in the article. In the Astrakhan region lives more than 250 species of birds and some tens species of mammals. The part from them concerns objects of hunting, other species are brought in Red books of various levels, and many aren't used in an economy of the person, but play an important role in functioning of natural ecosystems. In article also it is underlined that, objects of hunting in the Astrakhan region are three species of hoofed animals (a wild boar, the European deer and a saiga), seven species of fur animals (a raccoon dog, a fox ordinary, fox corsac, steppe polecat, a hare-hare, a muskrat and a mink American), waterfowls (geese, ducks, bald-coots and others).

Key words: *fauna, fauna conservation, Red book, hunting resources, hunting activity.*

В Астраханской области обитает более 250 видов птиц и несколько десятков видов млекопитающих [19]. Часть из них относится к объектам охоты, другие виды занесены в Красные книги различных уровней, а многие не используются в хозяйстве человека, но играют важную роль в функционировании естественных экосистем.

Объектами охоты в Астраханской области являются 3 вида копытных животных (кабан, европейский олень, сайгак), 7 видов пушных зверей (енотовидная собака, лисица обыкновенная, корсак, хорь, заяц-русак, ондатра, норка американская), водоплавающие птицы (гуси, утки, лысухи и др.) [13].

В Красную книгу Астраханской области включены 72 вида птиц и 13 видов млекопитающих [4].

Законодательство Российской Федерации в этой сфере в последние годы претерпело значительные изменения [6; 15; 16].

С принятием Федерального закона Российской Федерации от 24 июля 2009 г. № 209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» активизировалась работа по развитию нормативно-правовой базы ведения охотничьего хозяйства в Российской Федерации. Так, Приказом Минприроды РФ от 31.03.2010 № 93 утверждена примерная форма Охотхозяйственного соглашения, на основании которой Службой природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области подготовлена форма Охотхозяйственного соглашения для нашего региона. В настоящее время ведется работа по заключению договоров с охотпользователями в соответствии с постановлениями Правительства Астраханской области от 26.03.2010 № 126-П и № 127-П «О предоставлении территории и акватории для осуществления пользования объектами животного мира, отнесенными к объектам охоты».

Основой организации охотхозяйственной деятельности является информация о состоянии запасов охотничьих видов животных. В этих целях Службой природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области регулярно организуются и проводятся учеты численности охотничьих животных на территории региона. Данные публикуются в докладах о состоянии природной среды Астраханской области [8; 9; 10]. Такие работы были выполнены и в 2010 г.

В феврале-марте 2010 г. в целях определения численности охотничьих животных на территории Астраханской области в соответствии с постановлением Прави-

тельства РФ от 10.11.1996 № 1342 «О порядке ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира» Службой природопользования был организован и проведен зимний маршрутный учет численности охотничьих животных.

Учету подлежали волк, шакал, обыкновенная лисица, корсак, енотовидная собака, выдра, светлый хорь, горностаи, каменная куница, американская норка, заяц-русак, благородный олень, кабан, фазан, серая куропатка.

В мае 2010 г. проведен учет численности водоплавающих птиц и вороны серой в местах их массового гнездования на территории общедоступных охотничьих угодий области.

В октябре 2010 г. в соответствии с приказом от 04.10.2010 № 447 «О проведении предпроектного учета численности ондатры в 2010 г.», проведен учет численности ондатры, а также произведен сбор материалов по учету ее численности на территории, закреплённой за охотпользователями и в общедоступных охотничьих угодьях области.

По данным учетов установлено, что численность лисицы в 2010 г. сократилась на 2,5 тыс. особей. Незначительное уменьшение численности енотовидной собаки связано с низкими температурными показателями в период проведения учетных работ, когда она была малоактивной.

В численности зайца-русака тенденции к увеличению не прослеживалось. Сказался пресс охотников и, особенно, хищников.

Косвенно высокая численность волка подтверждается и его добычей. В течение 2009 г. в области добыто более 810 особей, а за 2010 г. – 584 особи.

В 1,7 раза сократилась численность популяции кабана [8; 9; 10].

В Астраханской области в последние годы работали 2 питомника по воспроизводству сайгаков и фазанов [1; 2]. Однако численность первого вида в регионе неуклонно сокращается [5], несмотря на то, что в регионе создана и функционирует система особо охраняемых природных территорий, включающая госзаказник «Степной», созданный, в том числе, и для поддержания численности этого вида [18]. Это связано с высоким прессом браконьерства и коренными изменениями среды обитания данного вида вследствие сельскохозяйственного освоения территорий.

Важную роль в сохранении биоразнообразия дельты Волги играют водно-болотные угодья международного значения. Изначально площадь этих угодий, охраняемых в соответствии с Рамсарской конвенцией, составляла 600 тыс. га, позже она была расширена до 800 тыс. га. В те же годы был разработан проект создания водно-болотных угодий международного значения в районе западных подстепных ильменей площадью 100 тыс. га [11; 12; 14]. Однако сразу реализовать этот проект не удалось, и эта территория была включена в теневой список водно-болотных угодий [3].

В октябре 2009 г. было принято совместное распоряжение Правительства Астраханской области и Министерства природных ресурсов и экологии РФ (зарегистрировано в Минюсте РФ 4 февраля 2010 г. № 16267) № 353-Пр «Об определении границ и утверждении Положения о водно-болотном угодье «дельты р. Волги, включая государственный биосферный заповедник "Астраханский", имеющий международное значение, главным образом, в качестве местообитаний водоплавающих птиц».

В соответствии с этим документом, «водно-болотное угодье "дельты р. Волги" представляет собой специально выделенный участок акватории и территории дельты р. Волги площадью 1122,5 тыс. га, на котором устанавливается особый режим охраны и использования природных ресурсов». В распоряжении также дано описание границ, которое показывает, что в него теперь входит и планировавшаяся ранее территория западных подстепных ильменей.

Таким образом, к настоящему времени площадь водно-болотного угодья международного значения значительно расширена, и в него, кроме Астраханского биосферного заповедника, входит еще целый ряд особо охраняемых природных территорий регионального значения, в том числе и госзаказник «Ильменно-Бугровой».

Работы по созданию Красной книги Астраханской области начались в конце 90-х гг. с принятием подготовленных Государственным комитетом по охране окружающей

среды Астраханской области постановлений главы администрации области «О Красной книге Астраханской области» и «Об утверждении Положения о порядке ведения Красной книги Астраханской области» (1998 г.). На основании этих нормативно-правовых документов приказом по Госкомэкологии Астраханской области в феврале 1999 г. была создана Комиссия по редким и находящимся под угрозой исчезновения животным, растениям и грибам Астраханской области. В состав комиссии вошли 26 человек – специалистов из различных организаций и вузов (председатель комиссии Ю.С. Чуйков) [4]. Комиссия подготовила предложения по списку животных и растений для включения в Красную книгу, которые были утверждены в сентябре 2000 г. постановлением главы администрации Астраханской области. Все эти документы, включая списки видов, были опубликованы в монографии «Система особо охраняемых природных территорий Астраханской области» [18] в 2000 г. (второе издание – 2001 г.), а позже (в 2004 г.) – и в Красной книге области [4].

В Красную книгу были включены: миксомицеты – 1 вид; грибы – 22 вида; лишайники – 16 видов; высшие растения – 65 видов; беспозвоночные – 62 вида; круглоротые и рыбы – 9 видов; пресмыкающиеся – 7 видов; птицы – 72 вида; млекопитающие – 13 видов.

После ликвидации в 2000 г. Госкомэкологии полномочия по ведению Красной книги Астраханской области перешли к органам государственной власти Астраханской области.

В настоящее время постановлением Правительства Астраханской области от 16.10.2006 № 360-П «О Красной книге Астраханской области и внесении изменений в постановление Правительства Астраханской области от 13.06.2006 № 190-П» работа по ее ведению возложена на Службу природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области. При службе создана соответствующая комиссия (председатель – А.А. Сандриков, заместитель председателя – Ю.С. Чуйков).

На протяжении последних лет комиссия неоднократно рассматривала предложения по включению в Красную книгу новых видов и исключению из нее старых.

Так, по предложению герпетологов комиссия рассмотрела вопрос о включении в список Красной книги 3 видов пресмыкающихся. Обоснование этих предложений опубликовано в работе [7]. По предложению группы энтомологов рассматривался вопрос о внесении в список 4 видов насекомых. Комиссия приняла положительное решение по этим вопросам. В соответствии с приказом Службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области от 16.09.2009 № 450, изданным на основании решения Комиссии по ведению Красной книги Астраханской области, были сделаны следующие добавления в перечень видов Красной книги Астраханской области (табл.).

Таблица

Перечень видов, внесенных в список Красной книги Астраханской области в 2009 г.

Название видов (подвидов, популяций)	Категория статуса редкости
Отряд жуки (жесткокрылые)	
Четырехпятнистый стефаноклеус	4
Острокрылый слоник	4
Двупятнистый афодий	4
Гладкая бронзовка	4
Отряд чешуйчатые	
Каспийский геккон	3
Обыкновенная медянка	3
Степная гадюка	2

Как показали исследования, гибели животных, занесенных в Красную книгу Астраханской области, на обследованных автотрассах не наблюдалось [21; 22].

В последние несколько лет на территории Прикаспийских государств был реализован международный проект под эгидой фонда «Дарвинские инициативы» (Великобритания), в ходе которого в работу по мониторингу птиц были вовлечены школьники всех Прикаспийских государств. Для реализации данного проекта были изданы

специальные постеры и методическое пособие по ведению наблюдений [20]. На территории Российской Федерации эта работа была проведена Центром экологического образования населения Астраханской области, курировала проект Служба природопользования и охраны окружающей среды, результаты наблюдений размещены на специальном сайте фонда «Дарвинские инициативы» [8].

В организации охраны животного мира на территории Астраханской области задействовано несколько государственных служб и организаций: Управление Росприроднадзора по Астраханской области (федеральная), Служба природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области (региональная), Астраханский государственный биосферный заповедник.

Кроме уже упоминавшихся особо охраняемых природных территорий, в области имеются и другие. В 1997 г. создан Богдинско-Баскунчакский государственный заповедник. Региональное значение имеют 4 государственных природных заказника (Ильменно-Бугровой, Пески Берли, Богдинско-Баскунчакский, Степной) и несколько биологических заказников. На территории области расположено 35 региональных государственных памятников природы и один – федерального значения (о. Малый Жемчужный).

Федеральные и региональные нормативно-правовые акты обеспечивают охрану представителей животного мира на территории области. В главе 5 закона Астраханской области «Об административных правонарушениях» предусмотрена ответственность за животных и растений, занесенных в Красную книгу Астраханской области: «Уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных или растений, занесенных в Красную книгу Астраханской области, а равно действия (бездействие), которые могут привести к гибели, сокращению численности либо нарушению среды обитания этих животных или этих растений либо добывание, сбор, содержание, приобретение, продажа либо пересылка указанных животных или растений, их продуктов, частей либо дериватов без надлежащего на то разрешения или с нарушением условий, предусмотренных разрешением, либо с нарушением иного установленного порядка – влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от 1 тыс. до 2 тыс. рублей; на должностных лиц – от 2 тыс. до 3 тыс. рублей; на юридических лиц – от 20 тыс. до 30 тыс. рублей».

Таким образом, созданная в Астраханской области система особо охраняемых природных территорий охватывает основные местообитания редких и ценных видов региона. Имеется необходимый правовой механизм для обеспечения их охраны и рационального использования. Однако требуется принятие целого ряда правовых актов регионального значения для улучшения этой работы. Так, отсутствуют такие региональные законы, как закон «Об охране окружающей среды Астраханской области» (проекты такого закона неоднократно разрабатывались и публиковались [17]), закон «Об особо охраняемых природных территориях Астраханской области» (принятие такого закона позволило бы значительно расширить систему особо охраняемых природных территорий за счет создания объектов местного значения, а также включения и системы ООПТ региона водно-болотных угодий различного уровня). Серьезную угрозу местообитаниям объектов животного мира несут процессы несанкционированного и нерегулируемого обращения с отходами производства и потребления, стихийные свалки. В связи с этим необходимо принятие ряда региональных нормативно-правовых актов, в частности закона Астраханской области «Об обращении с отходами производства и потребления».

Необходимо также создание регионального экологического фонда, в котором накапливались бы средства, необходимые для охраны и воспроизводства животного мира Астраханской области.

Список литературы

1. **Бондарев А. Д.** Особенности размножения сайгаков в условиях питомника / А. Д. Бондарев, Р. Х. Яхьяева, Ю. С. Чуйков // Естественные науки. – 2008. – № 1. – С. 7–18.
2. **Бондарев А. Д.** Разведение фазана в Астраханской области / А. Д. Бондарев, О. П. Попядухина, Ю. С. Чуйков // Естественные науки. – 2007. – № 4. – С. 7–16.
3. **Ключевые орнитологические территории России** / сост. Т. В. Свиридова ; под ред. Т. В. Свиридовой, В. А. Зубакина. – М. : Союз охраны птиц России, 2000. – Т. 1 : Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России. – 702 с.
4. **Красная книга Астраханской области** / под общ. ред. Ю. С. Чуйкова. – Астрахань : Изд-во Нижневолж. центра экологич. образования, 2004. – 356 с.
5. **Луцкекина А. А.** Организация территориальной охраны природы и перспективы сохранения сайгака на правом берегу р. Волги / А. А. Луцкекина, В. М. Неронов, В. С. Бадмаев, А. В. Хлуднев // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 80–85.
6. **Медянюк В.** Изучение проблем нормативной правовой базы организации охотничьего хозяйства на примере Астраханской области / В. Медянюк, Ю. С. Чуйков ; отв. ред. В. Н. Пилипенко // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря : мат-лы IX Междунар. конф. 10–11 октября 2006 г. / Астрахань : АГУ, Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – С. 42.
7. **Пестов М. В.** Природоохранный статус видов пресмыкающихся, обитающих на территории Астраханской области / М. В. Пестов, А. В. Шапошников // Астраханский вестник экологического образования. – 2009. – № 1–2 (13–14). – С. 52–56.
8. **Сандриков А. А.** Доклад о состоянии и охране окружающей среды Астраханской области в 2007 г. / А. А. Сандриков, Ю. С. Чуйков. – Режим доступа: <http://nature.astrobl.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. **Сандриков А. А.** Доклад о состоянии и охране окружающей среды Астраханской области в 2008 г. / А. А. Сандриков, Ю. С. Чуйков. – Режим доступа: <http://nature.astrobl.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. **Сандриков А. А.** Доклад о состоянии и охране окружающей среды Астраханской области в 2009 г. / А. А. Сандриков, Ю. С. Чуйков. – Режим доступа: <http://nature.astrobl.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. **Чуйков Ю. С.** Водно-болотные угодья дельты Волги и прилегающих территорий / Ю. С. Чуйков // Естественные науки. – 2001. – № 3. – С. 41–50.
12. **Чуйков Ю. С.** Животный мир западного ильменно-бугрового района / Ю. С. Чуйков. – 2-е изд. – Астрахань : Изд-во Нижневолж. центра эколог. образования, 2002. – 72 с.
13. **Чуйков Ю. С.** Некоторые аспекты охраны и использования объектов животного мира в Астраханской области / Ю. С. Чуйков, В. Г. Калиев // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий : мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. (20–21 мая 2010 г., г. Астрахань). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2010. – С. 69–71.
14. **Чуйков Ю. С.** О сохранении биоразнообразия дельты Волги и Северного Каспия / Ю. С. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2005–2006. – № 1–2 (8–9). – С. 43–46.
15. **Чуйков Ю. С.** Охотничий минимум (экзаменационные билеты с ответами) / Ю. С. Чуйков. – Астрахань : Изд-во Нижневолж. центра эколог. образования, 2006. – 64 с.
16. **Чуйков Ю. С.** Правовые основы сохранения биоразнообразия : учеб. пос. / Ю. С. Чуйков. – Астрахань : Изд-во Нижневолж. центра эколог. образования, 2005. – 271 с.
17. **Чуйков Ю. С.** Проект закона Астраханской области об охране окружающей среды / Ю. С. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2004. – № 1–2 (6–7). – С. 76–83.
18. **Чуйков Ю. С.** Система особо охраняемых природных территорий Астраханской области (современное состояние и перспективы развития) / Ю. С. Чуйков, Н. Н. Мошонкин. – 2-е изд. – Астрахань : Изд-во Нижневолж. центра эколог. образования, 2001. – 124 с.
19. **Чуйков Ю. С.** Экология и природопользование в Астраханской области : учеб. пос. / Ю. С. Чуйков, Л. Ю. Чуйкова. – Астрахань : Изд-во Нижневолжского экоцентра, 2008. – Т. 1. – 372 с.
20. **Чуйкова Л. Ю.** Информационно-методическое пособие по использованию постеров, посвященных проблемам сохранения биоразнообразия Каспия / Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков, Н. М. Семчук и др. ; под ред. Л. Ю. Чуйковой. – Астрахань, 2009.
21. **Чуйкова Л. Ю.** Оценка влияния автотранспортных магистралей на животный мир прилегающих природных территорий / Л. Ю. Чуйкова, Л. В. Тимошенко // Астраханский вестник экологического образования. – 2009. – № 1–2 (13–14). – С. 44–51.
22. **Чуйкова Л. Ю.** Оценка масштабов гибели животных на межгородских автотранспортных магистралах Астраханского региона / Л. Ю. Чуйкова // Естественные науки. – 2010. – № 2 (31). – С. 9–74.

References

1. **Bondarev A. D.** Osobennosti razmnozhenija sajgakov v uslovijah pitomnika / A. D. Bondarev, R. H. Jahjaeva, Ju. S. Chujkov // Estestvennye nauki. – 2008. – № 1. – S. 7–18.
2. **Bondarev A. D.** Razvedenie fazana v Astrahanskoj oblasti / A. D. Bondarev, O. P. Poprjaduhina, Ju. S. Chujkov // Estestvennye nauki. – 2007. – № 4. – S. 7–16.
3. **Kljuchevye ornitologicheskie territorii Rossii** / sost. T. V. Sviridova ; pod red. T. V. Sviridovoj, V. A. Zubakina. – M. : Sojuz ohrany ptic Rossii, 2000. – T. 1 : Kljuchevye ornitologicheskie territorii mezhdunarodnogo znachenija v Evropejskoj Rossii. – 702 s.
4. **Krasnaja kniga Astrahanskoj oblasti** / pod obw. red. Ju. S. Chujkova. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzh. centra jekologich. obrazovanija, 2004. – 356 s.
5. **Luwekina A. A.** Organizacija territorial'noj ohrany prirody i perspektivy sohraneniya sajgaka na pravoberezh'e r. Volgi / A. A. Luwekina, V. M. Neronov, V. S. Badmaev, A. V. Hludnev // Povolzhskij jekologicheskij zhurnal. – 2005. – № 1. – S. 80–85.
6. **Medjanko V.** Izuchenie problem normativnoj pravovoj bazy organizacii ohotnich'ego hozjajstva na primere Astrahanskoj oblasti / V. Medjanko, Ju. S. Chujkov ; otv. red. V. N. Pilipenko // Jekologo-biologicheskie problemy bassejna Kaspijskogo morja : mat-ly IH Mezhdunar. konf. 10–11 oktjabrja 2006 g. / Astrahan' : AGU, Izd. dom «Astrahanskij universitet», 2006. – S. 42.
7. **Pestov M. V.** Prirodoohrannyj status vidov presmykajuwihsjja, obitajuwih na ter-ritorii Astrahanskoj oblasti / M. V. Pestov, A. V. Shaposhnikov // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija. – 2009. – № 1–2 (13–14). – S. 52–56.
8. **Sandrikov A. A.** Doklad o sostojanii i ohrane okružhajuwej srede Astrahanskoj oblasti v 2007 g. / A. A. Sandrikov, Ju. S. Chujkov. – Rezhim dostupa: <http://nature.astrobl.ru>, svo-bodnyj. – Zaglavie s jekrana. – Jaz. rus.
9. **Sandrikov A. A.** Doklad o sostojanii i ohrane okružhajuwej srede Astrahanskoj oblasti v 2008 g. / A. A. Sandrikov, Ju. S. Chujkov. – Rezhim dostupa: <http://nature.astrobl.ru>, svo-bodnyj. – Zaglavie s jekrana. – Jaz. rus.
10. **Sandrikov A. A.** Doklad o sostojanii i ohrane okružhajuwej srede Astrahanskoj oblasti v 2009 g. / A. A. Sandrikov, Ju. S. Chujkov. – Rezhim dostupa: <http://nature.astrobl.ru>, svo-bodnyj. – Zaglavie s jekrana. – Jaz. rus.
11. **Chujkov Ju. S.** Vodno-bolotnye ugod'ja del'ty Volgi i priliegajuwih territorij / Ju. S. Chujkov // Estestvennye nauki. – 2001. – № 3. – S. 41–50.
12. **Chujkov Ju. S.** Zhivotnyj mir zapadnogo il'menno-bugrovogo rajona / Ju. S. Chujkov. – 2-e izd. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzh. centra jekolog. obrazovanija, 2002. – 72 s.
13. **Chujkov Ju. S.** Nekotorye aspekty ohrany i ispol'zovanija objektov zhivotnogo mira v Astrahanskoj oblasti / Ju. S. Chujkov, V. G. Kaliev // Jekologicheskie problemy prirodnyh i urbanizirovannyh territorij : mat-ly III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (20–21 maja 2010 g., g. Astrahan'). – Astrahan' : Izd. dom «Astrahanskij universitet», 2010. – S. 69–71.
14. **Chujkov Ju. S.** O sohranении bioraznoobrazija del'ty Volgi i Severnogo Kaspija / Ju. S. Chujkov // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija. – 2005–2006. – № 1–2 (8–9). – S. 43–46.
15. **Chujkov Ju. S.** Ohotnichij minimum (jekzamenacionnye biletly s otvetami) / Ju. S. Chujkov. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzh. centra jekolog. obrazovanija, 2006. – 64 s.
16. **Chujkov Ju. S.** Pravovye osnovy sohraneniya bioraznoobrazija : ucheb. pos. / Ju. S. Chujkov. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzh. centra jekolog. obrazovanija, 2005. – 271 s.
17. **Chujkov Ju. S.** Proekt zakona Astrahanskoj oblasti ob ohrane okružhajuwej srede / Ju. S. Chujkov // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija. – 2004. – № 1–2 (6–7). – S. 76–83.
18. **Chujkov Ju. S.** Sistema osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij Astrahanskoj oblasti (sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija) / Ju. S. Chujkov, N. N. Moshonkin. – 2-e izd. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzh. centra jekolog. obrazovanija, 2001. – 124 s.
19. **Chujkov Ju. S.** Jekologija i prirodnopol'zovanie v Astrahanskoj oblasti : ucheb. pos. / Ju. S. Chujkov, L. Ju. Chujkova. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzhskogo jekocentra, 2008. – T. 1. – 372 s.
20. **Chujkova L. Ju.** Informacionno-metodicheskoe posobie po ispol'zovaniju posterov, posvjawennyh problemam sohraneniya bioraznoobrazija Kaspija / L. Ju. Chujkova, Ju. S. Chujkov, N. M. Semchuk i dr. ; pod red. L. Ju. Chujkovej. – Astrahan', 2009.
21. **Chujkova L. Ju.** Ocenka vlijanija avtotransportnyh magistral'ej na zhivotnyj mir priliegajuwih prirodnyh territorij / L. Ju. Chujkova, L. V. Timoshenko // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija. – 2009. – № 1–2 (13–14). – S. 44–51.
22. **Chujkova L. Ju.** Ocenka masshtabov gibeli zhivotnyh na mezhgorodskih avtotransportnyh magistral'jah Astrahanskogo regiona / L. Ju. Chujkova // Estestvennye nauki. – 2010. – № 2 (31). – S. 9–74.

УДК 574.21

К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ

Юрий Сергеевич Чуйков, доктор биологических наук, профессор
Тahмина Хасанбоевна Шадманова, магистрант

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел. 8 (8512) 52-49-92, e-mail: tahmina1988@mail.ru

В данной статье рассматриваются методы оценки состояния урбанизированных и естественных территорий Астраханской области с помощью различных методов биоиндикации. Так, методы оценки «здоровья среды», разработанные под руководством В.М. Захарова (2000) позволили оценить состояние природной среды в наземных и водных экосистемах выше г. Астрахани и ниже города по течению р. Волги. Изучение процессов накопления тяжелых металлов древесной растительностью свидетельствует о том, что деревья, расположенные в непосредственной близости от загруженных трасс, перекрестков и мостов, находятся под мощным воздействием поллютантов и накапливают в своих вегетативных органах значительные количества загрязняющих веществ. Исследование деградации хвои сосен в различных по уровню загрязнения территориях также могут дать значимую информацию о состоянии окружающей среды. Различные методы биоиндикации достаточно информативны сами по себе, но использование их в сочетании с другими методами определения состояния окружающей среды делает оценку наиболее объективной.

Ключевые слова: биоиндикация, биотестирование, тест-объект, флуктуирующая асимметрия, мониторинг состояния окружающей среды, здоровье среды.

TO THE ASSESSMENT OF URBAN AND NATURAL TERRITORIES OF THE ASTRAKHAN REGION BY THE METHODS OF BIOINDICATION

Chuikov Yuriy S., Doctor of Science (Biology), professor
Shadmanova Tahmina H., Graduate Student

Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Saumyana square, 1,
ph. 8 (8512) 52-49-92, e-mail: tahmina1988@mail.ru

This article discusses methods for assessing the status of urban and natural areas of the Astrakhan region through various methods bioindication. Thus, methods for assessing the "health protection", developed under the leadership of V. Zakharov (2000) made it possible to assess the state of the environment in terrestrial and aquatic ecosystems above and below the city of Astrakhan on the Volga river flow. Investigations of heavy metals accumulation woody plants suggest that trees are located in close proximity to busy roads, intersections and bridges are under the powerful influence of pollutants and accumulate in their vegetative organs of significant amounts of pollutants. Studies of degradation in the needles of pine trees of different pollution level areas can also provide valuable information about the environment. Various methods of bioindication informative enough by themselves, but their use in combination with other methods of determining the environmental Seda makes the assessment more objective.

Key words: bioindication, biological testing, the test object, fluctuating asymmetry, environmental monitoring, health protection.

При оценке любого воздействия на качество среды наиболее важным является определение состояния живых организмов, включая человека. Оценка состояния живых организмов к тому же обеспечивает получение интегральной информации об общем состоянии среды. Основными недостатками используемых в настоящее время методов биотестирования и биоиндикации является то, что они базируются на оценке воздействия лишь в отношении одного модельного вида живых существ, определяют результат

воздействия лишь в отношении определенного параметра функционирования организма, представляют собой лабораторные модели, которые лишь в определенной степени пригодны для оценки реальной природной ситуации [6]. Выбор методов мониторинга состояния природных сред определяется поставленной целью [14].

Таких целей может быть две: первая – наиболее простое и точное определение степени загрязнения; вторая – изучение процессов, протекающих в экосистеме при загрязнении, влияние загрязнений на биологические процессы. Первая цель – производственная, вторая – исследовательская. Методы, которыми достигается первая цель, должны быть просты и доступны. Преследуя вторую цель, можно пользоваться лишь наиболее точными методами, проигрывая в простоте, но достигнув ее, нетрудно выработать методы для первой [13].

В свое время Московское отделение международного фонда «Биотест» под руководством В.М. Захарова выполнило по договору с Госкомэкологией Астраханской области работу по теме «Рекогносцировочная оценка качества среды в низовьях волги (на примере анализа отдельных модельных видов в реперных точках)» [12]. Результаты этой работы на русском языке опубликованы не были. Краткая информация была дана в публикации [16].

Суть предлагаемого подхода, разработанного группой авторов под руководством В.М. Захарова, состоит в интегральной оценке качества среды по состоянию живых организмов. При этом одним из ключевых моментов является анализ асимметрии органов живых организмов в целях мониторинга состояния окружающей среды, или здоровья среды (по терминологии В.М. Захарова). Подходы к статистическому анализу асимметрии билатеральных признаков были обобщены в работах А.В. Кожары [7], В.М. Захарова и др. [4; 5; 6], [6], Д.Б. Гелашвили и др. [2; 3].

Заключение об изменении состояния популяции одного вида предполагает выявление изменений многими методами, характеризующими различные стороны функционирования организма. Состояние организма оценивается по уровню гомеостаза, определяемого комплексом морфологических, генетических, физиологических, биохимических и иммунологических методов. Заключение об изменении в экосистеме строится на выявлении изменений в состоянии популяций многих видов.

Материал собирался в следующих точках.

Наземные экосистемы.

1. Точка на левом берегу р. Волги, 160 км выше по течению от г. Астрахани (напротив о. Медвежьего). Лесостепной участок.
2. Точка на правом берегу р. Волги, 40 км ниже по течению от г. Астрахани (в районе пос. Икряное). Заросли тростника на окраине полей.
3. Точка на левом берегу р. Волги, 80 км ниже по течению от г. Астрахани (4 км ниже по течению от пос. Оранжевое). Заросли тростника на окраине полей.

Водные экосистемы.

1. Точка на левом берегу р. Волги, 160 км выше по течению от г. Астрахани (напротив о. Медвежьего). Старица р. Волги.
2. Точка на правом берегу р. Волги, 40 км ниже по течению от г. Астрахани (в районе пос. Икряное). Р. Волга.
3. Точка на левом берегу р. Волги, 80 км ниже по течению от г. Астрахани (4 км ниже по течению от пос. Оранжевое). Р. Волга.

Для характеристики наземных экосистем были взяты выборки млекопитающих. Был собран материал по 2 видам: домовая мышь (*Mus musculus*) и полевая мышь (*Apodemus agrarius*). Общий объем выборок составил для домовой мыши: точка 1 – 7, точка 2 – 16 и точка 3 – 19 особей; для полевой мыши: точка 1 – 10, точка 2 – 14 и точка 3 – 17 особей. Анализ проводился морфологическими и иммунологическими методами.

Для морфологического анализа было использовано 15 краниологических признаков (включая 10 – на черепе и 5 – на нижней челюсти), выражающихся в числе отверстий кровеносных сосудов и нервов.

Величина флуктуирующей асимметрии для домовой мыши (как основного морфогенетического показателя стабильности развития) практически по всем признакам

оказалась минимальной в точке 1, максимальной в точке 2 при промежуточных значениях точки 3. Это прослеживалось как по признакам черепа, так и по признакам нижней челюсти. При суммарной оценке всех признаков сумма баллов для каждой точки составляет: точка 1 – 20; точка 2 – 38; точка 3 – 32, что по непараметрическому критерию Фридмана соответствует уровню значимости $p < 0,001$.

Интегральный показатель асимметрии – среднее число асимметричных признаков (точка 1 – 4,71; точка 2 – 8,8; точка 3 – 7,27) – дает такое же соотношение точек при статистически значимых различиях между всеми точками.

Величина флуктуирующей асимметрии у полевой мыши практически по всем признакам оказалась минимальной в точке 1, максимальной в точке 3 при промежуточных значениях точки 2. Это прослеживается как по признакам черепа, так и по признакам нижней челюсти. При суммарной оценке всех признаков сумма баллов для каждой точки составляет: точка 1 – 18; точка 2 – 32; точка 3 – 40, что по непараметрическому критерию Фридмана соответствует уровню значимости $p < 0,001$.

Интегральный показатель асимметрии – среднее число асимметричных признаков (точка 1 – 5,0; точка 2 – 8,2; точка 3 – 8,27) – дает сходное соотношение точек при статистически значимом отличии точки 1 от точек 2 и 3.

Таким образом, морфологический анализ свидетельствует о существенном нарушении стабильности развития при интенсивном загрязнении среды (в точках 2 и 3) по сравнению с условно контрольной точкой (1). Несмотря на некоторые различия в реакции разных видов, это прослеживается по обоим исследованным видам млекопитающих.

Анализ показателей содержания клеток крови обоих видов показал, что исследуемые группы различались, прежде всего, по содержанию лейкоцитов. У мышей из точек 2 и 3 количество лейкоцитов значительно ниже, чем в точке 1. Имеет место изменение адгезивной активности нейтрофилов в нагрузочном тесте при индексе напряженности 3,4. Это свидетельствует об активации иммунной системы. Картина выявленных изменений сходна для обоих исследованных видов при более ярко выраженных изменениях для полевой мыши.

В целом выявленная картина изменений иммунограмм свидетельствует о нахождении животных в точках 2 и 3 в зоне сильного стрессового воздействия. Иммунопатология у животных здесь сходна с начальными стадиями лучевой болезни. При этом указанный негативный эффект возрастает в направлении от точки 1 к точке 3.

У наземных позвоночных отмечены начальные стадии тератогенного эффекта (связанного с появлением морфологических отклонений – уродств), свидетельствующие о нарушении стабильности развития. Иммунологические изменения явно свидетельствуют об изменении состояния организма, характерном для начальных стадий лучевой болезни.

Для характеристики водных экосистем были взяты выборки рыб и амфибий. Был собран материал по 2 видам рыб: плотва (*Rutilus rutilus*) и окунь (*Perca fluviatilis*). Общий объем выборок составил для плотвы: точка 1 – 30; точка 2 – 32 и точка 3 – 12 особей; для окуня: точка 1 – 26; точка 2 – 21 и точка 3 – 28 особей. Анализ проводился морфологическими методами.

Для плотвы было использовано 7 признаков (включая число грудных и брюшных плавников, жаберных лучей и тычинок, глоточных зубов, чешуй и прободенных чешуй боковой линии). Для окуня было использовано 13 признаков (включая число грудных и брюшных плавников, жаберных лучей и тычинок, шипов на предкрышке и на жаберной крышке, пор на верхней и нижней челюсти и боковых полос на теле).

Величина флуктуирующей асимметрии для плотвы (как основного морфогенетического показателя стабильности развития) практически по всем признакам оказалась минимальной в точке 1, максимальной в точках 2 и 3, имеющих сходные значения. При суммарной оценке всех признаков сумма баллов для каждой точки составляет: точка 1 – 9; точка 2 – 16; точка 3 – 17, что по непараметрическому критерию Фридмана соответствует уровню значимости $p < 0,001$. Интегральный показатель асимметрии – среднее число асимметричных признаков (точка 1 – 1,3; точка

2 – 2,77; точка 3 – 2,66) – дает такое же соотношение точек при статистически значимых различиях между точкой 1 и точками 2, 3.

Величина флуктуирующей асимметрии для окуня практически по всем признакам оказалась минимальной в точке 1, максимальной в точках 2 и 3, имеющих сходные значения. При суммарной оценке всех признаков сумма баллов для каждой точки составляет: точка 1 – 9; точка 2 – 18; точка 3 – 21, что по непараметрическому критерию Фридмана соответствует уровню значимости $p < 0,001$. Интегральный показатель асимметрии – среднее число асимметричных признаков (точка 1 – 2,04; точка 2 – 2,95; точка 3 – 3,32) – дает такое же соотношение точек при статистически значимых различиях между точкой 1 и точками 2 и 3.

Таким образом, морфологический анализ свидетельствует о существенном нарушении стабильности развития при интенсивном загрязнении среды (в точках 2 и 3) по сравнению с условно контрольной точкой (1). Несмотря на некоторые различия в реакции разных видов, это прослеживается по обоим исследованным видам рыб.

При тестировании был использован также один вид амфибий – озерная лягушка (*Rana ridibunda*). Общий объем выборок составил: точка 1 – 25; точка 2 – 27 и точка 3 – 16 особей. Анализ проводился морфологическими и иммунологическими методами. Морфологический анализ включал исследование 14 признаков (число полос и пятен на бедре, голени и стопе, пятен на голени изнутри, пятен спины, пятен на 2, 3 и 4 пальцах; пор на 4 пальце, зубов на межчелюстной кости и сошнике).

Величина флуктуирующей асимметрии (как основного морфогенетического показателя стабильности развития) практически по всем признакам оказалась минимальной в точке 1, максимальной в точках 2 и 3, имеющих сходные значения. При суммарной оценке всех признаков сумма баллов для каждой точки составляет: точка 1 – 23; точка 2 – 39; точка 3 – 32, что по непараметрическому критерию Фридмана соответствует уровню значимости $p < 0,001$. Интегральный показатель асимметрии – среднее число асимметричных признаков (точка 1 – 6,72; точка 2 – 9,2; точка 3 – 8,5) – дает такое же соотношение точек при статистически значимых различиях между точкой 1 и точками 2, 3.

Таким образом, морфологический анализ свидетельствует о существенном нарушении стабильности развития при интенсивном загрязнении среды (в точках 2 и 3) по сравнению с условно контрольной точкой (1).

Иммунологическими методами анализ проводился в точках 1 и 2. Анализ популяций клеток крови показал, что содержание лейкоцитов в точке 2 было в 3 раза ниже, чем в точке 1 (значимые различия).

Иммунограммы лягушек точки 2 отличаются большими негативными изменениями: лейкопения, обусловленная пониженным количеством лимфоцитов, нейтрофилов и повышением количества моноцитов и эозинофилов. Подобные состояния наблюдаются при сильных интоксикациях. Повышено содержание нулевых клеток, понижена адгезивная и фагоцитарная активность нейтрофилов. Патологическое состояние организма подтверждается и понижением количества иммуноглобулинов М и G. О нарушении баланса взаимосвязей показателей иммунной системы свидетельствует индекс нагрузки (менее 2), что позволяет предположить фазу декомпенсации иммунной системы.

В целом анализ выявил существенные различия как в составе популяций клеток крови, так и в состоянии иммунной системы между сравниваемыми точками. Точка 1 характеризуется параметрами, близкими к норме. В точке 2 имеет место комплекс изменений, выражающийся в сочетании лейкопении с нейтро- и лимфопенией при эозинофилии. Такие изменения наблюдаются при сильных химических воздействиях или средних формах радиационного поражения организма.

Полученные результаты свидетельствуют о существенном отклонении от нормы в состоянии исследованных видов как по морфологическим, так и по иммунологическим показателям в точках, расположенных ниже по течению р. Волги от г. Астрахань. Выявленные изменения однозначно свидетельствуют о нарушении стабильности развития, что выражается в начальных стадиях проявления тератогенного эффек-

та (т.е. появления морфологических отклонений – уродств) и фазе декомпенсации иммунной системы, характерной для сильной интоксикации организма [12].

Другие подходы к использованию методов биоиндикации были применены к возможности использования древесных растений в этих целях [8; 9; 11]. В частности, были проведены индикационные исследования поблизости с наиболее загруженными автотрассами Астрахани. С целью определения уровня загрязнения был проведен ряд биоиндикационных исследований по определению содержания тяжёлых металлов в вегетативных частях (листьях) тополя чёрного и ивы белой [10].

Основными объектами исследования были выбраны: Городской («Новый») мост в пределах юго-западной части Городского острова (точки отбора проб: у моста, 500 м, 1000 м и 2000 м от моста), Трусовский («Старый») мост – в районе Эллинга (≈150 м от моста), Царевский мост (≈150 м от моста), Астраханский Кремль (центр города) и с целью определения фона – в пределах с. Чаган (за пределами Астрахани).

Полученные данные показали, что уровни содержания ртути у ивы выше, чем у тополя. Наибольшее содержание ртути в листьях тополя чёрного наблюдалось в районе Городского моста, где наиболее интенсивно движение автотранспорта. Наименьший показатель был отмечен в районе Царевского моста, содержание ртути в районах Трусовского моста, Кремля и с. Чаган оставалось приблизительно на одном уровне.

Таким образом, было установлено, что на всех пунктах содержание ртути в листьях ивы белой выше, чем у тополя чёрного, из чего можно судить о более выраженной накопительной способности к данному металлу у ивы белой. Считать выбранное ранее как контрольная точка с. Чаган за фон не представляется возможным из-за приблизительно одинаковых концентраций в сравнении с другими объектами исследования.

Параллельно с проведением спектрального анализа в каждом из представленных образцов листьев были проанализированы отдельные части листьев с целью определения распределения ртути по площади листа [10]. Полученные данные показали, что содержание поллютантов в листьях обоих видов нарастает от черешка к концу листа. Это дает основание предполагать, что накопление ртути, вероятнее всего, происходит из атмосферного воздуха, а не из почвы.

Другой подход был использован при изучении состояния хвойных деревьев в г. Астрахань [15].

Отбор проб хвои производился на определенных участках, расположенных на территории г. Астрахани и Астраханской области (табл.). В качестве контрольного использовался участок, расположенный на территории г. Камызяк.

Таблица

Зонирование ключевых участков

Тип зоны	№ ключевого участка
Рекреационная зона	ул. Бумажников проспект – парк (№ 3); ул. Победы Бульвар – парк (№ 9); ул. Адмиралтейская – Октябрьская площадь (№ 11)
Урбанизированная (жилая) зона	ул. Н. Островского, 72, к. 2 – Детский сад № 108 «Ивушка» (№ 6); с. Затон – контрольный пост (№ 8)
Промышленная зона	ул. Августовская, 11 – Астраханская ГРЭС (№ 4), пос. Аксарайский (№ 7); ул. Лагышева, 166 – Астраханский станкостроительный завод (№ 10)
Автотранспортная зона	ул. Адмирала Нахимова, 60б – Каспийская флотилия, Дом офицеров (№ 1), ул. Набережная реки Царев; 9 – Краснодарский университет МВД России (№ 2), ул. Победы, 55 – Спартак, дворец спорта (№ 5); ул. Яблочкова, Победы – парк Железнодорожного вокзала (№ 12)

Для биоиндикационного исследования была выбрана методика отбора хвоинок и определения качества атмосферного воздуха по их состоянию. В различных районах города Астрахани были взяты пробы хвоинок с сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L). Обследование проводили на боковом побеге в четвертой сверху мутовке. Всего собирали не менее 30 хвоинок с одного дерева.

Оценку загрязненности воздуха проводили и по состоянию кроны древостоя сосны визуальным методом. По степени повреждения и усыхания хвои выделили несколько классов. Классы повреждения хвои: 1 – хвоинки без пятен; 2 – хвоинки с небольшим числом мелких пятен; 3 – хвоинки с большим числом желтых и черных пятен. Классы усыхания хвои: 1 – на хвоинках нет сухих участков; 2 – на хвоинках усох кончик на 2–5 мм; 3 – усохла третья часть хвоинки; 4 – вся или большая часть хвоинки сухая.

При анализе собранных проб хвои был выявлен хлороз, который при слабом воздействии газообразных веществ выражается в побледнении окраски хвои, а при более интенсивном загрязнении воздуха токсикантом наблюдаются первые стадии некротических повреждений.

Для исследуемой хвои характерен верхушечный некроз, что во многом обуславливает наличие усохших кончиков хвоинок. Количественная оценка некрозов была определена путем определения доли поврежденной поверхности хвоинки в процентах.

Полученные результаты показали, что максимальный процент поражения хвои некротическими пятнами наблюдался у сосен, произрастающих в непосредственной близости от Астраханской ГРЭС (Ленинский район) (86,7 %). Высокий процент поражения хвои также наблюдался в Красноярском районе – пос. Аксарайский (82,7 %), в Кировском районе Астрахани у дворца спорта «Спартак» (78,8 %). Данная территория г. Астрахани, как показали исследования [1], является наиболее загрязненной из-за большой нагрузки автотранспортом ул. Победы.

Минимальный процент поражения некротическими пятнами наблюдается на территории Советского района г. Астрахани – около территории Суворовского училища МВД России (24 %). На контрольном участке (с. Затон) процент поражения хвои некротическими пятнами составил 22,5 %, что на 1,5 % ниже минимально зафиксированного уровня.

Максимальный процент усыхания хвои сосны (86,7 %) отмечался на территории ГРЭС (Ленинский район). Усыхание кончиков хвои зависит, прежде всего, от степени поражения некрозом, а также от влияния других факторов: метеорологических условий местного климата, степени утоптанности прилегающей почвы. Так, по ул. Победы Бульвар наблюдался минимальный процент (11,4 %) усыхания хвои, что обусловлено хорошими метеорологическими условиями, достаточной проветриваемостью территории, на характер которых влияет близкое расположение р. Волги. Процент усыхания хвои на территории ул. Бульвар Победы на 6,1 % ниже по сравнению с контрольным участком (17,5 %).

Таким образом, максимальный процент пораженной хвои выявлен у деревьев, произрастающих на территории Ленинского района г. Астрахани по ул. Августовская, 11 – Астраханская ГРЭС. Работа расположенной в этом районе ГРЭС, а также Астраханского мясокомбината и пролегающая рядом автотрасса, где нередко создаются многочасовые автомобильные пробки, обуславливают присутствие в атмосферном воздухе такого поллютанта, как диоксид серы. Высокий процент пораженной хвои выявлен и в Красноярском районе (пос. Аксарайский), что определено работой газоперерабатывающего завода «Астраханьгазпром».

Минимальный процент (11,4 %) пораженной хвои выявлен в Ленинском районе г. Астрахани (ул. Победы Бульвар), т.е. данный район города по содержанию диоксида серы можно считать относительно незагрязненным. Сравнение хвои г. Астрахани и контрольного участка – с. Затон (Камызякский район) показывает, что заражение хвоинок некрозом (по максимальным показателям) на контрольном участке в среднем на 60,2 % ниже, чем в районе ГРЭС и газоперерабатывающего завода.

Полученные собственные материалы и литературные данные свидетельствуют о том, что различные методы биоиндикации позволяют оценить состояние окружающей среды с различных точек зрения. Так, методы оценки «здоровья среды», разра-

ботаннные под руководством В.М. Захарова (2000), позволили оценить состояние природной среды в наземных и водных экосистемах выше г. Астрахани и ниже города по течению р. Волги. Эти исследования показали, что экосистемы, находящиеся ниже города по течению реки, пребывают в критическом состоянии, о чем свидетельствуют морфологические и физиологические показатели тест-объектов.

Исследования процессов накопления тяжелых металлов древесной растительностью свидетельствуют о том, что деревья, расположенные в непосредственной близости от загруженных трасс, перекрестков и мостов, находятся под мощным воздействием поллютантов и накапливают в своих вегетативных органах значительные количества загрязняющих веществ. При этом распределение, к примеру, ртути по пластине листа, как у тополя, так и у ивы, показало, что наибольшие количества этого загрязнителя концентрируются в конечных частях листа, наименьшие – у его основания. Это может свидетельствовать о преимущественном поглощении загрязнений из атмосферного воздуха, а не из почвы [10]. При этом нужно помнить, что в осенний период эти загрязняющие вещества с опадом так или иначе попадут в почву, где может наблюдаться их накопление.

Исследования деградации хвои сосен в различных по уровню загрязнения территориях также могут дать значимую информацию о состоянии окружающей среды. Так, при исследовании хвои сосны обыкновенной в различных районах г. Астрахани было выявлено, что для пораженных хвоинок характерен точечный некроз, степень повреждения хвои зависит от типа зоны, в которой расположен участок отбора проб (промышленная зона, жилая, автотранспортная, рекреационная) и от метеорологических условий местности.

В заключение следует отметить, что различные методы биоиндикации достаточно информативны сами по себе, но использование их в сочетании делает оценку более объективной.

Список литературы

1. **Богданов Н. А.** Санитарно-гигиеническое состояние территории Астрахани. Химическое загрязнение / Н. А. Богданов, Е. Л. Николаевская, Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков. – Астрахань : Изд-во Нижневолжского экоцентра, 2011. – 204 с.
2. **Гелашвили Д. Б.** Методологические и методические аспекты мониторинга здоровья среды государственного природного заповедника «Керженский» / Д. Б. Гелашвили, А. К. Краснов, В. В. Логинов // Труды ГПЗ «Керженский». – Н. Новгород, 2001. – Т. 1. – С. 287–325.
3. **Гелашвили Д. Б.** Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eremias arguta* / Д. Б. Гелашвили, В. Н. Якимов, В. В. Логинов, Г. В. Епланова // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии : сб. науч. тр. – Тольятти, 2004. – Вып. 7. – С. 45–59.
4. **Захаров В. М.** Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход) / В. М. Захаров. – М. : Наука, 1987. – 216 с.
5. **Захаров В. М.** Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) / В. М. Захаров // Экология. – 2001. – № 3. – С. 177–191.
6. **Захаров В. М.** Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов и др. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 66 с.
7. **Кожара А. В.** Структура показателя флуктуирующей асимметрии и его пригодность для популяционных исследований / А. В. Кожара // Биологические науки. – 1985. – № 6. – С. 100–103.
8. **Новиков А. В.** Возможности использования тополя черного и ивы белой в качестве биоиндикаторов последствий загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом / А. В. Новиков, Ю. С. Чуйков // Естественные науки. – 2007. – № 1 (18). – С. 24–27.
9. **Новиков А. В.** Исследования воздействия загрязнения среды с помощью растительных тест-объектов / А. В. Новиков, М. Ф. Козак, Ю. С. Чуйков и др. // Астраханский вестник экологического образования. – 2008. – № 1–2 (11–12). – С. 24–30.
10. **Новиков А. В.** Источники поступления в окружающую среду и некоторые особенности накопления ртути в биологических объектах на территории г. Астрахани / А. В. Новиков, Ю. С. Чуйков // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 4. – С. 158–162.
11. **Новиков А. В.** Специфика сезонного накопления тяжелых металлов в вегетативных частях некоторых растений-биоиндикаторов / А. В. Новиков, Ю. С. Чуйков // Естественные науки. – 2008. – № 1. – С. 27–31.
12. **Отчет по договору на выполнение научно-исследовательских работ по теме «Реконструктивная оценка качества среды в низовьях Волги»** (на примере анализа отдельных модельных видов в реперных точках). – М., 1994. – С. 13.

13. **Чуйков Ю. С.** Зоопланктон Северного Прикаспия и Северного Каспия (фауна, методы экологического анализа состава и структуры сообществ) / Ю. С. Чуйков. – Астрахань, 1993. – 51 с.
14. **Чуйков Ю. С.** Экологический мониторинг : учеб. пос. / Ю. С. Чуйков. – 2-е изд. – Астрахань : Изд-во Нижневолжского центра экологического образования, 2006. – 304 с.
15. **Шадманова Т. Х.** Опыт оценки территории г. Астрахани с целью выявления благоприятных и неблагоприятных жилых зон с использованием методов биоиндикации / Т. Х. Шадманова, Ю. С. Чуйков // Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии : мат-лы Междунар. конф. с элементами науч. школы для молодежи (г. Астрахань, 7–10 декабря 2010 г.). – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2010. – С. 131–134.
16. **Zakharov V. M.** Development Policies, Plans and Wetlands. Proceeding of Workshop 1 of the International Conference on Wetlands and Development held in Kuala Lumpur, Malaysia, 9–13 October 1995 / V. M. Zakharov, S. G. Dmitriev, A. S. Baranov // Integrated biological assessment of wetland ecosystem health (with particular referens tu the Lower Volga). – Wetland Internation, 1997. – P. 165–177.

References

1. **Bogdanov N. A.** Sanitarно-gigienicheskoe sostojanie territorii Astrahani. Himicheskoe zagrizajnenie / N. A. Bogdanov, E. L. Mikolaevskaja, L. Ju. Chujkova, Ju. S. Chujkov. – Astrahan' : Izd-vo Nizhnevolzhskogo jekocentra, 2011. – 204 s.
2. **Gelashvili D. B.** Metodologicheskie i metodicheskie aspekty monitoringa zdorov'ja sredy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Kerzhenskij" / D. B. Gelashvili, A. K. Krasnov, V. V. Loginov // Trudy GPZ "Kerzhenskij". – N. Novgorod, 2001. – T. 1. – S. 287–325.
3. **Gelashvili D. B.** Statisticheskij analiz fluktuirujuwej asimetrii bilateral'nyh priznakov raznocvetnoj jawurki *Eremias arguta* / D. B. Gelashvili, V. N. Jakimov, V. V. Loginov, G. V. Eplanova // Aktual'nye problemy gerpetologii i toksikologii : sb. nauch. tr. – Tol'jatti, 2004. – Vyp. 7. – S. 45–59.
4. **Zaharov V. M.** Asimmetrija zhivotnyh (populjacionno-fenogeneticheskij podhod) / V. M. Zaharov. – M. : Nauka, 1987. – 216 s.
5. **Zaharov V. M.** Ontogenez i populjacija (stabil'nost' razvitija i populjacionnaja izmenchivost') / V. M. Zaharov // Jekologija. – 2001. – № 3. – S. 177–191.
6. **Zaharov V. M.** Ocenka sostojanija prirodnyh populjacij po stabil'nosti razvitija: metodologicheskoe rukovodstvo dlja zapovednikov. Zdorov'e sredy: metodika ocenki / V. M. Zaharov, A. S. Baranov, V. I. Borisov i dr. – M. : Centr jekologicheskopolitiki Rossii, 2000. – 66 s.
7. **Kozhara A. V.** Struktura pokazatelja fluktuirujuwej asimetrii i ego prigodnost' dlja populjacionnyh issledovanij / A. V. Kozhara // Biologicheskije nauki. – 1985. – № 6. – S. 100–103.
8. **Novikov A. V.** Vozmozhnosti ispol'zovanija topolja chernogo i ivy beloju v kachestve bioindikatorov posledstvij zagrizajnenija atmosfernogo vozduha avtotransportom / A. V. Novikov, Ju. S. Chujkov // Estestvennyje nauki. – 2007. – № 1 (18). – S. 24–27.
9. **Novikov A. V.** Issledovanija vozdeystvija zagrizajnenija sredy s pomow'ju rastitel'nyh test-objektov / A. V. Novikov, M. F. Kozak, Ju. S. Chujkov i dr. // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija. – 2008. – № 1–2 (11–12). – S. 24–30.
10. **Novikov A. V.** Istochniki postuplenija v okruzhajujuuju srodu i nekotoryje osobennosti nakoplenija rtuti v biologicheskijh objektah na territorii g. Astrahani / A. V. Novikov, Ju. S. Chujkov // Problemy regional'noj jekologii. – 2009. – № 4. – S. 158–162.
11. **Novikov A. V.** Specifika sezonnogo nakoplenija tjazhelyh metallov v vegetativnyh chastjah nekotoryh rastenij-bioindikatorov / A. V. Novikov, Ju. S. Chujkov // Estestvennyje nauki. – 2008. – № 1. – S. 27–31.
12. **Otchet po dogovoru na vypolnenie nauchno-issledovatel'skijh rabot po teme "Re-kognoscirovochnaja ocenka kachestva sredy v nizov'jah Volgi"** (na primere analiza otdel'nyh model'nyh vidov v repemnyh tochkah). – M., 1994. – S. 13.
13. **Chujkov Ju. S.** Zooplankton Severnogo Prikaspija i Severnogo Kaspija (fauna, metody jekologicheskogo analiza sostava i struktury soobwstv) / Ju. S. Chujkov. – Astrahan', 1993. – 51 s.
14. **Chujkov Ju. S.** Jekologicheskij monitoring : ucheb. pos. / Ju. S. Chujkov. – 2-е изд. – Астрахань : Изд-во Нижневолжского центра экологического образования, 2006. – 304 с.
15. **Shadmanova T. H.** Opyt ocenki territorii g. Astrahani s cel'ju vyjavlenija blagoprijatnyh i neblagoprijatnyh zhilyh zon s ispol'zovaniem metodov bioindikacii / T. H. Shadmanova, Ju. S. Chujkov // Jekokul'tura i fitobiotehnologii uluchshenija kachestva zhizni na Kaspии : mat-ly Mezhdunar. konf. s jelementami nauch. shkoly dlja molodezhi (g. Astrahan', 7–10 dekabrya 2010 g.). – Astrahan' : Izd. dom "Astrahanskij universitet", 2010. – S. 131–134.
16. **Zakharov V. M.** Development Policies, Plans and Wetlands. Proceeding of Workshop 1 of the International Conference on Wetlands and Development held in Kuala Lumpur, Malaysia, 9–13 October 1995 / V. M. Zakharov, S. G. Dmitriev, A. S. Baranov // Integrated biological assessment of wetland ecosystem health (with particular referens tu the Lower Volga). – Wetland Internation, 1997. – P. 165–177.

УДК 631.87;635.1/8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ БИОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Жанна Анатольевна Зимина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Румия Ахтямовна Арсланова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Анна Сергеевна Абакумова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел. (8512)52-49-95, e-mail: zim-zhanna@mail.ru

В статье рассмотрены теоретические и практические аспекты использования биологических препаратов в современном интенсивном растениеводстве при выращивании овощной продукции. Представлен анализ результатов некоторых исследований, проводимых в Нижнем Поволжье по влиянию биологических препаратов биогенного происхождения (Эпин-экстра, Циркон, Эль-1, Алирин-Б, Гамаир, Биогулумус, Альбит и т.д.) на рост, развитие, водный режим овощных культур. Установлена эффективность применения данных препаратов против ряда заболеваний (таких как альтернариоз). Данные результатов исследований подтвердили эффективность применения биопрепаратов при выращивании овощей и способствовали повышению урожайности и качества продукции.

Одной из задач данного обзора является изучение ассортимента биопрепаратов, производимых в России.

Ключевые слова: биологические препараты, овощные культуры, экологическая безопасность, адаптогены, повышение урожайности, улучшение качества продукции растениеводства.

THE EFFICIENCY OF THE BIOLOGICAL PREPARATIONS OF BIOGENIC ORIGIN FOR GROWING SOME VEGETABLES IN THE LOW VOLGA REGION

Zimina Zhanna A., Candidate of Science (agriculture), Associate Professor
Arslanova Rumia A., Candidate of Science (agriculture), Associate Professor
Abakumova Anna S., Candidate of Science (agriculture), Associate Professor

Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph. (8512)52-49-95, e-mail: zim-zhanna@mail.ru

In article the theoretic and practice aspects of biological preparations using in modern intense plant growing was reviewed for growing vegetables. Present some analysis of observed data of the influence biological preparations of biogenic origin (Epin-extra, Zircon, El-1, Alirin-B, Gamair, Biogumus, Albit, etc.) on growth and water regime of vegetable crops in Volga region. Detected that the biological preparations are effective against some diseases (for one Alternaria Solanaceae). The observed data confirmed that the biological preparations are effective for vegetables growing and increasing of productivity and product quality.

One of the aim of the article is study of assortment of Russian biological preparations.

Key words: biological preparations, vegetables, environmental safety, stress adaptation, increase of productivity, improvement of product quality of plant growing.

Современное интенсивное растениеводство немислимо без использования удобрений, регуляторов роста и онтогенеза растений, контроля численности вредителей и полезных микро- и макроорганизмов. Синтез необходимых для этого веществ в некоторых случаях выгоднее (дешевле, эффективнее) производить не химическим, а биологическим путём, привлекая животных, растения (или культуру их клеток и тка-

ней) и микроорганизмы. Преимущества органических веществ, метаболитов живых существ перед пестицидами и химическими удобрениями – это их комплексное позитивное действие и высокая эффективность, что позволяет вносить биопрепараты в минимальных дозах. Являясь природными веществами, они не накапливаются в окружающей среде и легко утилизируются в ней [2].

Использование биопрепаратов при возделывании сельскохозяйственных культур получило в настоящее время особую актуальность. Это связано, в первую очередь, с общим снижением применения традиционных минеральных и органических удобрений в сельском хозяйстве. Применение биопрепаратов с использованием минеральных удобрений позволяет получать при благоприятных условиях возделывания сельскохозяйственных культур и минимальных затратах средств и труда оптимальную урожайность и хорошее качество растениеводческой продукции [6]. Кроме того, современная экологическая обстановка требует поиска способов снижения пестицидной нагрузки на агроценозы. Перспективным в этом плане также является применение биопрепаратов, которые благодаря своим свойствам регулируют процессы роста и развития растений, снижают стрессовые явления. Особый интерес представляют вещества, повышающие устойчивость культур к болезням, действующие по принципу стимулирования образования в растениях биологически активных защитных веществ, снижающих жизнеспособность патогенов [5].

Ассортимент биологических препаратов с каждым годом обновляется и пополняется новыми препаратами, имеющими различную природу происхождения, механизмы действия и область применения. Большинство из них рекомендовано для выращивания овощных культур. Однако применение в овощеводстве биопрепаратов строго регламентировано и определяется нормативами, приведенными в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, ежегодно корректируемом Госхимкомиссией РФ. Это связано с потенциальной опасностью для потребителей внешней среды некоторых соединений, а также их метаболитов, накапливающихся в продукции и растительных остатках. По этой причине, например, запрещено или ограничено применение таких регуляторов роста, как гидрел, квартазин и др. [8].

Эффективны препараты антистрессового действия, или адаптогены, повышающие, в частности, устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды, особенно на ранних этапах онтогенеза. К ним можно отнести препарат Эпин-экстра, созданный на основе аналога природного фитогормона брассинолида, и Циркон – на основе гидроксикоричных кислот. Обработка раствором этих соединений семян огурца, томата и перца (как в открытом, так и в защищенном грунте) активизирует начальный рост растений, что в дальнейшем приводит к ускорению сроков плодоношения и повышению урожайности. Исследованиями учёных ГНУ ВНИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства было установлено, что при обработке семян томата сорта Подарочный и трёхкратном опрыскивании растений снижается содержание больших плодов в урожае до 6,6–5,3 %, а при трёхкратном опрыскивании растений Эпин-экстра – изменяется до 7,8–6,3 %, в то время как в контрольном варианте этот показатель составлял 8,5–6,4 %. Препараты не оказали отрицательного влияния на вкусовые качества плодов томата. Отмечалась некоторая тенденция к повышению сухого вещества в вариантах с использованием Циркона. Применение Эпин-экстра и Циркона на рассадном томате сорта Подарочный стимулировало всхожесть семян, рост и развитие растений томата, снижало поражаемость растений альтернариозом, повышало продуктивность растений и улучшало качество урожая [7].

Данные биопрепараты показали свою эффективность и в посевах картофеля сортов Романо и Удача. Предпосадочная обработка клубней и обработка вегетирующих растений Цирконом и Эпин-экстра способствовали дружному появлению всходов, активировали рост и развитие растений, увеличивали нарастание вегетативной массы. Однако наибольший прирост биомассы получен при использовании биопрепарата на основе арахионовой кислоты Эль-1, который наряду с Цирконом в фазу

массового цветения увеличивал надземную массу на 37,8–34,6 %, количество клубней – на 29,7–32,8 %, а их массу – соответственно на 52,7–57,2 % к контрольным растениям. Выступая в качестве иммуномодуляторов, применяемые биопрепараты повышали устойчивость растений картофеля к альтернариозу, снижая развитие болезни в 1,5–2 раза. При этом наиболее активно снижали его развитие Циркон, Эль-1 и ОбереГЪ (также содержащий арахидоновую кислоту), биологическая эффективность применения которых в течение вегетации варьировала в пределах 30–50 %. Использование биопрепаратов в целом отразилось на продуктивности картофеля. Применение Циркона и Эль-1 увеличивало урожайность клубней на 27,9–29,1 %, а препаратов ОбереГЪ и Эпин-экстра – на 21,7–22,5 % к контролю. Предпосадочная обработка клубней в сочетании с опрыскиванием растений препаратами Циркон, Эль-1 и ОбереГЪ стимулирует накопление сухого вещества в клубнях, повышая его содержание на 7,7–11,3 %. Практически все применяемые препараты положительно влияли на крахмалистость клубней, содержание аскорбиновой кислоты и суммы сахаров [4].

Хорошие результаты при выращивании картофеля в условиях Нижнего Поволжья были получены при использовании биопрепаратов на основе микробной массы Алирин-Б (действующее вещество – бактерии *Bacillus subtilis* 10-ВИЗР: полезная почвенная микрофлора) и «Гамаир» (действующее вещество – бактерии *Bacillus subtilis* и комплекс метаболитов растений: полезная почвенная микрофлора). Препараты оказывали ростостимулирующее действие. Наиболее активны в этом отношении были Алирин-Б и его смесь с Гамаиром, использованные для предпосадочной обработки клубней и трехкратного опрыскивания вегетирующих растений; надземная масса растений увеличилась на 24–33 %, площадь листовой поверхности – на 18–21 %. Биопрепараты сдерживали развитие альтернариоза картофеля. Биологическая эффективность их применения (особенно Алирина-Б и его смеси с Гамаиром – 41–54 %) лишь незначительно уступала эффективности использования эталона – химического препарата Ридомила Голд МЦ – 53–59 %. При этом количество клубней с признаками поражения болезнями в 2,5–4 раза снижалось в урожае. Биопрепараты способствовали повышению урожайности картофеля на 16–25 %. Особенно эффективна обработка клубней и растений Алирином-Б и его смесью с Гамаиром, прибавка урожая составляла 22–25 % [4].

В целях повышения эффективности возделывания ранних гибридов огурца и снижения пестицидной нагрузки, по результатам исследований Р.А. Арслановой [1], рекомендуется применение биопрепаратов Биогумус, Гумми и Альбит. Исследования показали, что предпосевное намачивание семян огурца в растворах биопрепаратов способствует повышению энергии прорастания и всхожести. Биогумус повысил энергию прорастания на 11 %, а всхожесть – на 7,5 %; гумми – энергию прорастания на 8 %, а всхожесть – на 6,6 %; альбит – энергию прорастания на 10 %, а всхожесть – на 6,6 % соответственно по сравнению с контролем. 100%-ную энергию прорастания и всхожесть наблюдали на гибридах F1 Чистые пруды (по всем вариантам с биопрепаратами), F1 Арина (с биогумусом), F1 Кураж (с биогумусом и гумми), F1 Маша (с биогумусом и альбитом). Обработка растений в фазе 2–3 настоящих листьев биопрепаратами способствовали получению высококачественной рассады. У обработанных растений наблюдалось интенсивное нарастание стебля, корней и площади листьев. Высокую листовую площадь имели гибриды: с биогумусом – F1 Чистые пруды (103,5 см²), F1 Апрельский (101,3 см²) и F1 Кураж (107,7 см²); с гумми – F1 Апрельский – 105,8 см², F1 Маша (101,6 см²); с альбитом – F1 Арина (102,5 см²) и F1 Кураж (103,2 см²). Применение биопрепаратов оказывает пролонгированное действие на рост, развитие и биохимические показатели растений и в послерассадный период.

Исследования по применению биопрепаратов на культуре огурца показали, что изучаемые биопрепараты сокращают сроки прохождения фаз, а следовательно, и длительность вегетационного периода, а также положительно влияют на биологические особенности огурца, улучшая водный режим, оказывают регулирующее влияние на интенсивность транспирации и водный дефицит, способствуя более экономному расходованию влаги и повышая водоудерживающую способность, тем самым,

помогая растениям в весенне-летний период лучше переносить стрессовые условия недостатка влаги, характерные для Нижнего Поволжья.

Биопрепараты положительно влияют на урожайность и товарность огурца, повышая их показатели: биогумус – на 18,9 кг/м² (товарность 98 %), гумми – на 19,5 кг/м² (товарность 96 %), альбит – на 19,1 кг/м² (товарность 98 %) по сравнению с контролем.

Применение биопрепаратов улучшает качество плодов огурца. По сравнению с контролем содержание сухих веществ повышается на 0,78 с биогумусом, с гумми – на 0,59, с альбитом – на 0,51. Максимальное содержание сухих веществ было отмечено на гибридах F1 Кураж – 4,58 % с биогумусом, F1 Арина – 4,34 % с гумми, F1 Чистые пруды – 4,29 % с альбитом. Сумма сахаров увеличивается с биогумусом на 0,62, лучший показатель на F1 Апрельский – 2,35 %; с гумми – на 1,37, лучший показатель на F1 Арина – 2,1 %; с альбитом – на 1,2, лучший показатель на F1 Арина – 2,12 %. Количество аскорбиновой кислоты повышается с биогумусом на 0,38, максимально – на F1 Маша – 4,98 мл; с гумми – на 0,34, максимально на F1 Кураж – 5,74 мл; с альбитом – на 0,25, максимально на F1 Кураж – 5,03 мл [1].

Препарат Силк на основе тритерпеновых кислот ускоряет созревание, повышает урожайность и устойчивость к болезням томата, лука репчатого, капусты, огурца, фасоли. Обработку растений проводят, начиная с фазы 2–6 листьев [8]. Стимулирующее действие на рост и развитие растений оказывают также препараты, получаемые на основе продуктов метаболизма микоризных грибов-эндофитов («Симбионта», «Эмистим») [9].

В посевах лука-репки в условиях Енотаевского района Астраханской области при орошении хороший результат был получен при применении комплексного органоминерального микроудобрения «Гумат+7» на основе гуминовых кислот [3]. Предпосевная обработка семян препаратом повышала их всхожесть на 9,7 %. А последующая двукратная обработка вегетирующих растений «Гуматом+7» значительно способствовала нарастанию вегетативной массы – количеству и размера листьев. Это вело к увеличению фотосинтетического потенциала растений, которое благоприятно влияло на накопление питательных веществ в луковице, тем самым увеличивая урожайность, которая составила 617 ц/га, что на 171 ц/га превышало контрольный показатель [3].

Таким образом, правильное применение биопрепаратов позволяет скорректировать ход онтогенеза, оптимизировать прохождение процессов роста и развития, а часто и повысить продуктивность растений. Однако применять эти препараты в сельскохозяйственной практике следует осторожно; их нельзя рассматривать как единственное средство, гарантирующее повышение урожайности. Усиление у растений под действием применяемых биопрепаратов одних функций в результате многообразных коррелятивных взаимоотношений между тканями и органами может привести к угнетению других. В конечном же итоге продуктивность может существенно не измениться. Эффективность применения биопрепаратов зависит и от внешних факторов (погодно-климатических и почвенных условий, уровня агротехники и т.д.).

Современная стратегия в области разработки и применения биологических препаратов в овощеводстве связана как с поиском и созданием новых групп соединений с высокой физиологической активностью, так и с расширением сферы применения известных препаратов, разработкой комплексных технологий и схем их применения. Все рекомендации по их применению должны базироваться на соблюдении требований охраны окружающей среды и здоровья человека, а также учитывать специфику физиологического действия этой группы соединений [9].

Список литературы

1. *Арсланова Р. А.* Влияние биопрепаратов на хозяйственно-биологические особенности ранних гибридов огурца в плёночной теплице : автореф. дис. ... канд. наук / Р. А. Арсланова. – Астрахань, 2009. – 26 с.
2. *Дятлова К. Д.* Микробные препараты в растениеводстве / К. Д. Дятлова // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 5. – С. 17–22.
3. *Жмурова М. В.* Влияние гуминовых препаратов на рост и развитие репчатого лука / М. В. Жмурова, Ж. А. Зимина // Актуальные проблемы современных аграрных технологий :

мат-лы III Всерос. науч. конф. студентов и молодых учёных с междунар. участием. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2008. – С. 161–163.

4. **Корнева О. Г.** Влияние регуляторов роста и биологически активных веществ на продуктивность картофеля в условиях Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... канд. наук / О. Г. Корнева. – Астрахань, 2009. – 26 с.

5. **Мельников Н. Н.** Пестициды в экосистемах: проблемы и перспективы. Аналитический обзор / Н. Н. Мельников. – Новосибирск : СО РАН, ГПНТБ, 1994. – 142 с.

6. **Патыко Д.** Утомленная пашня просит защиты / Д. Патыко // Рэспубліка – газета совета министров Беларусь. – 2008. – № 118 (4541). – С. 15–17.

7. **Полякова Е. В.** Пути снижения пестицидной нагрузки при выращивании рассадного томата в условиях дельты Волги: генофонд, селекция и технологии возделывания паслёновых культур : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. 17–20 июля, 2007 / Е. В. Полякова ; под ред. Ю. И. Авдеева. – Астрахань, 2008. – С. 183–184.

8. **СИЛК – экономия средств и сил.** – Режим доступа: <http://silc.nm.ru/index2.htm>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

9. **Тараканов Г. И.** Овощеводство / Г. И. Тараканов, В. Д. Мухин, К. А. Шуин и др. ; под ред. Г. И. Тараканова, В. Д. Мухина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 2002. – 472 с.

References

1. **Arslanova R. A.** Vlijanie biopreparatov na hozjajstvenno-biologicheskie osobennosti rannih gibridov ogurca v pljonochnoj teplice : avtoref. dis. ... kand. nauk / R. A. Arslanova. – Astrahan', 2009. – 26 s.

2. **Djatlova K. D.** Mikrobnye preparaty v rastenievodstve / K. D. Djatlova // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. – 2001. – Т. 7, № 5. – С. 17–22.

3. **Zhmurova M. V.** Vlijanie guminovyh preparatov na rost i razvitie repchatogo luka / M. V. Zhmurova, Zh. A. Zimina // Aktual'nye problemy sovremennyh agrarnykh tehnologij : mat-ly III Vseros. nauch. konf. studentov i molodyh uchjonyh s mezhdunar. uchastiem. – Astrahan' : Izd. dom «Astrahanskij universitet», 2008. – С. 161–163.

4. **Korneva O. G.** Vlijanie reguljatorov rosta i biologicheski aktivnyh vewestv na produktivnost' kartofelja v uslovijah Nizhnego Povolzh'ja : avtoref. dis. ... kand. nauk / O. G. Korneva. – Astrahan', 2009. – 26 s.

5. **Mel'nikov N. N.** Pesticidy v jekosistemah: problemy i perspektivy. Analiticheskij obzor / N. N. Mel'nikov. – Novosibirsk : SO RAN, GPNTB, 1994. – 142 s.

6. **Patyko D.** Utomlennaja pashnja prosit zawity / D. Patyko // Rjespubika – gazeta soveta ministrov Belarus'. – 2008. – № 118 (4541). – С. 15–17.

7. **Poljakova E. V.** Puti snizhenija pesticidnoj nagruzki pri vyravivanii rassadnogo tomata v uslovijah del'ty Volgi: genofond, selekcija i tehnologii vzdelyvanija pasljonovyh kul'tur : mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 17–20 ijulja, 2007 / E. V. Poljakova ; pod red. Ju. I. Avdееva. – Astrahan', 2008. – С. 183–184.

8. **SILK – jekonomija sredstv i sil.** – Rezhim dostupa: <http://silc.nm.ru/index2.htm>, svobodnyj. – Zaglavie s jekrana. – Jaz. rus.

9. **Tarakanov G. I.** Ovovevodstvo / G. I. Tarakanov, V. D. Muhin, K. A. Shuin i dr. ; pod red. G. I. Tarakanova, V. D. Muhina. – 2-e izd., pererab. i dop. – M. : Kolos, 2002. – 472 s.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

УДК 577.15+517.122.124-053.2

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЕЙ

Гайирбег Магомедович Абдурахманов¹, профессор, доктор биологических наук, директор

Элиса Салмановна Эржапова², ассистент

Тамара Израиловна Гайрабекова², старший преподаватель

Институт прикладной экологии Республики Дагестан¹

367025, г. Махачкала, Дахадаева, 21,

тел./факс (8722) 67-46-51, e-mail: ecodag@rambler.ru

Чеченский государственный университет²

364051, г. Грозный, ул. Шерипова, 32,

тел. 89287857076: e-mail: razet-60@mail.ru

Наиболее распространенными причинами смертности, заболеваемости и утраты трудоспособности в России являются неинфекционные заболевания. Среди причин, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья населения и демографическую ситуацию, существенную роль играет экологическая составляющая. Исследования проводились с целью выявить эпидемиологические особенности, проанализировать динамику и основные тенденции заболеваемости населения республики в период 1999–2009 гг., сделать прогноз заболеваемости до 2019 г. Наблюдается тенденция к снижению заболеваемости.

Ключевые слова: демографический кризис, рождаемость, смертность, заболеваемость, среднемноголетний показатель, тенденция, влияние окружающей среды.

DYNAMICS OF THE INCIDENCE OF ACUTE MYOCARDIAL INDICATORS OF THE POPULATION IN CONNECTION WITH THE ENVIRONMENT

Abdurahmanov Gajirbeg M.¹, Professor, Doctor of science (Biology), Director

Erzhapova Elisa S.², Post-graduate Student

Gajrabekova Tamara I.², Senior Lecturer

*Institute of Applied Ecology of the Republic of Dagestan*¹

367025, Makhachkala, Dakhadaev st., 21,

ph./fax (8722) 67-46-51, e-mail: ecodag@rambler.ru

*Chechen State University*²

364051, Grozny, Sheripova st., 32,

ph. 89287857076: e-mail: razet-60@mail.ru

The most widespread reasons of death rate, disease and disability in Russia are noninfectious diseases. Among the reasons, making negative impact on a state of health of the population and the demographic situation, an essential role is played by an ecological component. Researches were spent to reveal on purpose epidemiological features, to analyse dynamics and the basic tendencies of disease of the population of republic in 1999–2009, to make the forecast of disease till 2019 the tendency to disease decrease is observed.

Key words: demographic crisis, birth rate, death rate, disease, a mean annual indicator, a tendency, environment influence.

Медико-демографические показатели в России. Здоровье населения и каждого человека в отдельности является самым ценным благом для общества. Здоровье нации влияет на характер всех демографических процессов в стране, причем оно определяет не только уровень смертности, продолжительности предстоящей жизни, но и обуславливает уровень фертильности, рождаемости и в конечном итоге определяет численность населения.

Наиболее распространенными причинами смертности, заболеваемости и утраты трудоспособности в России являются неинфекционные заболевания и травматизм, на долю которых приходится 68 % общей смертности населения. ХНИЗ – это ряд хронических заболеваний, включающих сердечнососудистые заболевания (ССЗ), онкологические, хронические респираторные заболевания, психические расстройства, диабет [3].

Россия в настоящий момент переживает демографический кризис, обусловленный высокой смертностью населения и снижением фертильности. В 1992 г. численность населения России составляла 149 млн человек и по состоянию на 2009 г. достигла цифры 141 914 человек [Российский статистический ежегодник. 2010 : стат. сб. М., 2010]. При сохранении таких тенденций в течение следующих 50 лет можно ожидать дальнейшего сокращения численности населения страны более чем на 30 % [2]. Статистические показатели за 2009 г.:

- ожидаемая продолжительность жизни при рождении: 68,7;
- коэффициент рождаемости (на 1 тыс. чел населения): 12,4;
- коэффициент смертности: 14,2;
- коэффициент естественного прироста населения: –1,8;
- коэффициент младенческой смерти (число умерших в возрасте до 1 года на 1 тыс. родившихся живыми): 8,1;
- материнская смертность: 22,0.

Таблица 1

**Смертность населения РФ по причинам смерти
(умершие на 100 тыс. человек населения)**

Инфекционные и паразитарные болезни	Злокачественные новообразования	Болезни системы кровообращения	из них		Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения	Внешние причины смерти
			ИБС	цереброваскулярные болезни			
19,3	125,6	427,3	219,2	133,5	36,0	41,9	125,3

Таблица 2

Среднегодовалые показатели заболеваемости ОИМ населения Республики Дагестан 1999–2009 гг. (на 100 тыс. взрослого населения)

Высотный пояс	Экологически неблагоприятные районы	Среднегодовалые показатели заболеваемости ОИМ за 1999–2009 гг.	Экологически благополучные районы	Среднегодовалые показатели заболеваемости ОИМ за 1999–2009 гг.
Предгорье	Хивское	25,3	Сергокалинское	46,3
Горы	Ахвахский	35,2	Агульский	44,6
	Гунибский	78,1	Бабаюртовский	75,9
	Кулинский	60,5	Ботлихский	29,4
	Курахский	26,3	Ногайский	53,2
	Лакский	67,0	Левашинский	46,5
Равнина	Чародинский	22,6	Шамильский	34,2
	Кизлярский	40,8	Карабудахкентский	39,3
Города	Махачкала	57,9	Буйнакск	116,5
	Кизляр	59,8	Хасавюрт	63,5

Человеческая популяция находится под постоянным воздействием факторов малой интенсивности, формирующих региональные особенности показателей здоровья, присущие данной территории. Представляет особый интерес их научный анализ и количественное определение с оценкой параметров, характеризующих состояние общественного и индивидуального здоровья населения [1].

Особую актуальность представляет анализ факторов воздействия и форм ответной реакции организма населения Республики Дагестан (РД), где сохраняется тенденция снижения уровней общественного здоровья, что проявляется в увеличении частоты заболеваемости населения с выраженным ухудшением медико-демографических показателей.

Среди причин, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья населения и демографическую ситуацию, существенную роль играет экологическая составляющая. Все больше появляется доказательств негативного вклада загрязнения окружающей среды в ускорение старения населения и сокращение продолжительности жизни. Весьма распространены в окружающей среде вещества, обладающие способностью к кумуляции в компонентах экосистемы и организме человека, вызывающие нарушения репродуктивного здоровья, эндокринной системы, умственного развития детей и другие изменения состояния здоровья [16].

Исследования проводились с целью выявить эпидемиологические особенности, проанализировать динамику и основные тенденции заболеваемости населения республики в период 1999–2009 гг., сделать прогноз заболеваемости до 2019 г.

Методы исследования. Исследование состояло из 3 этапов. На первом этапе проведен статистический анализ данных по заболеваемости. Основу эмпирического материала составили данные Статуправления республики. В качестве основных опубликованных источников информации использованы статистические сборники за 1997–2010 гг.: «Показатели состояния здоровья населения РД» [6–15], «Основные показатели медицинского обслуживания Республики Дагестан», Российский статистический ежегодник».

С помощью дескриптивного (описательного) и аналитического методических приёмов проведен анализ структуры заболеваемости.

На втором этапе анализировалось качество среды обитания в районе исследования. Для практического решения поставленных задач нами использовалась передвижная экологическая лаборатория, предназначенная для оперативного обнаружения токсичных компонентов в исследуемых населенных пунктах. Лаборатория позволяет в реальном масштабе времени проводить измерение загрязнителей в приземном воздухе, в воде, в почве, а также измерять концентрацию частиц пыли и радиоактивность обследуемых объектов.

На третьем этапе проведена обработка полученной информации с использованием персонального компьютера, которая включала в себя статистическую обработку полученных данных с помощью вычислительного пакета Mathcad, пакета прикладных программ STATISTICA, Excel; построение таблиц, диаграмм [18].

Относительные показатели заболеваемости можно разделить на 2 группы: экстенсивные и интенсивные. Экстенсивные показатели характеризуют структуру явления, например, удельный вес отдельных локализаций рака среди их общего числа; эти показатели выражаются в процентах. Экстенсивные показатели взаимосвязаны между собой, поскольку их сумма всегда равна 100 %. Так, при изучении структуры заболеваемости удельный вес отдельного заболевания может возрасти при его истинном росте; при одном и том же его уровне, если число других заболеваний снизилось; при снижении числа данного заболевания, если уменьшение числа других заболеваний произошло более быстрыми темпами.

Интенсивные показатели отражают частоту заболеваний и могут иллюстрировать как общее число больных (доля населения, страдающего данным заболеванием в настоящий период времени) – показатель распространенности, или болезненности, – так и частоту возникновения новых случаев болезни в течение определенного периода времени – показатель заболеваемости. Расчет показателей заболеваемости производится на 100 тыс. жителей.

При изучении показателей заболеваемости за отдельный год используется среднегодовая численность населения, которая представляет собой среднее между предыдущим и последующим годами. При расчете показателей заболеваемости в среднем за несколько лет суммируют численность населения за эти годы. Эта суммарная численность носит название человеко-лет риска, или человеко-лет наблюдения.

Грубый интенсивный показатель заболеваемости (PZ) (на 100 тыс.) рассчитывается как частное от деления общего числа новых случаев заболевания (R) на общее число человеко-лет наблюдения (N) с последующим умножением результата на 100 тыс.:

$$PZ = R / N \times 100\ 000.$$

Среднегодовой темп прироста заболеваемости. Для вычисления среднегодового темпа прироста применяется средняя геометрическая, равная корню n степени из произведения годовых показателей темпа.

В упрощенном виде это можно представить следующей формулой:

$$TP_{cp} = \sqrt[n]{X_n / X_1} \times 100 - 100.$$

Величины X_1 и X_n должны соответствовать начальному и конечному уровням предварительно выровненного динамического ряда методом наименьших квадратов. Предварительное выравнивание динамического ряда позволяет исключить влияние отдельных более или менее случайных факторов, вызывающих колебания чисел ряда. Выполнение этого требования необходимо потому, что только таким образом можно выбрать линию, наиболее отвечающую подлинной динамике исследуемого явления.

Динамические ряды. При изучении динамики какого-либо явления прибегают к построению динамического ряда. Динамический ряд – это ряд однородных статистических величин, показывающих изменение какого-либо явления во времени и расположенных в хронологическом порядке через определенные промежутки времени. Числа, составляющие динамический ряд, называют уровнями. Уровень ряда – величина того или иного явления, достигнутая в определенный период или к определенному моменту времени. Уровни ряда могут быть представлены абсолютными, относительными или средними величинами.

Динамические ряды можно подвергать преобразованиям, цель которых – выявление особенностей изменения изучаемого процесса, а также достижение наглядности. Прежде всего, ряд может быть охарактеризован самими величинами членов ряда, называемыми уровнями. Величина первого члена ряда носит название начального (исходного) уровня, величина последнего члена ряда – конечного уровня. Средняя величина из всех членов ряда называется средним уровнем.

Абсолютный прирост (убыль) – величина разности между последующим и предыдущим уровнями: прирост выражается числами с положительным знаком, убыль – с отрицательным знаком. Значение прироста или убыли отражает изменения уровней динамического ряда за определенный промежуток времени.

Темп роста (снижения) показывает отношение каждого последующего уровня к предыдущему уровню, выражается в процентах.

Темп прироста (убыли) – отношение абсолютного прироста или убыли каждого последующего члена ряда к уровню предыдущего, выраженное в процентах. Темп прироста можно также определить по формуле: темп прироста – 100 %.

Абсолютное значение одного процента прироста (убыли) получается при делении абсолютной величины прироста или убыли на показатель темпа прироста или убыли за тот же период.

Для более наглядного выражения нарастания или убывания ряда можно преобразовать его путем вычисления показателей наглядности, показывающих отношение каждого члена ряда к одному из них, принятому за 100 % [Клиническая онкология, 2003]. В особенности показатели наглядности демонстративны, когда

сравнивается несколько временных рядов, имеющих разный фактический уровень. Приведение всех сравниваемых рядов к показателям наглядности позволяет абстрагироваться от различий и ясно представить динамику.

Сглаживание временного ряда с помощью скользящих средних. Суть сглаживания состоит в том, что фактические уровни временного ряда заменяются расчетными уровнями, которые в меньшей степени подвержены колебаниям. Это способствует более четкому проявлению тенденции развития. Алгоритм сглаживания по простой скользящей средней состоит в следующих шагах:

- 1) определяют длину интервала сглаживания L , включающего в себя L последовательных уровней ряда ($L = n$);
- 2) разбивают весь период наблюдений на участки, при этом интервал сглаживания «скользит» по ряду с шагом 1;
- 3) рассчитывают средние арифметические из уровней ряда, образующих каждый участок;
- 4) заменяют фактические значения ряда, стоящие в центре каждого участка, на соответствующие средние значения.

Для вычисления сглаженных уровней ряда \bar{y}_t применяется формула:

$$\bar{y}_t = \sum_{t=t-p}^{t+p} y_t / m,$$

при $t > p$, где $p = (m - 1) / 2$ для нечетных m .

В результате такой процедуры получается $n - m + 1$ сглаженных значений уровней ряда, при этом первые p и последние p уровней ряда теряются. Для восстановления потерянных значений временного ряда необходимо: вычислить средний абсолютный прирост на первом и последнем активном участках; получить сглаженные значения в начале и в конце временного ряда путем последовательного прибавления среднего абсолютного прироста к первому несглаженному значению и к последнему сглаженному значению соответственно. Средний абсолютный прирост на первом и последнем участке рассчитаем по формулам и получим окончательно сглаженный временной ряд:

$$\Delta y_1 = (y_3 - y_1) / 2, \Delta y_n = (y_n - y_{n-3}) / 2.$$

Для прогнозирования выбрана модель $\bar{y}_t = a_0 + a_1 t$, т.к. график положения кривой, построенной по сглаженным уровням, визуально похож на прямую линию. По методу наименьших квадратов построим прямую, наименее отклоняющуюся от значений \bar{y}_t . Решив систему нормальных уравнений и получив значения a_0 и a_1 , получим уравнение прогноза заболеваемости (табл. 3). [5; 17].

Таблица 3

Сглаживание временного ряда с помощью скользящих средних

Год	Интенсивные показатели заболеваемости ОИМ	y_i	Δy_i	yt^*t	n
1999	59	60,9	1,85	60,9	10
2000	67,7	63,1	Δy_n	126,3	$\sum t$
2001	62,7	65,0	-1,15	195,1	55
2002	64,7	58,4		233,7	$\sum t^2$
2003	47,9	52,7		263,3	385

Продолжение табл. 3

Год	Интенсивные показатели заболеваемости ОИМ	y_i	Δy_i	$y_t * t$	n
2004		48,1		288,4	
2005		50,9		339,3	
2006		49,1		401,9	
2007		50,7	сумма $\sum y_t$	439,8	
2008		46,8	543,5	477,2	
2009		43,5	a1	$\sum y_t * t$	
2010		41,5	-2,0	2825,8	
2011		39,5	a0		
2012		37,5	65,2		
2013		35,5			
2014		33,6			
2015		31,6			
2016		29,6			
2017		27,6			
2018		25,6			

Примечание: в выделенных ячейках – прогноз заболеваемости ОИМ населения РД до 2019 г.



Рис. 1. Динамика заболеваемости ОИМ населения РД

На протяжении многих лет одно из лидирующих мест в структуре заболеваемости занимают болезни системы кровообращения (БСК). В структуре БСК, наряду с другими заболеваниями, встречается острый инфаркт миокарда (ОИМ)

Таблица 4

Удельный вес (%) ОИМ в структуре БСК населения Республики Дагестан за период 1999–2009 гг.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Районы	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	1,3	1,3	1,3	1,2
Города	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	2,3	1,8	1,8	1,5
РД	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	1,7	1,5	1,5	1,4

Таблица 5

Показатели заболеваемости ОИМ населения Республики Дагестан за период 1999–2009 гг. (на 100 тыс. взрослого населения)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Районы	43,1	52,0	46,4	50,6	50,0	39,1	45,4	42,9	43,6	45,5	42,8
Города	67,4	67,0	97,2	79,7	84,2	59,1	62,3	61,3	56,4	57,7	52,3
РД	62,7	59,0	67,7	62,7	64,7	47,9	45,4	50,9	49,1	50,7	46,8

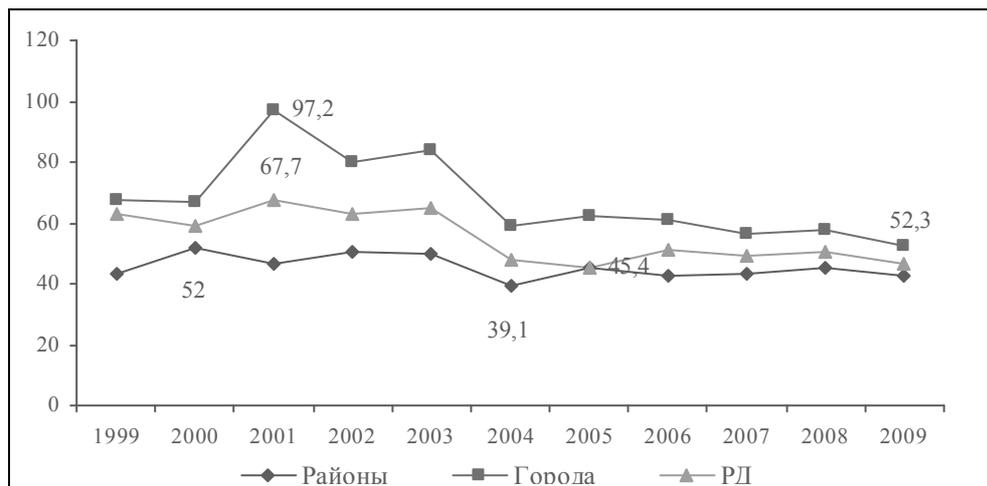


Рис. 2. Динамика показателей заболеваемости ОИМ населения Республики Дагестан за период 1999–2009 гг. (на 100 тыс. взрослого населения)

Основные тенденции заболеваемости острым инфарктом миокарда в исследуемом районе даны в таблице 6.

Таблица 6

Тенденции заболеваемости острым инфарктом миокарда населения РД в 1999–2009 гг.

Годы	Показатель заболеваемости (на 100 тыс. населения)	Абсолютный прирост (убыль)	Темп роста (снижения), %	Темп прироста (убыли), %	Показатель наглядности, %
1999	62,7	–	–	–	100
2000	59	–3,7	94,099	–5,9	94,1
2001	67,7	8,7	114,75	14,75	114,7
2002	62,7	–5	92,614	–7,39	92,61
2003	64,7	2	103,19	3,19	103,2
2004	47,9	–16,8	74,034	–26	74,03
2005	45,4	–2,5	94,781	–5,22	94,78
2006	50,9	5,5	112,11	12,11	112,1
2007	49,1	–1,8	96,464	–3,54	96,46
2008	50,7	1,6	103,26	3,259	103,3
2009	46,8	–3,9	92,308	–7,69	92,31

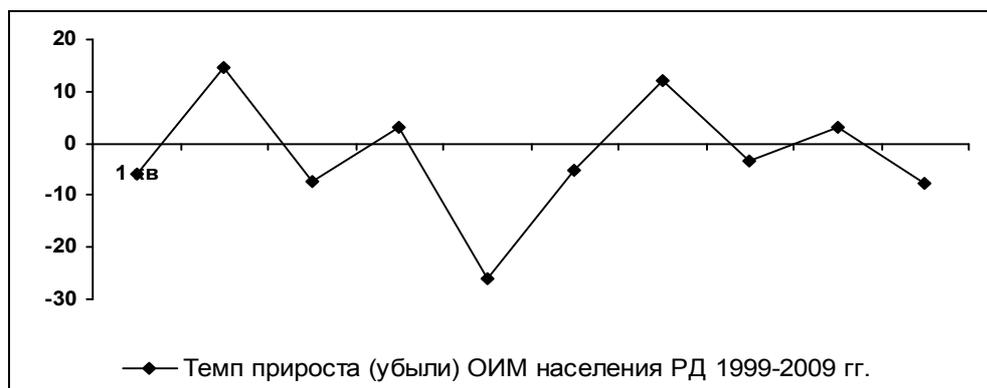


Рис. 3. Темп прироста (убыли, %) заболеваемости ОИМ населения РД за 1999–2009 гг.

Наблюдается тенденция к снижению исследуемой заболеваемости (рис. 1, 2, 3). На рис. 2. отмечены максимальные и минимальные показатели заболеваемости населения в городах, районах республики, а также общие показатели по Республике Дагестан. Самые высокие показатели отмечены в 2000 и 2001 г., самые низкие – в 2004, 2005 и 2009 г.

Высокий уровень заболеваемости населения наблюдается в Ахтынском (85,5), Гунибском (78,1) районах и в Тлохской МРБ (82,2), благоприятными можно назвать Дербентский, Унцукульский и Чародинский районы, со среднемноголетними показателями заболеваемости 18; 16,3; 22,6 на 100 тыс. взрослого населения соответственно.

Резкий скачок заболеваемости наблюдался в 2000 г. в Тлохской МРБ – 264 на 100 тыс. взрослого населения, самый низкий показатель зарегистрирован в Новолакском районе в 2002 г. – 4,5 на 100 тыс. взрослого населения.

Среди городов Республики Дагестан самая благоприятная ситуация в г. Ю. Сухокумск (среднемноголетний показатель – 36,8 на 100 тыс. взрослого населения). Далее в порядке ухудшения эпидемической обстановки следуют Кизляр (57,9), Махачкала (59,8), Хасавюрт (63,5), Дербент (70,5), Каспийск (77,6), Кизилюрт (88,7), Даг. Огни (94,5), Избербаш (99,9) и Буйнакск (116,5).

Самый высокий показатель заболеваемости среди городских жителей за изучаемый период зарегистрирован в г. Избербаш в 2006 г. – 197,7 на 100 тыс. взрослого населения, самый низкий – в г. Ю. Сухокумске в 2009 г. – 12,2 на 100 тыс. взрослого населения.

Список литературы

1. *Абдурахманов Г. М.* Эколого-географическая, социально-экономическая обусловленность и прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями населения горных районов Республики Дагестан / Г. М. Абдурахманов, А. Г. Гасангаджиева, П. И. Габибова. – Махачкала, 2008.
2. *Кательницкая Л. И.* Неинвазивные методы скрининговой диагностики хронических неинфекционных заболеваний : учеб. пос. для врачей / Л. И. Кательницкая, С. Е. Глова, Л. А. Хаишева, В. Н. Браженский. – Ростов н/Д. : ГОУВПО РостГМУ Росздрава, 2008. – 51 с.
3. *Малхазова С. М.* Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз / С. М. Малхазова. – М. : Научный мир, 2001. – 240 с.
4. *Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»* [утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г.].
5. *Мурман В. Е.* Теория вероятности и математическая статистика / В. Е. Мурман. – М. : Высшая школа, 2004. – 480 с.
6. *Показатели состояния здоровья населения РД в 1996 г.* – Махачкала, 1997. – 278 с.
7. *Показатели состояния здоровья населения РД в 1997 г.* – Махачкала, 1998. – 287 с.
8. *Показатели состояния здоровья населения РД в 1998 г.* – Махачкала, 1999. – 278 с.
9. *Показатели состояния здоровья населения РД в 1999 г.* – Махачкала, 2000. – 279 с.
10. *Показатели состояния здоровья населения РД в 2000 г.* – Махачкала, 2001. – 287 с.
11. *Показатели состояния здоровья населения РД в 2001 г.* – Махачкала, 2002. – 288 с.
12. *Показатели состояния здоровья населения РД в 2002 г.* – Махачкала, 2003. – 276 с.
13. *Показатели состояния здоровья населения РД в 2003 г.* – Махачкала, 2004. – 276 с.
14. *Показатели состояния здоровья населения РД в 2004 г.* – Махачкала, 2005. – 276 с.
15. *Показатели состояния здоровья населения РД в 2005 г.* – Махачкала, 2006. – 276 с.
16. *Прохоров Б. Б.* Экология человека / Б. Б. Прохоров. – М., 2001. – 440 с.
17. *Пузаченко Ю. Г.* Математические методы в экологических и географических исследованиях : учеб. пос. для студ. вузов / Ю. Г. Пузаченко. – М. : Академия, 2004. – 416 с.
18. *Реброва О. Ю.* Статистический анализ медицинских данных: применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2002. – 312 с.

References

1. *Abdurahmanov G. M.* Jekologo-geograficheskaĵa, social'no-jekonomicheskaĵa obuslovlennost' i prognoz zabolevaemosti zlokachestvennymi novoobrazovanijami naselenija gornyh rajonov Respubliki Dagestan / G. M. Abdurahmanov, A. G. Gasangadzhiĵeva, P. I. Gabibova. – Mahachkala, 2008.
2. *Katel'nickaja L. I.* Neinvazivnye metody skringingovoj diagnostiki hronicheskih neinfekcionnyh zabolevanij : ucheb. pos. dlja vrachej / L. I. Katel'nickaja, S. E. Glova, L. A. Haisheva, V. N. Brazhenskij. – Rostov n/D. : GOUVPO RostGMU Roszdrava, 2008. – 51 s.
3. *Malhazova S. M.* Mediko-geograficheskiĵ analiz territorij: kartografirovanie, ocenka, prognoz / S. M. Malhazova. – M. : Nauchnyĵ mir, 2001. – 240 s.

4. *Metodicheskie ukazaniya MU 2.1.7.730-99 "Gigienicheskaja ocenka kachestva pochvy naselennyh mest"* [utverzhdeno Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 7 fevralja 1999 g.].
5. *Murman V. E.* Teorija verojatnosti i matematicheskaja statistika / V. E. Murman. – M. : Vysshaja shkola, 2004, – 480 s.
6. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 1996 g.* – Mahachkala, 1997. – 278 s.
7. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 1997 g.* – Mahachkala, 1998. – 287 s.
8. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 1998 g.* – Mahachkala, 1999. – 278 s.
9. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 1999 g.* – Mahachkala, 2000. – 279 s.
10. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 2000 g.* – Mahachkala, 2001. – 287 s.
11. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 2001 g.* – Mahachkala, 2002. – 288 s.
12. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 2002 g.* – Mahachkala, 2003. – 276 s.
13. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 2003 g.* – Mahachkala, 2004. – 276 s.
14. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 2004 g.* – Mahachkala, 2005. – 276 s.
15. *Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija RD v 2005 g.* – Mahachkala, 2006. – 276 s.
16. *Prohorov B. B.* Jekologija cheloveka / B. B. Prohorov. – M., 2001. – 440 s.
17. *Puzachenko Ju. G.* Matematicheskie metody v jekologicheskikh i geograficheskikh issledovanijah : ucheb. pos. dlja stud. vuzov / Ju. G. Puzachenko. – M. : Akademija, 2004. – 416 s.
18. *Rebrova O. Ju.* Statisticheskij analiz medicinskih dannyh: primenenie paketa prikladnyh programm STATISTICA / O. Ju. Rebrova. – M. : MediaSfera, 2002. – 312 s.

УДК 612.821:37.012-053.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ 6 И 7 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ

Наиля Загитовна Бакиева, аспирант

Тюменский государственный университет
625051, г. Тюмень, ул. Проезд 9 мая, 5,
тел. 8 (3452) 36-94-61, e-mail: nailya-bakieva@yandex.ru

В статье описано состояние умственной работоспособности детей 6 лет, обучение которых проходило в условиях детского сада и школы, и детей 7 лет, которые получали дошкольное и школьное образование. Проведен анализ и дана характеристика динамики умственной работоспособности в течение учебного дня, учебной недели, а также учебного года детей 6 и 7 лет. Результаты исследования выявили высокий рост показателей умственной работоспособности у детей 7-летнего возраста по сравнению с 6-летними. Проведенное исследование продемонстрировало зависимость состояния умственной работоспособности от условий обучения в детском саду и школе детей 6 и 7 лет. Дети из детского сада имели показатели умственной работоспособности достоверно выше ($p < 0,001$) в сравнении с данными школьников, что, по-видимому, связано с влиянием на организм детей интенсивной учебной нагрузки, не соответствующей их возрастным морфофункциональным и психофизиологическим возможностям.

Ключевые слова: дети, готовность к обучению, умственная работоспособность, показатель адаптивности, умственные нагрузки, утомление.

COMPARATIVE EVALUATION OF WORKING CAPACITY OF 6 AND 7 YEAR-OLD CHILDREN IN THE CONDITIONS OF SYSTEMATIC TEACHING

Bakieva Nailya Z., Post-graduate Student

Tyumen State University
625051, Tyumen, 9-th of May Passage st., 5,
ph. 8 (3452) 36-94-61, e-mail: nailya-bakieva@yandex.ru

The intellectual working capacity of 6 year-old children, who studied at a kindergarten and a school and 7 year-old children, who received a preschool and school education is described in the article. The 6 and 7 year-old children's dynamics of intellectual working capacity during a day, a

week, and also a year of of is analyzed. The data of the research have revealed the high increase of indicators of intellectual working capacity at 7 year-old children unlike 6 year-old children. The research has shown a dependence of the intellectual working capacity 6 and 7 year-old children on the training in kindergarten and school. Children from a kindergarten had the indicators of intellectual working capacity authentically above ($p < 0,001$) than the data of pupils. The reason, apparently, is connected with the influence of the intensive load on a children's organism. This load didn't correspond their age morphofunctional and psychophysiological capabilities.

Key words: *children, readiness to the teaching, intellectual working capacity, indicator of adaptivity, intellectual loads, exhaustion.*

Актуальность исследования. Известно, что физические и умственные нагрузки в условиях обучения не всегда соответствуют возможностям детей. Пока нервная, мышечная или любая другая ткань организма не достигнет определенного уровня зрелости, нецелесообразно предлагать ребенку нагрузки, с которыми он еще не в состоянии справиться. Чрезмерные нагрузки, не соответствующие возможностям ребенка, могут приводить к переутомлению и комплексу психологических проблем [8]. Проблемы в психофизиологическом развитии детей приводят к проявлениям «школьной незрелости» [2]. Важным показателем готовности детей 6–7 лет к обучению является умственная работоспособность. Значимость обсуждаемой темы, недостаточность новых сведений в литературе обусловили проведение исследования состояния умственной работоспособности как интегрального показателя функциональных возможностей детского организма.

Цель исследования: определить показатели умственной работоспособности детей в возрасте 6 и 7 лет в условиях начала систематического школьного обучения в различных образовательных учреждениях – в детском саду (привычные условия окружающей среды) и в школе (новые условия).

Методы исследования. В исследовании приняли участие 178 практически здоровых детей 6–7 лет (94 мальчика и 84 девочки). С учетом возрастно-половых признаков и обучения в разных условиях – детский сад (ДОУ) и школа (СОШ) г. Тюмени – дети были разделены на группы. Умственная работоспособность как критерий устойчивости к умственной нагрузке и сопротивляемости организма ребенка к утомлению изучалась при помощи методики дозирования работы по времени с помощью фигурных таблиц [1; 5].

Полученный материал обработан на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ STATISTICA 5.1. Для каждого изучаемого параметра вычислялись среднее значение (M) и ошибка средней (m). Различия средних значений считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Выявлено, что количественные (объем работы) и качественные (количество допущенных ошибок) показатели умственной работоспособности девочек в 6 лет оказались достоверно выше по своей величине, чем у сверстников ($p < 0,001$), что свидетельствует о более раннем созревании организма девочек по сравнению с мальчиками, в том числе мозговых структур. Уровни количественных и качественных показателей умственной работоспособности и их изменения под влиянием учебной нагрузки позволяют заключить, что у девочек 6 лет функциональное состояние более благоприятное, чем у мальчиков. Более низкая и менее устойчивая умственная работоспособность у мальчиков под воздействием учебной нагрузки находит объяснение в меньшей степени морфофункциональной зрелости их организма.

Исследование динамики умственной работоспособности у 6-летних детей позволило выявить, что скорость и точность выполнения заданий в течение учебного дня у них снижались (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели умственной работоспособности детей 6 лет
в разные периоды учебного дня**

Группа детей	Показатель	Пол	n	До занятий	Различия	После занятий	Различия
ДОУ	Объем работы	Д	21	42,2 ± 1,06	×××	40,97 ± 0,69	** ×××
		М	25	32,73 ± 1,15		30,42 ± 1,09	***
	Качество работы	Д	21	1,21 ± 0,67		1,84 ± 0,08	××
		М	25	2,13 ± 1,03		2,7 ± 0,26	
	Q	Д	21	4,78 ± 0,55		4,13 ± 0,11	
		М	25	3,46 ± 0,44		3,21 ± 1,06	
ПСАд, %	Д	21	–		–52		
	М	25	–		–27		
СОШ	Объем работы	Д	22	39,01 ± 1,1	×××	35,83 ± 1,28	** ×××
		М	24	30,03 ± 0,8	°(1; 9)	28,36 ± 0,78	** °°(1; 9)
	Качество работы	Д	22	1,58 ± 0,72		2,71 ± 0,57	
		М	24	2,1 ± 1,87		3,15 ± 1,46	
	Q	Д	22	4,16 ± 0,46		3,69 ± 1,12	
		М	24	3,27 ± 1,12		3,03 ± 1,07	
ПСАд, %	Д	22	–		–72		
	М	24	–		–50		

* – достоверность различий по динамике УР при $p < 0,05$, ** – при $p < 0,01$, *** – при $p < 0,001$; × – достоверность различий по полу при $p < 0,05$, ×× – при $p < 0,01$, ××× – при $p < 0,001$; ° – достоверность различий по условиям обучения при $p < 0,05$, °° – при $p < 0,01$, °°° – при $p < 0,001$; цифры в скобках – номера сравниваемых групп; Q – коэффициент продуктивности умственной работоспособности.

Так, значения показателя суточной адаптивности (ПСАд) свидетельствовали о выраженном дневном утомлении и снижении уровня произвольного внимания 6-летних детей, что совпадает с данными литературы [1]. Учитывая значения ПСАд (–52 % в ДОУ и –72 % в СОШ), утомление более выражено у девочек по сравнению с мальчиками, у которых ПСАд достигал соответственно –27 % (в ДОУ) и –50 % (в СОШ). Известно, что отрицательный показатель ПСАд (–72 %) у девочек, характеризующий сопротивляемость организма, относится к низкой (IV) качественной градации и указывает на резко выраженное утомление учащихся в условиях школы (СОШ) к окончанию учебных занятий.

Исследование динамики умственной работоспособности от начала учебных занятий к их концу показало, что как у девочек, так и у мальчиков она снижалась. При этом количественные и качественные показатели работоспособности девочек были достоверно выше, чем у мальчиков ($p < 0,001$). При этом снижение качественных показателей умственной работоспособности, указывающее на снижение произвольного внимания к концу учебных занятий, было более резким у девочек в ДОУ, чем у мальчиков (на 52 и 27 % соответственно). Подобное наблюдалось и среди детей, обучающихся в условиях СОШ. В то же время различия в динамике точности работы в зависимости от половой принадлежности показывают меньшую устойчивость девочек к утомлению, чем мальчиков, что, по-видимому, обусловлено наличием более выраженной мотивации и заинтересованностью процессом обучения у девочек, т.к. отмечена их большая активность на занятиях.

Исследование недельной динамики позволило выявить снижение показателей умственной работоспособности у детей 6 лет как в ДОУ, так и в СОШ ($p < 0,001$),

причем интенсивность работы у девочек снизилась в среднем на 10 % (в ДОУ) и на 11 % (в СОШ), а у мальчиков соответственно на 18 % (в ДОУ) и на 14 % (в СОШ). Интенсивность падения количественного показателя достоверна ($p < 0,001$) и физиологически значима, поскольку выходит за допустимые пределы ± 10 %.

Отмечено, что интенсивность работы в течение учебной недели, как и в течение учебного дня, была более низкой у детей из СОШ по сравнению с их сверстниками из ДОУ ($p < 0,001$). В уровне и динамике умственной работоспособности мальчиков и девочек прослеживались различия. У девочек количественные показатели УР достоверно выше ($p < 0,001$). Указанные различия в уровне умственной работоспособности обусловлены более ранней биологической зрелостью ЦНС и всего организма, характерной для девочек [2; 6].

В динамике умственной работоспособности в течение учебной недели утомление было резко выражено у девочек из СОШ, о чем свидетельствовал показатель недельной адаптивности (ПНАд), достигающий -81 %, в то время как у девочек, обучение которых проходило в условиях детского сада, ПНАд составил лишь -8 %. Поэтому девочки из СОШ при более высокой величине показателей умственной работоспособности, чем у мальчиков, утомлялись к концу недели больше, что, вероятно, обусловлено их большей усидчивостью и сосредоточенностью на занятиях.

В ходе исследования годовой динамики отмечалась тенденция к повышению показателей умственной работоспособности. Вышесказанное согласуется с данными о том, что в процессе обучения в течение года происходит повышение исходного уровня умственной работоспособности, увеличиваются значения количественных и качественных показателей [1; 2; 4].

Изучение показателей детей 7 лет выявило, что между мальчиками и девочками наблюдались расхождения в величине количественного (объем работы) и качественного (количество допущенных ошибок) показателей умственной работоспособности. Так, количество допущенных ошибок указывает на состояние активного внутреннего торможения и вместе со скоростью выполняемой работы отражает функциональное состояние ЦНС. Установлено, что показатели умственной работоспособности мальчиков 7 лет, так же, как и у 6-летних, ниже по своей величине, чем у девочек ($p < 0,001$).

Можно отметить, что от начала учебных занятий к их окончанию умственная работоспособность у 7-летних детей существенно снижалась ($p < 0,001$), особенно у обучающихся в условиях СОШ, так как именно у них в большей мере ухудшалась точность и скорость работы.

Известно, что показатель суточной адаптивности (ПСАд), равный 0 %, относится к его сниженной (III) качественной градации, что указывает на нерезко выраженное утомление, отмеченное среди девочек из ДОУ к концу учебных занятий. Значения ПСАд свидетельствовали о менее выраженном дневном утомлении у девочек из ДОУ по сравнению с мальчиками. Однако при обучении в СОШ наблюдалась иная картина: величина ПСАд достигала -66 %, что свидетельствует о резко выраженном дневном утомлении к концу учебных занятий не только у девочек, но и у мальчиков. При более высоком значении количественного показателя качество работы у мальчиков в СОШ снижалось в большей степени, чем у мальчиков в ДОУ ($p < 0,01$). У девочек 7 лет из ДОУ скорость и точность работы была достоверно выше, чем у мальчиков ($p < 0,001$), как и у 6-летних детей, что противоречит данным, имеющимся в литературе [3].

Изменения показателей умственной работоспособности 7-летних детей в недельной динамике свидетельствуют о ее достоверном снижении к концу учебной недели ($p < 0,01$). При этом более интенсивно снижалась точность работы и менее – ее скорость.

При оценке умственной работоспособности выявлены половые различия. Показатель недельной адаптивности (ПНАд), значение которого составило 0 %, относится к нижней границе нормы, что свидетельствует о менее выраженном недельном утомлении девочек из ДОУ по сравнению с мальчиками. У мальчиков в ДОУ значение ПНАд указывало на выраженное утомление организма, что обусловлено не только влиянием недельной учебной нагрузки, но и выявленными нарушениями режима дня.

К концу учебной недели особенно резко снижалось качество работы среди детей в СОШ, отрицательное значение ПНАд у первоклассников, особенно у девочек (–141 %), указывало на резкое напряжение в деятельности ЦНС, на выраженное охранительное торможение, что характерно для II фазы утомления. Как видно из таблиц 2 и 3, количественный показатель умственной работоспособности более высокий у мальчиков и девочек из ДОУ по сравнению с мальчиками и девочками из СОШ ($p < 0,01$).

Таблица 2

Показатели умственной работоспособности мальчиков 6 и 7 лет в разные периоды учебной недели

Показатель	Неделя	ДОУ		СОШ		
Мальчики 6 лет	n		25		24	
	Объем работы	начало	36,88 ± 1,31		31,81 ± 0,74	**
		конец	30,31 ± 0,43		27,41 ± 1,03	*
	Качество работы	начало	2,12 ± 0,63		2,23 ± 1,04	
		конец	2,83 ± 1,04		3,04 ± 1,21	
	Q	начало	3,39 ± 1,25		3,21 ± 0,57	
конец		3,23 ± 1,07		3,02 ± 0,43		
Мальчики 7 лет	n		23		22	
	Объем работы	начало	74,94 ± 0,81	*** (1; 7)	76,28 ± 1,24	*** (1; 7)
		конец	71,87 ± 1,02	*** (2; 8)	73,21 ± 0,21	*** (2; 8)
	Качество работы	начало	1,85 ± 1,76	** (3; 9)	1,98 ± 1,09	
		конец	2,41 ± 1,08		3,04 ± 0,79	
	Q	начало	7,65 ± 0,78	** (5; 11)	7,79 ± 1,07	*** (5; 11)
		конец	7,02 ± 0,71	** (6; 12)	7,13 ± 1,17	** (6; 12)

* – достоверность различий по условиям обучения при $p < 0,05$, ** – при $p < 0,01$, *** – при $p < 0,001$; цифры в скобках – номера сравниваемых групп; Q – коэффициент продуктивности умственной работоспособности.

С возрастом у обследованных детей отмечено достоверное увеличение средних значений коэффициента продуктивности, количественных и качественных показателей умственной работоспособности ($p < 0,001$).

От начала к концу учебного года у 7-летних детей отмечается существенное возрастание скорости и точности работы ($p < 0,001$). Подобные особенности повышения умственной работоспособности в процессе обучения у детей 6–7 лет наблюдали в ходе исследования и другие авторы [1; 7].

Показатель годовой адаптивности (ПГАд) по своему положительному значению (+42 % и +100 %) относится к его высокой и очень высокой (II и I) качественным градациям, что указывает на повышение сопротивляемости организма у 7-летних детей из ДОУ к концу учебного года (рис.) по сравнению с 6-летними (44 % и 28 % соответственно). Положительная динамика УР в течение года свидетельствует о повышении уровня устойчивости и распределения внимания, что согласуется с данными о том, что в процессе обучения происходит повышение исходного уровня умственной работоспособности [1; 2; 4].

Таблица 3

**Показатели умственной работоспособности девочек 6 и 7 лет
в разные периоды учебной недели**

Показатель	Неделя	ДОУ		СОШ		
Девочки 6 лет	n		21		22	
	Объем работы	начало	43,2 ± 1,26		39,23 ± 1,13	*
		конец	39,08 ± 0,24		35,09 ± 0,78	**
	Качество работы	начало	1,37 ± 0,42		1,29 ± 0,75	
		конец	1,48 ± 0,92		2,33 ± 1,03	
	Q	начало	4,46 ± 1,22		3,71 ± 1,52	
конец		4,19 ± 1,19		3,28 ± 0,89		
Девочки 7 лет	n		20		21	
	Объем работы	начало	85,23 ± 1,23	*** (1; 7)	81,63 ± 0,56	* *** (1; 7)
		конец	81,2 ± 0,36	*** (2; 8)	78,25 ± 1,03	** *** (2; 8)
	Качество работы	начало	0	** (3; 9)	0,51 ± 0,92	** (3; 9)
		конец	0,78 ± 0,74		1,23 ± 1,47	
	Q	начало	8,51 ± 1,42	* (5; 11)	8,07 ± 0,59	** (5; 11)
		конец	7,89 ± 0,68	* (6; 12)	7,31 ± 0,87	** (6; 12)

* – достоверность различий по условиям обучения при $p < 0,05$, ** – при $p < 0,01$, *** – при $p < 0,001$; цифры в скобках – номера сравниваемых групп; Q – коэффициент продуктивности умственной работоспособности.

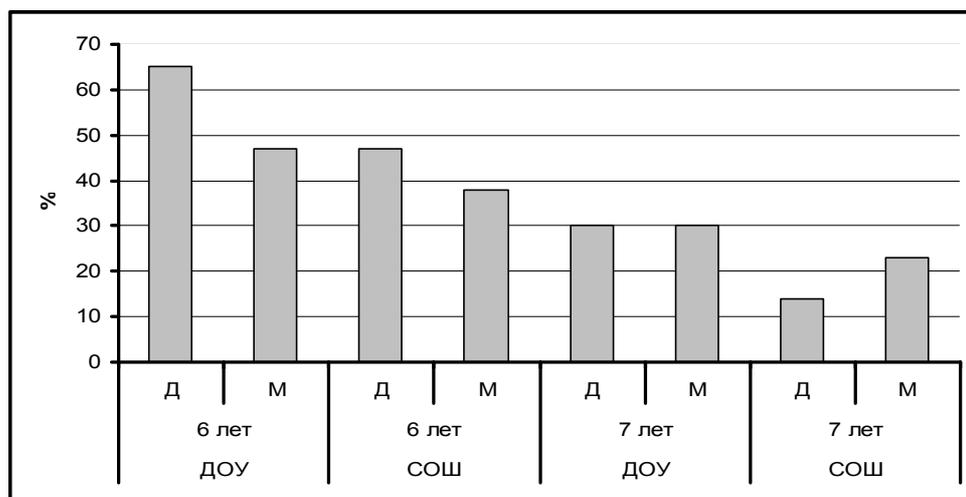


Рис. Изменения в течение учебного года количественного показателя (объема работы) умственной работоспособности у детей 6–7 лет (в %)

Наряду с этим нами отмечен рост показателей умственной работоспособности у детей 7-летнего возраста по сравнению с 6-летними, что является закономерным [2; 4].

Таким образом, в ходе проведенного нами исследования была выявлена зависимость уровня умственной работоспособности от условий обучения в детском саду и школе, а также от возраста и от половой принадлежности обследованных детей, начавших систематическое обучение.

С возрастом у обследованных детей отмечено достоверное увеличение средних значений коэффициента продуктивности, количественных и качественных показате-

лей умственной работоспособности ($p < 0,001$), поэтому необходимо обратить внимание на проблему, связанную с приемом в школу детей с шестилетнего возраста, особенно мальчиков, поскольку проведенное исследование показало, что показатели умственной работоспособности как интегрального показателя функциональных возможностей детского организма девочек достоверно выше по своей величине по сравнению с мальчиками ($p < 0,001$), что свидетельствует о более раннем созревании организма девочек по сравнению с мальчиками, в том числе мозговых структур.

Дети, обучение которых проходило в привычных для них условиях (в детском саду), имели показатели умственной работоспособности достоверно выше ($p < 0,001$) по сравнению с данными детей, обучающихся в условиях СОШ, что, по-видимому, связано с влиянием на организм детей интенсивности учебной нагрузки, не всегда соответствующей их возрастным морфофункциональным возможностям. Согласно исследованиям, в результате влияния нагрузки на организм у детей быстрее развивается утомление, снижается скорость и точность работы [1].

Список литературы

1. *Антропова М. В.* Морфофункциональное созревание дошкольников в условиях разного систематического обучения / М. В. Антропова // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 3. – С. 41–47.
2. *Безруких М. М.* Возрастная физиология: физиология развития ребенка / М. М. Безруких. – 4-е изд. – М.: Академия, 2009. – 416 с.
3. *Гайнанова Н. К.* Гигиеническая оценка режима дня старших дошкольников и младших школьников / Н. К. Гайнанова, Р. М. Беликова // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 3. – С. 42–43.
4. *Ковалева А. В.* Психофизиологические предикторы умственной работоспособности детей 6–7 лет / А. В. Ковалева // Школа здоровья. – 1998. – Т. 5, № 1. – С. 57–69.
5. *Комплект диагностических материалов по оценке и учету индивидуальных особенностей развития детей 5–7 лет* / под ред. М. М. Безруких. – М., 2006. – 98 с.
6. *Морфофункциональное созревание основных физиологических систем организма детей дошкольного возраста* / под ред. М. В. Антроповой, М. М. Кольцовой. – М., 1983. – 160 с.
7. *Параничева Т. М.* Работоспособность и состояние здоровья первоклассников – детей седьмого года жизни после двухлетнего развивающего обучения / Т. М. Параничева, М. В. Антропова, Л. М. Кузнецова и др. // Новые исследования. – 2003. – №1 (4). – С. 83–95.
8. *Сонькин В. Д.* Законы растущего организма / В. Д. Сонькин. – М.: Просвещение, 2007. – 159 с.

References

1. *Antropova M. V.* Morfofunkcional'noe sozrevanie doshkol'nikov v uslovijah raznogo sistematičeskogo obučeniya / M. V. Antropova // Fiziologija čeloveka. – 2003. – T. 29, № 3. – S. 41–47.
2. *Bezrukih M. M.* Vozrastnaja fiziologija: fiziologija razvitija rebenka / M. M. Bezrukih. – 4-e izd. – M.: Akademija, 2009. – 416 s.
3. *Gajnanova N. K.* Gigieničeskaja ocenka rezhima dnja starših doshkol'nikov i mladših shkol'nikov / N. K. Gajnanova, R. M. Belikova // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2006. – № 3. – S. 42–43.
4. *Kovaleva A. V.* Psihofiziologičeskie prediktory umstvennoj rabotosposobnosti detej 6–7 let / A. V. Kovaleva // Shkola zdorov'ja. – 1998. – T. 5, № 1. – S. 57–69.
5. *Komplekt diagnostičeskikh materialov po ocenke i učetu individual'nyh oso-bennostej razvitija detej 5–7 let* / pod red. M. M. Bezrukih. – M., 2006. – 98 s.
6. *Morfofunkcional'noe sozrevanie osnovnyh fiziologičeskikh sistem organizma detej doshkol'nogo vozrasta* / pod red. M. V. Antropovoj, M. M. Kol'covej. – M., 1983. – 160 s.
7. *Paranicheva T. M.* Rabotosposobnost' i sostojanie zdorov'ja pervoklassnikov – detej sed'mogo goda žizni posle dvuhletnego razvivajuwego obučeniya / T. M. Paranicheva, M. V. Antropova, L. M. Kuznecova i dr. // Novye issledovanija. – 2003. – №1 (4). – S. 83–95.
8. *Son'kin V. D.* Zakony rastuwego organizma / V. D. Son'kin. – M.: Prosvewenie, 2007. – 159 s.

УДК 87.26.02

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛОГО И ПЕСТРОГО ТОЛСТОЛОБИКОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕДИ

Владимир Иванович Воробьев, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой

Николай Михайлович Сошников, кандидат биологических наук, доцент
Дмитрий Владимирович Воробьев, кандидат биологических наук, доцент
Елена Николаевна Щербакова, кандидат биологических наук, доцент
Наталья Ивановна Захаркина, кандидат биологических наук, доцент
Андрей Петрович Полковниченко, кандидат биологических наук, доцент
Андрей Степанович Костин, старший преподаватель

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел./факс (8512) 51-82-64, e-mail: e.n.sherbakova@mail.ru

Авторами выявлено, что для стимуляции процессов развития оплодотворенной икры белого и пестрого толстолобиков и повышения итогов ее инкубации в биогеохимических условиях западно-подstepных ильменей Астраханской области с выраженным низким уровнем меди в весенне-летний период рекомендуется кратковременное (при обмывании икры) применение меди 0,05 мг/л, с целью получения большего числа физиологически качественных и жизнестойких личинок большей длины и массы.

Ключевые слова: микроэлементы, медь, обмен веществ, рыбы.

THE CHANGE OF PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF THE WHITE AND MOTLEY SILVER CARPS UNDER THE INFLUENCE OF COPPER

Vorobiov Vladimir I., Doctor of Science (Biology), Professor, the head of department
Soshnikov Michail I., Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Vorobiov Dmitriy V., Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Shcherbakova Elena N., Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Zakharkina Natalia I., Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Polkovnichenko Andrey P., Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Kostin Andrey S., Senior Lecturer

Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph./fax (8512) 51-82-64, e-mail: e.n.sherbakova@mail.ru

By authors it is revealed that for stimulation of developments of the impregnated caviar of white and motley silver carps and increase of results of its incubation in biogeochemical conditions western-podstepnyh reservoirs of the Astrakhan region with the expressed low level of copper during the spring-and-summer period, it is recommended short-term (at caviar washing) application of copper of 0,05 mg/l, for the purpose of reception of a great number of physiologically qualitative and durable larvae of the big length and weight.

Key words: microelements, copper, metabolism, fishes.

Являясь физиологически важным элементом, медь оказывает на организм животных всесторонне влияние благодаря определенным связям с ферментами, гормонами, витаминами и аминокислотами [4; 5; 8; 10; 12; 13]. Активно усваиваясь организмом, медь в биотических концентрациях не возбуждает физиологических барьеров, выполняющих защитную функцию [1; 3; 5; 6; 7]. Известно, что дефицит меди нарушает синтез сульфосодержащих аминокислот у теплокровных животных и процессы, связанные с пигментацией рыб [4]. Сведения о стимулирующем действии ме-

ди на организм рыб очень немногочисленны, носят противоречивый характер и получены авторами без учета биогеохимической обстановки мест экспериментов и выяснения влияния меди на процессы обмена веществ [2; 11]. Исключением являются работы Э.И. Мелякиной [9] и В.И. Воробьева [5; 6; 7], проведенные на карпе (сазане) и белом амуре. Поэтому нами была предпринята попытка изучения влияния различных дозировок меди на физиолого-биохимические процессы раннего развития белого и пестрого толстолобиков. При этом мы исходили из того, что вода, в которой инкубируется икра в рыбоводных хозяйствах, расположенных в дельте р. Волги, часто обеднена не только марганцем, но и медью в сравнении с водой рек Дальнего Востока и Китая – материнских водоемов растительноядных рыб [5; 9].

Кратковременное (2–3 мин.) воздействие различными дозами сернистой меди на икру белого толстолобика при ее отмывании, по методике Э.И. Мелякиной [9], с последующей инкубацией в кристаллизаторах без добавления микроэлемента показало, что наиболее эффективными оказались концентрации, равные 0,05 и 0,1 мг/л, а применение 0,5 мг/л меди снижало выход личинок белого толстолобика и их жизнестойкость ($P < 0,05$). Учитывая роль меди в аминокислотном обмене, мы изучили влияние меди (0,05 и 0,1 мг/л) на количество свободных аминокислот развивающейся оплодотворенной икры белого толстолобика на стадии глазных бокалов (табл.).

Таблица

**Влияние меди на аминокислотный спектр
белого толстолобика в эмбриогенезе (мг, %)**

Название аминокислот	Контроль (n = 12)	Опыт	
		0,05 мг/л (n = 12)	0,1 мг/л (n = 12)
Цистин	2,58 ± 0,03	19,34 ± 0,72*	17,33 ± 1,33*
Лизин	7,39 ± 0,16	5,14 ± 0,69	3,68 ± 0,05
Гистидин	14,03 ± 1,28	5,28 ± 0,24	6,84 ± 0,97
Аргинин	8,21 ± 1,42	8,99 ± 2,44	9,84 ± 0,54
Аспарагиновая кислота	21,06 ± 1,57	9,05 ± 0,26	10,09 ± 0,64
Серин	11,09 ± 0,18	12,06 ± 1,64	6,62 ± 0,46
Глицин	3,63 ± 0,21	3,09 ± 0,09	4,78 ± 0,03
Глютаминовая кислота	8,52 ± 0,68	9,12 ± 0,12	3,15 ± 0,3
Треонин	6,09 ± 0,84	10,05 ± 0,61	7,12 ± 0,04
α-аланин	11,05 ± 0,95	6,45 ± 0,06	9,35 ± 0,09
Пролин	2,12 ± 0,03	2,06 ± 0,02	7,03 ± 0,03*
Тирозин	3,41 ± 0,04	10,5 ± 0,95*	10,9 ± 1,01*
Метионин	2,25 ± 0,05	6,42 ± 0,77*	12,21 ± 0,79*
Триптофан	4,09 ± 0,08	7,46 ± 0,54	20,82 ± 1,76*
Валин	8,09 ± 0,09	10,53 ± 1,84	7,85 ± 0,04*
Фенилаланин	24,68 ± 3,14	27,54 ± 2,36	23,69 ± 1,93
Лейцин + Изолейцин	32,28 ± 2,40	36,76 ± 1,23	29,69 ± 2,06
Суммарное содержание свободных аминокислот	174,08 ± 18,3	184,12 ± 16	189,4 ± 17

Примечание: * – различие достоверно при $P < 0,05$.

Мы не выявили никаких качественных различий в аминокислотном спектре между опытными сериями и контролем, в то время как количественные различия были найдены. Применение 0,1 мг/л меди увеличило в сравнении с контролем количество серосодержащих (цистин, метионин) и циклических (триптофан, тирозин, пролин) аминокислот.

Различия по другим аминокислотам были недостоверными ($P > 0,5$). Суммарное содержание свободных аминокислот в опытных и контрольных сериях осталось практически равным ($P > 0,5$).

Повышение количества ряда незаменимых аминокислот (триптофана, метионина и лейцинов) в опытных сериях, скорее всего, связано с изменением гидролиза запасных белков, а не с торможением их использования при построении новых белков на рибосомах, т.к. по морфологическим показателям опытные эмбрионы выглядели не хуже

контрольных, чего нельзя было бы ожидать при торможении медью процесса белкового биосинтеза. Определенное уменьшение некоторых свободных основных аминокислот можно связать с усилением их использования на образование рибосом, что хорошо согласуется с общим усилением активности обработанных медью эмбрионов белого толстолобика, наблюдаемым нами визуально во всех сериях опытов с медью.

Мы считаем, что кратковременное (2–3 мин.) применение 0,05–0,1 мг/л меди является хорошим стимулирующим средством, повышающим эффективность итогов инкубации икры белого толстолобика и качество получаемых личинок фитофага.

Применение меди в тех же дозах, что и при отмывании икры при выдерживании личинок белого толстолобика до перехода на внешнее питание в кристаллизаторах, показало, что в первые 24 часа опытов достоверных отличий по их длине и массе в опыте и контроле нет (длина в опыте – 5–5,1 мм, масса – 0,9 мг; в контроле – 5 мм и 0,91 мг).

На третьи сутки жизни личинок стимулирующее влияние меди в дозе 0,05 мг/л относительно контроля более заметно (длина – $7,0 \pm 0,24$ мм и масса – $2,4 \pm 0,11$ мг, а в контроле – $6,2 \pm 0,05$ мм и $2,2 \pm 0,06$ мг). Повышение уровня меди в дозе до 0,5 мг/л несколько снижает длину и массу опытных личинок относительно других применяемых дозировок и контрольных результатов. Увеличение количества меди в дозе опытных серий повышает усвоение личинками белого толстолобика марганца и цинка. Лучшей оказалась доза меди, равная 0,05 мг/л, которая обеспечивает и получение более крупных личинок ($P < 0,05$).

Применение различных количеств меди в целом стимулирует биосинтез РНК и ДНК, но максимальное и достоверное различие с контролем получены при применении дозы меди, равной 0,05 мг/л. При этом на третьи сутки уровень нуклеиновых кислот составил 3,072 мкг, а в контроле – 1,561 мкг. Дозировка меди, равная 0,1 мкг/л, привела к повышению биосинтеза нуклеиновых показателей до 2,51 мкг, а доза 0,5 мг/л снижала эти физиологические параметры до 1,42 мкг.

Кратковременное применение в течение 2–3 мин. при отмывании икры пестрого толстолобика 0,05–0,5 мг/л меди позволило выявить стимулирующее влияние меди на процессы эмбриогенеза (диаметр развивающихся икринок, процент развития оплодотворенной икры, выход личинок, их масса и длина). Опытная икра на стадии гастрюлы содержала на 20 % больше меди, на 18 % – цинка, и на 11 % – марганца, чем контрольная.

Таким образом, кратковременное (2–3 мин.) применение меди в дозе 0,05–0,1 мг/л при отмывании оплодотворенных яиц белого и пестрого толстолобиков в рыбоводных хозяйствах, где уровень меди в воде (поступающей в инкубационные аппараты) аналогичен определенному нами в лиманских водоемах дельты р. Волги (0,0002–0,001 мг/л) или еще ниже, является перспективным мероприятием, повышающим эффективность процессов эмбрионального развития, а выдерживание личинок различных видов толстолобиков в растворах 0,05 мг/л меди улучшает их физиологическое состояние.

Предложения производству. Для стимуляции процессов развития оплодотворенной икры и повышения итогов ее инкубации в биогеохимических условиях западно-подстепных ильменей Астраханской области и сходных в геохимическом плане водоемах субрегионов с выраженным низким уровнем марганца и меди в весенне-летний период при обмывании икры белого и пестрого толстолобиков рекомендуется кратковременное (в течение 2–3 мин.) применение меди 0,05 мг/л с целью получения большего числа физиологически качественных и жизнестойких личинок большей длины и массы.

Список литературы

1. **Бабин Я. А.** Микроэлементы, витамины, ферменты и их роль в медицине и животноводстве / Я. А. Бабин. – Саратов : Литера, 1967. – С. 42–58.
2. **Берман Ш. А.** Распределение микроэлементов марганца, железа, меди и цинка в организмах и тканях пресноводных промысловых рыб / Ш. А. Берман, А. Э. Илзине // Микроэлементы в организме рыб и птиц. – Рига : Зинатне, 1968. – С. 5–18.
3. **Венчиков А. И.** Микроэлементы и их роль в норме и патологии / И. А. Венчиков // Клиническая медицина. – 1962. – № 6. – С. 59–62.

4. **Войнар А. И.** Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / А. И. Войнар. – М. : Наука, 1960. – 236 с.
5. **Воробьев В. И.** Биогеохимия и рыбоводство / В. И. Воробьев. – Саратов : Литера, 1993. – 224 с.
6. **Воробьев В. И.** Эколого-биогеохимические основы применения микроэлементов в рыбоводстве : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. И. Воробьев. – М., 1982. – 53 с.
7. **Воробьев Д. В.** Физиолого-биогеохимические основы применения микроэлементов в аквакультуре / Д. В. Воробьев, В. И. Воробьев, В. Н. Кирилов. – Астрахань, 2008. – 258 с.
8. **Галахова В. Н.** Влияние меди и кобальта на деятельность щитовидной железы и надпочечников / В. Н. Галахова // Тез. VII Междунар. конф. по микроэлементам. – Баку, 2008. – С. 45–49.
9. **Мелякина Э. И.** Влияние различных концентраций металлов на выживаемость личинок белого амура / Э. И. Мелякина // Роль микроэлементов в жизни водоемов. – М. : Наука, 1980. – С. 50–59.
10. **Мецлер Д.** Биохимия / Д. Мецлер. – М. : Мир, 1980. – Т. 2. – 387 с.
11. **Строганов Н. С.** Действие сточных вод на водные организмы / Н. С. Строганов, А. Г. Пожитков // Уч. записки МТУ. Биология. Труды лаборатории гидробиологии. – 1941. – Т. 4, вып. 60. – С. 72.
12. **Фриден Я.** Горизонты биохимии / Я. Фриден. – М. : Знание, 1964. – С. 18.
13. **Школьник М. Я.** Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л. : Наука, 1974. – С. 22–25, 85–113, 140–142.

References

1. **Babin Ja. A.** Mikrojelementy, vitaminy, fermenty i ih rol' v medicine i zhivotnovodstve / Ja. A. Babin. – Saratov : Litera, 1967. – S. 42–58.
2. **Berman Sh. A.** Raspredelenie mikrojelementov marganca, zheleza, medi i cinka v organizmah i tkanjah presnovodnyh promyslovyh ryb / Sh. A. Berman, A. Je. Ilzin' // Mikrojelementy v organizme ryb i ptic. – Riga : Zinatne, 1968. – S. 5–18.
3. **Venchikov A. I.** Mikrojelementy i ih rol' v norme i patologii / I. A. Venchikov // Klinicheskaja medicina. – 1962. – № 6. – S. 59–62.
4. **Vojnar A. I.** Biologicheskaja rol' mikrojelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka / A. I. Vojnar. – M. : Nauka, 1960. – 236 s.
5. **Vorob'ev V. I.** Biogehimija i rybovodstvo / V. I. Vorob'ev. – Saratov : Litera, 1993. – 224 s.
6. **Vorob'ev V. I.** Jekologo-biogehimicheskie osnovy primenenija mikrojelementov v rybovodstve : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / V. I. Vorob'ev. – M., 1982. – 53 s.
7. **Vorob'ev D. V.** Fiziologo-biogehimicheskie osnovy primenenija mikrojelementov v akvakul'ture / D. V. Vorob'ev, V. I. Vorob'ev, V. N. Kirilov. – Astrahan', 2008. – 258 s.
8. **Galahova V. N.** Vlijanie medi i kopal'ta na dejatel'nost' witovidnoj zhelezy i nadpochechnikov / V. N. Galahova // Tez. VII Mezhdunar. konf. po mikrojelementam. – Baku, 2008. – S. 45–49.
9. **Meljakina Je. I.** Vlijanie razlichnyh koncentracij metallov na vyzhivaemost' lichinok belogo amura / Je. I. Meljakina // Rol' mikrojelementov v zhizni vodoemov. – M. : Nauka, 1980. – S. 50–59.
10. **Mecler D.** Biohimija / D. Mecler. – M. : Mir, 1980. – Т. 2. – 387 s.
11. **Stroganov N. S.** Dejstvie stochnyh vod na vodnye organizmy / N. S. Stroganov, A. G. Pozhitkov // Uch. zapiski MTU. Biologija. Trudy laboratorii gidrobiologii. – 1941. – Т. 4, vyp. 60. – S. 72.
12. **Fridjen Ja.** Gorizonty biohimii / Ja. Fridjen. – M. : Znanie, 1964. – S. 18.
13. **Shkol'nik M. Ja.** Mikrojelementy v zhizni rastenij / M. Ja. Shkol'nik. – L. : Nauka, 1974. – S. 22–25, 85–113, 140–142.

УДК 577.17.049

**КОРРЕКЦИЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ГИПОЭЛЕМЕНТОЗЕ
РАСТУЩИХ СВИНЕЙ ПРЕПАРАТАМИ СЕЛЕНА, ЙОДА И МЕДИ
В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ИХ НЕДОСТАТКА**

Дмитрий Владимирович Воробьев, кандидат биологических наук, доцент

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел./факс (8512) 51-82-64, e-mail: veterinaria-2011@mail.ru

В работе рассмотрены аспекты влияния Se, J, Cu на морфофизиологические параметры поросят в онтогенезе, а также вопросы коррекции переваримости кормов животными и изменения морфофизиологических показателей. Впервые приведена характеристика аминокислот у поросят и ее динамика под влиянием недостающих в кормах микроэлементов с целью ветеринарной и санитарной оценки мяса.

Ключевые слова: селен, йод, медь, аминокислоты.

**THE CORRECTION OF MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS
IN COMBINED SHORTAGE OF MICROELEMENTS OF GROWING PIGS
BY THE PREPARATIONS OF SELENIUM, IODINE AND COPPER
IN BIOGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THEIR LACK**

Vorobiov Dmitriy V., Candidate of Science (Biology), Associate Professor

Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph./fax (8512) 51-82-64, e-mail: veterinaria-2011@mail.ru

In the work aspects of influence Se, J, Cu on morpho-physiological parameters of pigs in ontogenesis, and also correction questions digestion of forages by animals and changes morpho-physiological indicators are considered. For the first time the characteristic of amino acids at pigs and its dynamics under the influence of microelements lacking in forages for the purpose of a veterinary and sanitary estimation of meat is resulted.

Key words: selenium, iodine, copper, amino acids.

После детального изучения биогеохимической ситуации региона Нижней Волги, проведения балансовых опытов на растущих свиньях [1; 2] мы установили необходимость применения селена, йода и меди для коррекции комбинированного гипоземента поросят. С этой целью был проведен научно-хозяйственный эксперимент.

Материал и методы. В каждую группу было отобрано по 10 животных-аналогов. При этом животных контрольной и опытных групп кормили теми же кормами и в таком же количестве, как и в ранее проведенных балансовых экспериментах [2]. Опытные группы свиней получали дополнительно препараты селена (ДАФС-25), меди (CuSO₄) и йода (ЙОДДАР) в тех же дозах, что и в обменных опытах [1; 2].

В течение всего эксперимента свиней кормили 3 раза в день. Водой животные были обеспечены в достаточном количестве круглые сутки. Набор кормов в рационе изменялся один раз в 30–40 дней. Рационы составлялись на 15 дней, что позволило их регулировать в количественном и качественном отношении в связи с ростом и развитием животных. В 35-дневном возрасте произведена кастрация хрячков. Контрольное взвешивание животных проводилось 2 раза в месяц. Аминокислоты определяли на автоматическом анализаторе Т-339и Т-Нд-1200Е.

Результаты исследования. Свины контрольной и опытных групп развивались с различной интенсивностью (табл. 1). Уже в 2-месячном возрасте поросята II группы превзошли по этому основному физиологическому показателю контрольных животных в среднем на 1,0 кг каждый, или на 8,1 %, а в конце опыта (возраст 9 мес.) – на 7,01 кг, или на 7,77 %. Свины III группы имели в среднем массу в конце опыта на 16,08 кг, или на 17,66 %, больше контроля ($P < 0,05$). Следовательно, подкормка растущих свиней II группы ДАФС-25 в дозе 0,2 мг/кг массы тела, а также растущих свиней III группы – ДАФС-25 в той же дозе 0,2–0,3 мг ЙОДДАРА на голову и CuSO_4 в дозе 0,5 мг/кг оказывала существенное (положительное) влияние на рост и развитие животных.

Следует сказать, что в первые дни после отъема поросят от маток в контрольной группе 5 животных заболело диспепсией в результате изменений режима кормления, состава и свойств корма, в то время как в опытных группах с признаками алиментарной диспепсии был выявлен только 1 поросёнок (II гр.).

Поросята II и III групп по сравнению с контрольными росли быстрее в длину, что подтверждается индексами телосложения, хорошим аппетитом, розовым цветом кожи; имели хорошо выполненный зад и лучшие высотные промеры (табл. 2).

За 240 дней опыта самыми высокими среднесуточными привесами и массой тела отличались животные III группы. При практически одинаковой затрате кормов среднесуточный привес животных III группы был на 20 % выше аналогичного показателя животных контрольной группы. При этом на 1 кг привеса по III группе израсходовано на 1,09 кг кормовых единиц и 81,5 г перевариваемого протеина меньше, чем в контрольной группе животных (табл. 3).

Среднесуточный привес за опытный период по II группе был на 10,4 % больше, чем в контрольной, а кормов на 1 кг привеса израсходовано на 0,61 кг кормовых единиц меньше. Очевидно, недостаток меди и йода в рационах животных II группы сказался на их привесах, что не могло не отразиться на процессах гемопоэза, а также окислительно-восстановительных и ферментативных процессах, протекающих в организме растущих свиней [1]. В наших опытах на растущих свиньях установлено, что увеличение привесов животных II и III опытных групп в сравнении с контрольными происходило, в основном, за счёт лучшего использования питательных веществ рациона.

Таблица 1

Динамика массы растущих свиней под влиянием препаратов селена, йода и меди (кг)

Группы	Возраст животных (дни)									
	n	30	60	90	120	150	180	210	240	270
I Контрольная, основной рацион (ОР)	10	5,51 ± 0,57	12,32 ± 1,24	21,04 ± 0,96	30,10 ± 0,89	40,79 ± 0,89	50,68 ± 1,52	63,89 ± 1,09	78,92 ± 2,34	91,01 ± 2,58
II Опытная, основной рацион +ДАФС-25	10	5,48 ± 0,21	13,39 ± 0,64	21,72 ± 0,71	33,01 ± 1,62	45,01 ± 2,98	56,0 ± 4,07	69,80 ± 3,23	84,40 ± 2,29	98,02 ± 5,39
III Опытная, ОР+ ДАФС-25+ CuSO_4 + «ЙОДДАР»	10	5,41 ± 0,42	12,90 ± 1,04	22,02 ± 2,06	34,06 ± 3,05	45,89 ± 2,62	60,94 ± 4,98	74,99 ± 4,09	91,01 ± 5,07	107,09 ± 3,90

Таблица 2

Влияние препаратов селена, йода и меди на морфофизиологические параметры поросят 4-месячного возраста

Группа	Кол-во животных	Промеры (в см)					Индекс сбитости
		Длина туловища	Обхват груди	Полу-обхват зада	Высота в холке	Высота в крестце	
I (ОР) контрольная	n = 10	78,2	68,9	44,8	42,2	45,1	88,4
II Опытная ОР + ДАФС-25	n = 10	81,0	71,2	46,7	44,4	49,4	87,8
III опытная ОР + ДАФС-25 + CuSO ₄ + «ЙОДДАР»	n = 10	84,3	73,7	49,1	46,0	51,3	88,2

Таблица 3

Коррекция среднесуточных привесов растущих свиней препаратами селена, йода и меди

Группа	Период роста, дни	Ср. масса, кг	Привес за период, кг	Среднесуточный привес, г	Затрачено за период на 1 голову		Затрачено на 1 кг привеса	
					Кормовых единиц, кг	Переваримого протеина, кг	Кормовых единиц, кг	Переваримого протеина, кг
I Контрольная (ОР)	31–60	12,4	6,71	231	22,46	1,692	3,83	229
	61–90	19,9	7,82	243	44,62	3,321	5,28	440
	91–120	28,9	9,03	301	54,08	6,043	6,08	654
	121–150	40,9	12,54	384	61,07	8,065	5,37	692
	151–180	50,2	9,11	326	73,05	7,404	7,21	756
	181–210	64,4	12,82	451	86,62	6,763	7,04	523
	211–240	76,7	13,87	431	94,92	7,522	7,09	647
Среднее по группе	240	42,87	85,18	350,8	531,77	48,03	6,12	548,7
II Опытная (ОР + ДАФС-25)	31–60	14,0	7,72	259	22,59	1,706	3,01	226
	61–90	22,5	8,50	274	43,69	3,421	5,09	407
	91–120	32,7	10,81	363	55,07	5,999	5,17	608
	120–150	44,4	12,22	425	61,62	7,872	4,72	652
	151–180	57,1	12,06	359	71,45	7,754	5,92	616
	181–210	71,5	13,99	477	88,90	7,111	6,25	492
	211–240	85,0	13,68	466	94,47	7,402	7,03	540
Среднее по группе	240	52,85	12,67	386,5	532,54	47,795	5,51	503,3
III опытная ОР + ДАФС-25 + CuSO ₄ + «ЙОДДАР»	31–60	13,7	7,81	258	23,02	1,703	2,80	210
	61–90	22,0	8,72	291	44,88	3,419	5,29	402
	91–120	34,3	12,04	389	54,37	6,106	4,62	609
	120–150	47,5	13,01	412	61,22	8,229	4,74	638
	151–180	62,8	15,21	502	73,64	7,532	4,76	555
	181–210	77,4	13,99	477	88,69	6,555	6,36	425
	211–240	91,4	14,12	499	93,43	7,407	6,26	491
Среднее по группе	240	56,88	12,70	423,6	533,16	48,007	5,03	467,2

Среднесуточный привес за опытный период по II группе был на 10,4 % больше, чем в контрольной, а кормов на 1 кг привеса израсходовано на 0,61 кг кормовых единиц меньше. Очевидно, недостаток меди и йода в рационах животных второй группы сказался на их привесах, что не могло не отразиться на процессах гемопоэза, а также окислительно-восстановительных и ферментативных процессах, протекающих в организме растущих свиней [1]. В наших опытах на растущих свиньях установлено, что увеличение привесов животных II и III опытных групп в сравнении с контрольными происходило, в основном, за счёт лучшего использования питательных веществ рациона.

Полученные экспериментальные данные однозначно свидетельствуют о том, что при правильном выборе дополнительно применяемых микроэлементов в рационах у свиней, который предопределяется физиологической ролью микроэлементов, данными балансовых опытов и биогеохимической ситуацией района проведения экспериментов, значительно повышается переваримость и усвояемость кормов. Это служит теоретическим подтверждением правильности избранной нами методологии экспериментов – физиолого-биогеохимической парадигмы – определения необходимости применения тех или иных микроэлементов в конкретных регионах для коррекции процессов обмена с целью улучшения физиологического состояния животных и получения дополнительной животноводческой продукции.

Подопытные свиньи II группы и, в особенности, III группы в 9-месячном возрасте имели более крупные и хорошо развитые важнейшие внутренние органы в сравнении с животными контрольной группы (табл. 4), что объясняется более интенсивным метаболизмом и ростом этих животных в результате подкормки селеном (II гр.) и селеном, йодом и медью (III гр.), что, в свою очередь, сопровождается более интенсивными биохимическими и физиологическими процессами, а также более интенсивным уровнем функций внутренних органов у свиней из опытных групп.

Таблица 4

Влияние ДАФС-25, ЙОДДАР и CuSO₄ на морфологическую характеристику свиней в 9-месячном возрасте

Наименование	Группы			Средняя масса органа (кг)		
	I Контрольная	II Опытная	III Опытная	I гр.	II гр.	III гр.
Количество свиней (n)	8	8	8	–	–	–
Предубойная масса (кг)	91,01	98,02	107,09	–	–	–
Убойная масса (кг)	64,1	68,3	78,1	–	–	–
Убойный выход (%)	71,2	72,6	72,4	–	–	–
Масса органа (%) к живому весу						
Печень	1,69	1,83	1,79	1,572	1,721	1,916
Лёгкие	0,72	0,83	0,88	0,681	0,806	0,955
Сердце	0,29	0,32	0,31	0,281	0,304	0,401
Почки	0,32	0,34	0,33	0,245	0,358	0,305
Селезёнка	0,21	0,19	0,15	0,145	0,159	0,207
Внутренний жир	0,81	2,03	2,04	1,644	1,932	2,214

Выясненные нами в период эксперимента клинические параметры: температура (39,3–39,6°), пульс (70–85) и дыхание (22–27) у свиней контрольной и опытной групп находились в пределах физиологической нормы для данного вида и возраста животных. В связи с возрастом животных отмечалось закономерное снижение частоты пульса и дыхания к концу опыта. Более высокий ритм этих физиологических показателей отмечен у свиней контрольной группы, что, видимо, связано с компенсаторной деятельностью несколько хуже развитых у них внутренних органов в связи с сочетанием гипозементозов селена, йода и меди, в частности, лёгких и сердца, по сравнению с развитием их аналогов у свиней II и, особенно, III группы (табл. 4).

Таблица 5

Аминокислотная характеристика мышц свиней (в мг/100 г ткани мышц спины)

Название аминокислот	Контроль (ОР)	I опытная группа (ОР + ДАФС-25)	II опытная группа (ОР + ДАФС-25 + CuSO ₄ + «ЙОДДАР»)
Незаменимые аминокислоты			
Валин	981 ± 21,7	1119 ± 15,7	1198 ± 20,4
Изолейцин	1002 ± 18,5	1057 ± 18,2	1085 ± 21,7
Лейцин	1309 ± 30,1	1464 ± 17,1	1376 ± 30,4
Лизин	1605 ± 29,8	1696 ± 19,9	1704 ± 27,8
Метионин	510 ± 15,4	617 ± 7,7	631 ± 10,4
Треонин	1009 ± 16,5	1138 ± 28,4	1158 ± 22,6
Триптофан	233 ± 10,2	253 ± 16,3	271 ± 8,8
Фенилаланин	808 ± 12,9	809 ± 10,1	822 ± 10,7
Сумма	7457 ± 19,9	8153 ± 16,7	8245 ± 23,7
Заменимые аминокислоты			
Аланин	1101 ± 18,3	1109 ± 17,4	1127 ± 15,5
Аргинин	1058 ± 17,2	1077 ± 16,2	1107 ± 13,1
Аспарагин	1592 ± 14,8	1598 ± 15,1	1611 ± 15,2
Гистидин	757 ± 11,2	808 ± 11,9	820 ± 7,9
Глицин	815 ± 11,6	825 ± 10,5	832 ± 10,5
Глутамин	3152 ± 23,2	3164 ± 22,7	3207 ± 31,9
Оксипролин	47 ± 3,5	50 ± 2,8	45 ± 1,4
Пролин	498 ± 8,9	491 ± 10,4	511 ± 12,2
Серин	668 ± 8,5	675 ± 9,8	689 ± 11,5
Тирозин	666 ± 14,3	670 ± 11,1	686 ± 10,0
Цистин	242 ± 12,3	250 ± 9,9	262 ± 12,2
Сумма	10595 ± 16,9	10720 ± 20,1	10897 ± 27,0
Общее количество аминокислот	18052 ± 26,3	18873 ± 17,2	19142 ± 19,5

Зная, что ветеринарно-санитарная ценность мяса животных определяется, прежде всего, составом аминокислот, мы исследовали аминокислотную картину длинной мышцы спины свиней (табл. 5) опытных и контрольной групп свиней.

Суммарно аминокислотный пул мышц свиней опытных групп превосходил контроль ($P < 0,05$). При этом количество заменимых аминокислот у опытных и контрольных свиней было выше суммы незаменимых. Учитывая, что количество аминокислот в опыте было выше контрольных показателей, можно считать, что мясо опытных свиней было более полноценным.

Заключение

Вышеприведенные данные позволяют нам утверждать, что длительное скормливание растущим свиньям ДАФС-25 в дозе 0,2 мг/кг (II гр.), ДАФС-25 (0,2 мг/кг) + «ЙОДДАР» в дозе 0,2 мг йода на голову и CuSO₄ в дозе 0,5 мг/кг на массу тела в течение месяца с месячным перерывом положительно влияет на рост и развитие животных, не оказывая отрицательного воздействия на основные физиологические функции организма (дыхание, пищеварение, кроветворение, рост и развитие). Наиболее лучшие физиологические показатели наблюдались в третьей опытной группе (ДАФС-25 + CuSO₄ + «ЙОДДАР»), где коррекция обменных процессов осуществлялась комплексно за счет селена, йода и меди. При этом не вызывает сомнения экономическая эффективность применения микроэлементных добавок, выбранных нами, ибо стоимость суточной дозы препаратов была очень низкой, а хозяйственные показатели, в первую очередь, массы тела, качество мяса были в опытных группах достаточно высокими относительно аналогичных контрольных результатов ($P < 0,05$).

Список литературы

1. **Воробьев Д. В.** Профилактика и коррекция гематологических показателей свиней препаратами селена, йода и меди в условиях их дефицита в среде / Д. В. Воробьев, В. И. Воробьев // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 105–110.
2. **Воробьев Д. В.** Физиологическая характеристика метаболизма Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Se, J и его коррекция у свиней в онтогенезе в биогеохимических условиях Нижней Волги / Д. В. Воробьев. – СПб. : Лань, 2010. – 141с.

References

1. **Vorob'ev D. V.** Profilaktika i korekcija gematologicheskikh pokazatelej svinej preparatami selena, joda i medi v uslovijah ih deficita v srede / D. V. Vorob'ev, V. I. Vorob'ev // Estestvennyye nauki. – 2011. – № 1 (34). – S. 105–110.
2. **Vorob'ev D. V.** Fiziologicheskaja harakteristika metabolizma Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Se, J i ego korekcija u svinej v ontogeneze v biogeohimicheskikh uslovijah Nizhnej Volgi / D.V. Vorob'ev. – SPb. : Lan', 2010. – 141c.

УДК 37.062.3

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИИ
СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ПРОФИЛЯ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

Галина Михайловна Коновалова¹, доктор биологических наук, профессор
Галина Александровна Севрюкова², кандидат биологических наук

Сочинский государственный университет туризма и курортного дела¹
354000, г. Сочи, ул. Советская, 26А,
тел. (8622) 64-85-03, e-mail: kon-rgsu@rambler.ru
Волгоградский государственный технический университет²
400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 28,
тел. (8442) 23-44-20, e-mail: gasevrykova@mail.ru

Работа посвящена определению физиологических критериев, позволяющих прогнозировать неблагоприятное течение адаптации организма студентов к условиям обучения в медицинском вузе. В работе с помощью дискриминантного анализа получены канонические уравнения, которые позволяют оценивать уровень адаптации (удовлетворительный – неудовлетворительный) и выявлять группы риска.

Ключевые слова: адаптация организма студентов медицинского вуза, построение канонических функций прогноза адаптации на основе дискриминантного анализа, здоровье студентов, группы риска.

**DIFFERENTIATED APPROACH IN THE ASSESSMENT
OF STUDENTS' ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF STUDY
AT THE UNIVERSITY**

Konovailova Galina M.¹, Doctor of Science (Biology), Professor,
Sevryukova Galina A.², Candidate of Science (Biology)

Sochi State University for Tourism and Recreation¹
354000, Sochi, Sovetskaya st., 26A,
ph. (8622) 64-85-03, e-mail: kon-rgsu@rambler.ru
Volgograd State Technical University²
400131, Volgograd, Lenin av., 28,
ph. (8442) 23-44-20, e-mail: gasevrykova@mail.ru

The work is devoted to defining the physiological criteria which allow preventing unfavorable process of adaptation the organism to the conditions of of study at the medical university. In the work,

using discriminant analysis, the canonical equations, which allow to assess the level of adaptation (satisfactory - unsatisfactory) and to identify the group at risk.

Key words: *adaptation of the organism student's medical university, the construction of the canonical functions prediction-based adaptation of discriminate analysis, the health of students at risk.*

Главной концептуальной установкой современной образовательной политики является соединение серьезных фундаментальных знаний, широкой профессиональной подготовки с высоким уровнем общей культуры студентов. Модернизация высшего образования на основе гуманистического подхода, направленного на развитие личности обучающегося, и компетентностного, ориентированного на практику, предполагает внедрение новых форм и методов преподавания, современных технических средств информатизации с целью повышения его качества и эффективности [9]. Вместе с этим в последние годы отмечается ухудшение показателей здоровья молодежи, в том числе студентов. Это происходит на фоне увеличения требований к уровню подготовки специалистов, усилению интенсификации учебного процесса.

Влияние чрезмерных учебных и сенсорных, психоэмоциональных и статических нагрузок, нарушение сна, питания, снижение двигательной активности способствуют функциональным нарушениям без системы мониторинга и своевременной профилактической коррекции. Вышеперечисленные неблагоприятные факторы являются причиной развития различных форм хронических заболеваний [1; 6; 11]. Увеличение заболеваемости студентов отмечали многие авторы, занимавшиеся исследованием здоровья студенческого контингента [5; 13]. Нельзя оставить без внимания и тот факт, что поступление в высшее учебное заведение совпадает с периодом перехода от юношеского возраста к началу взрослого этапа жизнедеятельности: осуществляется переход к самостоятельной активной деятельности, характерной для взрослого человека.

На фоне всех преобразований адаптация к условиям обучения в высшей школе представляет собой сложный многоуровневый социально-психофизиологический процесс. От того, как будет проходить процесс адаптации, особенно на первых курсах обучения (будет ли он сопровождаться значительным напряжением компенсаторно-приспособительных систем, или они будут совершенствоваться), зависит здоровье студентов на будущие годы, а значит, успешность обучения в вузе и дальнейшая трудовая деятельность. Несомненна теоретическая и практическая трудоемкость системы получения высшего медицинского образования, и доказательством этого является то, что вся система высшего образования переходит на двухступенчатую систему обучения (бакалавриат, магистратура), тогда как медицинские вузы остаются ориентированы на «специалитет».

На сегодняшний день нет однозначного ответа на вопросы о закономерностях и механизмах формирования адаптации к условиям обучения в высшей школе, нет единства взглядов на структуру адаптации, имеет место разнообразие фактов в объяснении механизмов формирования адаптационных процессов организма студентов. Следовательно, необходим комплексный подход к проблеме адаптации учащейся молодежи, механизмам ее формирования и развития.

На основе различных подходов к определению текущего состояния адаптации по физиологическим показателям [2; 8], личностным характеристикам [3], психофизиологическим параметрам [12] адаптацию можно представить в виде иерархической функциональной структуры (рис. 1), состоящей из подсистем, компонентов и измеряемых элементов. Среди отечественных моделей адаптации особо следует выделить модели А.В. Коробкова (1978), А.А. Виру (1981), раскрывающих содержание ключевых соподчинений функций в процессе адаптации. Н.А. Агаджанян (1981), Ф.З. Меерсон (1981) в своих моделях связывали протекание адаптационных процессов с влиянием факторов окружающей среды. В своих работах М.П. Мирошников, Ф.Б. Березин с соавторами (1974) сопоставляли психическое здоровье и адаптацию студентов к условиям обучения в вузе.



Рис. 1. Иерархическая функциональная структура адаптации

В предлагаемой работе используется комплексный подход к проблеме адаптации учащейся молодежи на основе подходов, реализованных в отечественных моделях адаптации. Нами были выделены компоненты и элементы физиологической, психофизиологической и психической подсистем, влияющих на становление и формирование адаптации организма студентов медицинского профиля к условиям обучения в вузе. С одной стороны, организм студентов приспосабливается к условиям внешней среды с одновременной адаптацией к деятельности, особенно к профессиональной и социальной. С другой – включение в адаптационный процесс психологических механизмов обеспечивает поиск оптимальной стратегии адаптации, которая проявляется в различных формах поведения [7]. Таким образом, формируемая адаптация учащейся молодежи базируется на сопоставлении физиологических, психофизиологических и психологических возможностей. Используемый в работе комплексный подход позволил проанализировать особенности исходной информации (первичные данные), на основе которых получено решающее правило (прогноз), позволяющее отнести объект по имеющимся признакам к одной из нескольких групп некоторым оптимальным способом. Для решения подобных задач успешно используется метод дискриминантного анализа.

Построение «прогноза» включает в себя определенные цели: получение необходимой эмпирической информации, её обработка, анализ, выбор метода прогнозирования, определение перспектив и вероятности реализации прогноза [4]. Следовательно, для получения надежного прогноза адаптации студентов нами были отобраны предикторы (показатели), которые не только описывают физическое развитие, функциональное состояние кардиореспираторной системы, кровообращения, гомеостаз внутренней среды, но и отражают адаптационные возможности на фоне различных воздействий факторов внешней среды (экологического, социального, образовательного).

В процессе дискриминантного анализа были получены 2 функции, о состоятельности которых свидетельствует статистическая значимость ($p \leq 0,001$) и значение Хи-квадрата (I функция – 184,4; II функция – 70,8; табл. 1). Чем больше значение Хи-квадрата, тем сильнее дискриминантная функция различает группы [10]. Первая дискриминантная функция распознает принадлежность объекта к одному из 3 типов адаптации («удовлетворительная адаптация», «напряжение адаптации», «неудовлетворительная адаптация и срыв») на уровне кумулятивной дисперсии 86,6 % по сравнению со второй, которая дополняет распознавание в 13,4 %.

Таблица 1

Собственные значения канонической дискриминантной функции

у (х)	Собственное значение	Объяснённая дисперсия, %	Кумулятивный %	Каноническая корреляция	Хи квадрат	р
I	124,962 ^a	86,6	86,6	0,996	184,437	0,001
II	19,337 ^a	13,4	100,0	0,975	70,792	0,001

Для каждого показателя были вычислены коэффициенты, что позволило составить классификационные функции (решающие правила; табл. 2). При этом точность диагностики студентов первой группы («удовлетворительная адаптация») составляет 91,7 %; второй («напряжение адаптации») – 88,8 % и третьей («неудовлетворительная адаптация и срыв адаптации») – 85,7 % (табл. 3, рис. 2).

Таблица 2

Коэффициенты канонической дискриминантной функции

Предикторы	I функция	II функция
X ₄ – пиковая объемная скорость выдоха (л/с)	0,152	0,011
X ₆ – МОС после выдоха 50 % ФЖЕЛ (л/с)	-0,201	-0,039
X ₇ – МОС после выдоха 75 % ФЖЕЛ (л/с)	-0,002	-0,066
X ₈ – СОС в интервале 25–75 % ФЖЕЛ (л/с)	0,123	0,083
X ₉ – ИТ = ОФВ ₁ /ФЖЕЛ	-0,065	0,051
X ₁₁ – мода R-R интервалов (с)	25,060	-5,449
X ₁₃ – коэффициент монотонности (у.е.)	0,001	0,026
X ₁₆ – ВПР = 1 / Мо * ΔХ	1,119	-1,659
X ₁₉ – минутный объем кровообращения (л/мин)	2,435	1,213
X ₂₀ – коэффициент резерва (%) КР = МОК/ДМОК	-0,041	-0,030
X ₂₁ – ударный индекс (мл/с)	0,223	-0,005
X ₂₂ – сердечный индекс (мл/с)	-3,403	0,758
X ₂₄ – расход энергии на перемещение 1 л крови (Вт/л)	4,074	-1,266
X ₂₅ – ОПСС (у.е.)	0,002	0,009
X ₂₆ – УПСС (мм рт.ст. * мин ² / л)	-0,043	-0,176
X ₂₇ – Индекс компенсаторных возможностей ИКВ = УПСС / РПСС (%)	-0,332	0,063
X ₂₈ – артериальное систолическое давление (мм рт. ст.)	-0,334	0,092
X ₂₉ – артериальное диастолическое давление (мм рт. ст.)	0,242	-128
X ₃₁ – хронотропный резерв (%) по данным PWC ₁₇₀	0,265	0,065
X ₃₂ – инотропный резерв (%) по данным PWC ₁₇₀	0,102	0,132
X ₃₃ – коэффициент расходования (у.е.) по данным PWC ₁₇₀	-7,087	-2,686
X ₃₄ – индекс энергетических затрат (у.е.) по данным PWC ₁₇₀	7,158	1,427
X ₃₅ – суммарная работа (у.е.) по данным PWC ₁₇₀	0,012	-0,001
X ₃₈ – LF (абсл. значение)	-0,005	-0,003
X ₄₀ – HF (%)	0,005	0,084
X ₄₃ – TP (абсл. значение)	-0,001	0,0003
X ₄₅ – критерий бета = (Pt + Sc) / (Hs + D) по данным MMPI	0,0021	0,0003
X ₄₈ – коэффициент работоспособности (тест Крепелина)	-0,004	0,0001
(Константа)	-107,944	-12,085

Таблица 3

Точность классификации результатов дискриминантного анализа

Исходные группы	Предсказанная принадлежность к группе			Итого
	I	II	III	
% I	91,7	8,3	0,0	100,0
II	1,5	88,8	9,7	100,0
III	0,0	14,3	85,7	100,0
Несгруппированные наблюдения	66,7	33,3	0,0	100,0

Используя метод сигмальных отклонений, мы получили пределы, позволяющие оценить исход компенсаторно-приспособительных реакций организма студентов к условиям обучения в вузе (рис. 3).

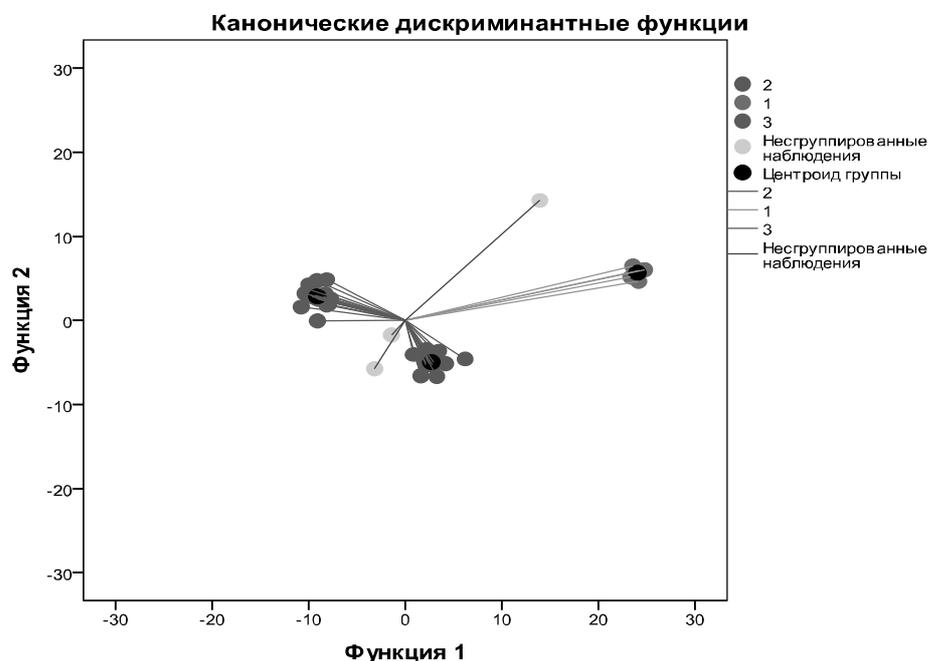


Рис. 2. Средние значения канонических переменных, полученных для классификационных групп в зависимости от текущего состояния адаптации

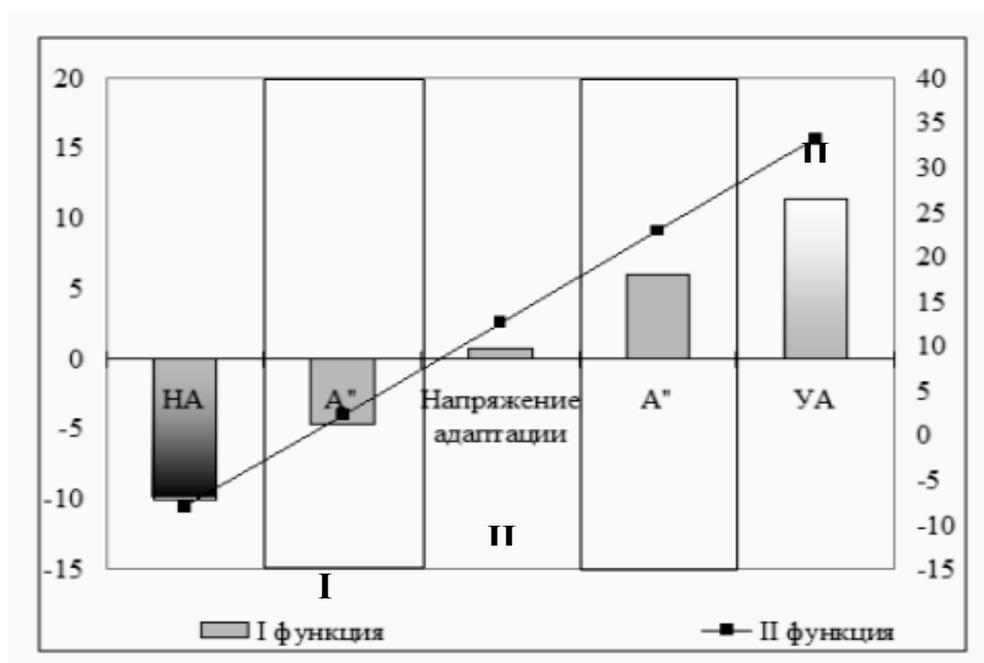


Рис. 3. Переходные состояния адаптации организма студентов в ходе освоения профессиональной программы в вузе (УА – удовлетворительная адаптация, НА – неудовлетворительная адаптация)

Секторы II–III – компенсаторно-приспособительное напряжение функционального состояния. При этом А” во II секторе – напряжение адаптации с благоприятным прогнозом перехода в удовлетворительную адаптацию, А” в III секторе – напряжение адаптации с неблагоприятным прогнозом перехода к неудовлетворительной адаптации и срыву адаптации. Напряжение компенсаторных возможностей происходит за счет использования резервных возможностей, снижение которых приводит к истощению адаптационных механизмов на следующих этапах адаптации.

Полученные дискриминантные функции могут быть использованы в практической деятельности врачебного контроля для проведения мониторинга функционального состояния организма студентов на разных этапах обучения в вузе. Это позволит выявлять скрытые функциональные нарушения, которые можно отнести к группам риска (на рис. 3 это А” в III секторе и НА – в IV секторе). Следует также отметить, что классификация и соотнесение «объекта» к одной из 3 групп в зависимости от текущего состояния адаптации, с одной стороны, дает возможность реализовать индивидуальный подход к изучению механизмов адаптационных перестроек организма студентов под влиянием условий и факторов образовательной среды. При этом адаптация понимается как процесс выработки оптимального режима целенаправленного функционирования личности, т.е. приведение её в конкретных условиях в такое состояние, когда вся энергия, все физические и духовные силы направлены и расходуется на выполнение её основных задач, в данном случае – на обучение. С другой стороны, это позволяет проводить коррекционные мероприятия восстановительной и рекреационной направленности с учетом функционального состояния организма и текущего уровня адаптации.

Таким образом, через отслеживание состояния здоровья студентов в ходе освоения профессиональной программы обучения (мониторинг функционального состояния, определение текущего состояния адаптации и возможной направленности её развития) мы, наряду с изучением законов физиологической адаптации, реализуем гуманистический подход, который предполагает обеспечение условий профессиональной деятельности, необходимой для полного и всестороннего развития личности и творческого потенциала.

Список литературы

1. **Агаджанян Н. А.** Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса / Н. А. Агаджанян, Т. Ш. Миннибаев, А. Е. Северин и др. // Гигиена и санитария. – 2005. – № 3. – С. 48–52.
2. **Баевский Р. М.** Оценка и классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации / Р. М. Баевский // Вестник АМН СССР. – 1989. – № 8. – С. 73–78.
3. **Березин Ф. Б.** Психическая и психофизиологическая адаптация человека / Ф. Б. Березин. – Л. : Наука, 1988. – 270 с.
4. **Берстнева О. Г.** Построение моделей адаптации студентов к обучению в вузе / О. Г. Берстнева, К. А. Шаропин // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – № 5. – С. 131–135.
5. **Горелов А. А.** Анализ показателей здоровья студентов специальной медицинской группы / А. А. Горелов, О. Г. Румба, В. Л. Кондаков // Научные проблемы гуманитарных исследований : науч.-теор. журнал. – 2008. – Вып. 6. – С. 28–33.
6. **Казин Э. М.** Основы индивидуального здоровья человека / Э. М. Казин, Н. Г. Блинов, Н. А. Литвинова. – М. : ВЛАДОС, 2000. – 192 с.
7. **Медведев В. И.** Взаимодействие физиологических и психических механизмов в процессе адаптации / В. И. Медведев // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, № 4. – С. 7–13.
8. **Меерсон Ф. З.** О «цене» адаптации / Ф. З. Меерсон // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1986. – № 3. – С. 9–19.
9. **Найденова З. Г.** Гуманизация как системообразующий фактор создания и развития инновационной региональной системы образования / З. Г. Найденова // Известия Южного федерального университета. – 2009. – № 5. – С. 54–60.
10. **Наследов А. Д.** SPSS 15: профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов. – СПб. : Питер, 2008. – 416 с.
11. **Севрюкова Г. А.** Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения / Г. А. Севрюкова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 72–74.
12. **Тарасова О. Л.** Особенности психофизиологической адаптации к учебной деятельности у подростков с различным типом вегетативной регуляции : автореф. дис. ... канд. мед. наук / О. Л. Тарасова. – Томск, 1998. – 24 с.

13. **Шаханова А. В.** Физиологический мониторинг за состоянием здоровья и физической подготовленностью студентов 1–3 курсов / А. В. Шаханова, Г. Р. Георгиладзе, Н. А. Пальникова // Валеология. – 2001. – № 3. – С. 51–54.

References

1. **Agadzhanjan N. A.** Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса / N. A. Agadzhanjan, T. Sh. Minnibaev, A. E. Severin i dr. // Gigiena i sanitarija. – 2005. – № 3. – С. 48–52.
2. **Baevskij R. M.** Оценка и классификация уровня здоровья с точки зрения теории адаптации / R. M. Baevskij // Vestnik AMN SSSR. – 1989. – № 8. – С. 73–78.
3. **Berezin F. B.** Психическая и психофизиологическая адаптация человека / F. B. Berezin. – L. : Nauka, 1988. – 270 s.
4. **Berstneva O. G.** Построение моделей адаптации студентов к обучению в вузе / O. G. Berstneva, K. A. Sharopin // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. – 2004. – № 5. – С. 131–135.
5. **Gorelov A. A.** Анализ показателей здоровья студентов специальной медицинской группы / A. A. Gorelov, O. G. Rumba, V. L. Kondakov // Nauchnye problemy gumanitarnyh issledovanij : nauch.-teor. zhurnal. – 2008. – Вып. 6. – С. 28–33.
6. **Kazin Je. M.** Основы индивидуального здоровья человека / Je. M. Kazin, N. G. Blinov, N. A. Litvinova. – M. : VLADOS, 2000. – 192 s.
7. **Medvedev V. I.** Взаимодействие физиологических и психических механизмов в процессе адаптации / V. I. Medvedev // Fiziologija cheloveka. – 1998. – Т. 24, № 4. – С. 7–13.
8. **Meerson F. Z.** О «сене» адаптации / F. Z. Meerson // Patologicheskaja fiziologija i jeksperimental'naja terapija. – 1986. – № 3. – С. 9–19.
9. **Najdenova Z. G.** Гуманизация как системообразующий фактор создания и развития инновационной региональной системы образования / Z. G. Najdenova // Izvestija Juzhnogo federal'nogo universiteta. – 2009. – № 5. – С. 54–60.
10. **Nasledov A. D.** SPSS 15: professional'nyj statisticheskij analiz dannyh / A. D. Nasledov. – SPB. : Piter, 2008. – 416 s.
11. **Sevrjukova G. A.** Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения / G. A. Sevrjukova // Gigiena i sanitarija. – 2006. – № 1. – С. 72–74.
12. **Tarasova O. L.** Особенности психофизиологической адаптации к учебной деятельности у подростков с различным типом вегетативной регуляции : автореф. дис. ... канд. мед. наук / O. L. Tarasova. – Tomsk, 1998. – 24 s.
13. **Shahanova A. V.** Физиологический мониторинг за состоянием здоровья и физической подготовленности студентов 1–3 курсов / A. V. Shahanova, G. R. Georgiladze, N. A. Pal'nikova // Валеология. – 2001. – № 3. – С. 51–54.

УДК 612.014.46:612.4

СЕЗОННЫЕ И ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНДОКРИННЫХ И ИММУННЫХ ОРГАНОВ В УСЛОВИЯХ КАДМИЕВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Светлана Владимировна Котельникова¹, кандидат биологических наук, доцент
Давид Львович Теплый², профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой

Андрей Вячеславович Котельников¹, доктор биологических наук, профессор
Мария Вячеславовна Каргина¹, аспирант
Галина Анатольевна Шараева¹, аспирант

Астраханский государственный технический университет¹
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
тел. (8512) 61-42-92, e-mail: nisa@astu.org
Астраханский государственный университет²
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,
тел. (8512) 25-17-18

В четыре сезона года был смоделирован токсический стресс у крыс введением хлорида кадмия в дозе 2 мг на 100 г массы тела. Реакция животных на интоксикацию зависела от пола животных и сезона года. Показано, что у животных обоих полов в «стабильные» сезоны года (летом и зимой) реакция на токсический стресс более выражена, чем в переходные (весной и

осенью). При этом интоксикация в холодный сезон приводит к наиболее выраженным изменениям у самцов, в то время как теплый период оказался более неблагоприятным для самок.

Ключевые слова: сезоны года, токсический стресс, надпочечники, щитовидная железа, тимус, селезенка.

THE SEASONAL AND SEXUAL FEATURES OF GRAVIMETRIC PARAMETERS OF ENDOCRINE AND IMMUNE ORGANS IN CONDITIONS OF CADMIUM INTOXICATIONS

Kotelnikova Svetlana V.¹, Candidate of Science (Biology), Associate Professor
Tepliy David L.², Professor, Doctor of Science (Biology), the head of department
Kotelnikov Andrey V.¹, Doctor of Science (Biology), Professor
Kargina Maria V.¹, Post-graduate Student
Sharaeva Galina A.¹, Post-graduate Student

*Astrakhan State Technical University*¹
414056, Astrakhan, Tatisheva st., 16,
ph. (8512) 61-42-92, e-mail: nisa@astu.org
*Astrakhan State University*²
414056, Astrakhan, Tatisheva st., 20a,
ph. (8512) 25-17-18

During four seasons of year have been simulated toxic stress at rats by introduction of cadmium's chloride in a doze of 2 mg on 100 g of a body's weights. Reaction of animals to an intoxication depend on a sex of animals and a season of year. It was shown, that at animals both of sex during «stable» seasons of year (summer and winter) reaction to toxic stress is more expressed, than in transitive (spring and autumn). Thus the intoxication during a cold season leads to the most expressed changes at the males while the warm period has appeared more adverse for the females.

Keywords: seasons of year, toxic stress, adrenal glands, thyroid gland, thymus, spleen.

Основу стресса, по Селье, составляет общий неспецифический адаптационный синдром, характеризующийся активацией системы гипоталамус – передняя доля гипофиза – кора надпочечников. Под влиянием гормонов гипофиза и надпочечников формируются классические проявления стресса: гипертрофия надпочечников, инволюция вилочковой и лимфатических желез, а также язвенные поражения слизистой оболочки желудка. В реакцию стресса также вовлекается гипофизарно-тиреоидная система [7], активируются половые гормоны [2].

В реализации стресс-реакции участвуют многие гормоны: глюкокортикоиды, СТГ, пролактин, катехоламины, вазопрессин, окситоцин, тироидные гормоны и др. Имеются пока немногочисленные данные, показывающие, что в стрессорных ситуациях концентрация некоторых из этих гормонов в крови повышается дифференцированно по полу. Так, концентрация глюкокортикоидов, вазопрессина и окситоцина в стрессорных условиях возрастает в крови самок сильнее, чем у самцов [4]. Кроме того, содержание некоторых гормонов адаптации в крови дифференцировано по полу и вне стресса. Так, уровень глюкокортикоидов и тироксина в крови у самок крыс и морских свинок в состоянии физиологического покоя на 30–35 % выше, чем у самцов [4].

Гормональный и энергетический баланс организма не остается постоянным в течение года. Так, усиленная выработка серотонина весной в связи с увеличением длины светового дня [8] приводит к увеличению аэробной фракции лактатдегидрогеназы в мышцах и повышению динамической работоспособности крыс [3]. Очевидно, что и проявление реакции на стресс также может быть подвержено влиянию годовых ритмов функциональных систем, которые неодинаковы у самцов и самок.

Целью настоящего исследования было проведение гравиметрического анализа периферических эндокринных и иммунных органов в условиях токсического стресса у животных разного пола в разные сезоны года.

Материал и методы. Исследования выполнены на 104 половозрелых белых беспородных крысах обоих полов в возрасте 6 месяцев. При проведении экспериментов животных каждого пола делили на 2 группы, контрольную и опытную.

Для проведения экспериментов были выбраны 4 контрастных сезона: зима (январь), весна (апрель), лето (июль) и осень (октябрь). Зима и лето – соответственно холодный и теплый «стабильные» периоды года, весна и осень – «переходные» сезоны от холодного к теплomu и в обратном порядке соответственно.

Токсический стресс моделировали введением PbCl_2 с помощью зонда хлорида кадмия в дозе 2 мг/100 г массы тела ежедневно в течение 15 дней. Общая доза составила 30 мг/100 г массы тела, что составляет 1/3 от LD_{50} . Известно, что при введении солей кадмия через желудочно-кишечный тракт высасывается около 5 % от вводимой дозы [1]. Подобный тип токсического стресса можно характеризовать как полухронический, при этом ни одно животное не погибло до окончания эксперимента.

В ходе эксперимента контролировали динамику массы тела. По окончании введения кадмия крыс декапитировали под хлоралгидратным наркозом (25 мг/100 г массы тела, внутривенно), извлекали и взвешивали щитовидную железу (обе доли вместе), надпочечники (2 вместе), тимус и селезенку.

Индекс относительной массы органа рассчитывали, находя отношение массы органа в мг к массе животного на момент окончания эксперимента в граммах.

Полученные данные обработаны статистически с использованием критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение.

Изменение массы тела. Поскольку в эксперимент брались молодые животные, в контрольных группах крысы за 15 дней набирали массу тела, однако в каждый из изученных сезонов скорость набора массы различалась. У самцов наибольший прирост наблюдался в летний период, составляя 17 % от первоначальной массы (рис.). Затем в ряду лето – осень – зима – весна шло уменьшение скорости набора массы до 1,5 % в весенний период. У самок эта зависимость имела более сложный вид, со значительным падением скорости набора массы в «переходные» сезоны года (прибавка на 1 % осенью и на 2 % – весной). Летом они набирали массу в 2 раза быстрее (прибавка на 9 %), чем осенью (на 4,5 % от первоначальной массы тела).

Половые различия в наборе массы тела проявлялись в период наиболее интенсивного роста животных – летом, когда прибавка в массе самцов была почти в 2 раза больше, чем у самок ($p < 0,001$), и в осенний период, отличающийся все еще интенсивным ростом самцов и значительным замедлением роста самок ($p < 0,01$).

Введение соли кадмия приводит к замедлению, а в большинстве случаев – потере, массы тела. Интересно, что наиболее значительные потери наблюдаются в «стабильные» сезоны года, а именно – зимой и летом, когда животные обоих полов теряли от 13 до 15 % массы тела, набранной к началу эксперимента.

«Переходные» сезоны характеризовались в 2 раза меньшими потерями, за исключением самцов: в осенний период они набрали 5 % массы тела от исходной, несмотря на токсический стресс.

Введение токсического вещества способствовало значительному напряжению адаптационных систем и преобладанию процессов катаболизма в организме. Вместе с тем переход функционирования организма на иной энергетический уровень, происходящий в «переходные» периоды года, вероятно, сам по себе активизирует энергетические резервы, что может способствовать более «мягкому» проявлению стресса, вызываемого той же самой дозой токсиканта.

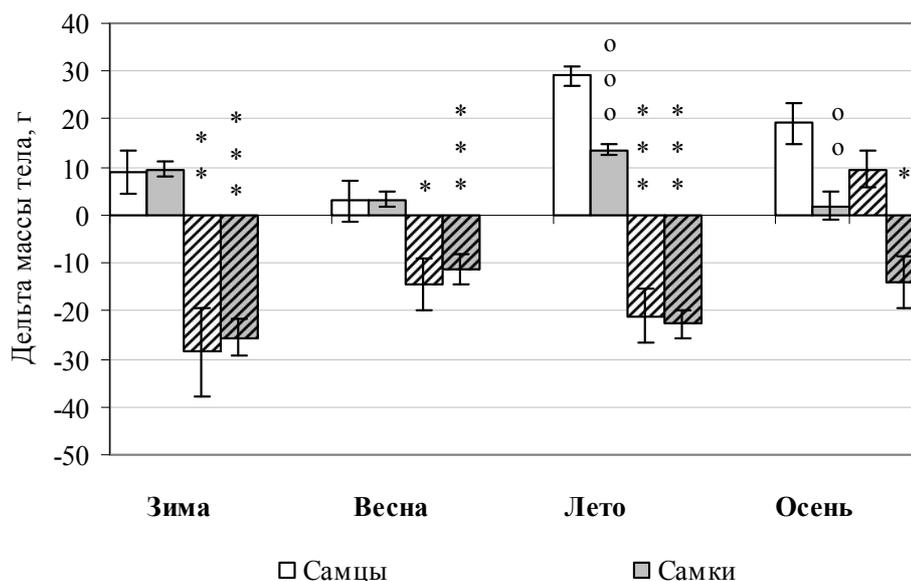


Рис. Изменение массы тела крыс в эксперименте по сезонам года (сплошным цветом – контроль, штриховка – кадмий):
 * – отличия по воздействию, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; ° – половые отличия, °° – $p < 0,01$, °°° – $p < 0,001$

Индекс щитовидной железы. Гормоны щитовидной железы участвуют в управлении метаболизмом и энергетическим балансом организма. Поскольку энергетические резервы, затрачиваемые на поддержание постоянной температуры тела теплокровным животным, различны в теплый и холодный периоды года, в относительной массе щитовидной железы присутствовали явно выраженные сезонные отличия.

Как у самцов, так и у самок, зимой и весной относительная масса щитовидной железы была более чем в 2 раза выше, чем летом и осенью (табл.). При этом у животных обоих полов наиболее низкие значения наблюдали в осенний период (0,12 мг у самцов и 0,15 мг у самок на г массы тела). К зиме относительная масса органа увеличивалась в 2,1 раза у самцов и в 2,7 раз – у самок ($p < 0,01$ для обоих полов). У самцов относительная масса щитовидной железы в весенний период продолжала увеличиваться, достигая своего максимального значения 0,56 мг/г массы тела, в то время как у самок она остается на уровне, достигнутом в зимний период (40 мг/г). Летом относительная масса железы уменьшается, превышая минимальные годовые значения на 42 % у самцов и на 7 % – у самок.

Масса щитовидной железы является следствием интенсивности ее функционирования. Учитывая эффект запаздывания структурных изменений по отношению к функциональным потребностям, можно предположить, что минимальные массы, характерные для осеннего периода, являются следствием благоприятного энергетического баланса в теплый летний период, в то время как весенние максимумы относительной массы – следствие гиперфункции щитовидной железы в зимний период. С точки зрения гормонального обеспечения процессов метаболизма, идущих в максимальном режиме, осенне-зимний сезон представляется более напряженным и, соответственно, чреватым срывами процессов адаптации.

Половых отличий в относительной массе щитовидной железы ни в один из изученных сезонов выявлено не было.

Таблица

**Относительные массы некоторых эндокринных желез
и селезенки (мг/ г массы тела)**

Сезон	Самцы		Самки	
	К	Cd	К	Cd
Щитовидная железа				
Зима	0,25 ± 0,036	0,32 ± 0,053	0,40 ± 0,053	0,20 ± 0,021**
Весна	0,56 ± 0,099	0,24 ± 0,047*	0,40 ± 0,045	0,29 ± 0,042
Лето	0,17 ± 0,024	0,13 ± 0,004	0,16 ± 0,014	0,16 ± 0,018
Осень	0,12 ± 0,014	0,13 ± 0,011	0,15 ± 0,018	0,15 ± 0,013
Надпочечники				
Зима	0,14 ± 0,006	0,26 ± 0,014***	0,22 ± 0,012 ^{ooo}	0,33 ± 0,063
Весна	0,12 ± 0,007	0,16 ± 0,010*	0,19 ± 0,012 ^{ooo}	0,21 ± 0,009
Лето	0,12 ± 0,008	0,20 ± 0,023**	0,19 ± 0,008 ^{ooo}	0,29 ± 0,033*
Осень	0,12 ± 0,013	0,14 ± 0,009	0,19 ± 0,009 ^{oo}	0,21 ± 0,014
Тимус				
Зима	1,32 ± 0,195	0,12 ± 0,007***	1,70 ± 0,138	0,46 ± 0,097***
Весна	0,84 ± 0,067	0,42 ± 0,027***	1,38 ± 0,070 ^{ooo}	0,60 ± 0,057***
Лето	1,13 ± 0,072	0,64 ± 0,136**	2,46 ± 0,247 ^{ooo}	0,91 ± 0,122***
Осень	0,59 ± 0,084	0,31 ± 0,031*	0,83 ± 0,051 ^o	0,67 ± 0,082
Селезенка				
Зима	3,76 ± 0,112	2,28 ± 0,242***	3,86 ± 0,400	3,25 ± 0,269
Весна	4,15 ± 0,287	3,43 ± 0,275	4,58 ± 0,231	3,67 ± 0,169**
Лето	3,89 ± 0,293	3,58 ± 0,462	5,55 ± 0,362 ^o	3,17 ± 0,218***
Осень	3,96 ± 0,359	3,47 ± 0,166	3,67 ± 0,260	4,40 ± 0,131*

Примечание: * – отличия по воздействию; * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; ° – половые отличия; ° – $p < 0,05$, °° – $p < 0,01$, °°° – $p < 0,001$.

У животных, получавших соль кадмия, в большинство изученных сезонов щитовидная железа сохраняла свои весовые пропорции. Исключение составляют весенний период у самцов, когда индекс железы кадмиевых крыс уменьшился на 57 % по сравнению с контрольными ($p < 0,05$), и зимний период у самок, характеризующийся снижением относительной массы щитовидной железы в 2 раза ($p < 0,01$). Такое уменьшение следует рассматривать скорее не как гипофункцию, а как следствие гиперфункции, приводящей к истощению органа. И у самцов, и у самок этот «срыв» наблюдается в сезон, к которому достигнуто максимальное значение относительной массы щитовидной железы в году, т.е. после максимально напряженной работы.

Индекс надпочечников. В отличие от щитовидной железы, в относительной массе надпочечников ни у самцов, ни у самок сезонных колебаний не выявлено (табл.). Во все изученные сезоны относительная масса самок превышала таковую у самцов в 1,6 раз ($p < 0,01$ – для осени, $p < 0,001$ – для остальных сезонов).

Токсический стресс приводил к увеличению относительной массы надпочечников у самцов, однако не во все изученные сезоны года. Наибольшего значения эта гипертрофия достигала в «стабильные» сезоны года (на 86 % – в зимний период, $p < 0,001$ и на 67 % – в летний, $p < 0,01$). Весной введение соли кадмия привело к увеличению индекса надпочечников самцов только на треть ($p < 0,05$), а в осенний период вообще не вызвало заметного изменения относительной массы органа.

У самок гипертрофия надпочечников под влиянием токсического стресса была выявлена только в один из сезонов – летний (увеличение на 53 %, $p < 0,05$). Очевидно, что исходный половой диморфизм в массе надпочечников дает самкам некоторое «преимущество» в остальные сезоны года, «гарантируя» гормональный ответ на воздействие стрессора.

Индекс тимуса. Тимус – продуцент Т-клеток лимфоидного ряда, ответственных за клеточный иммунитет и регуляцию серологического иммунитета, является также эндокринной железой. В нем образуются гормоны тимуса: тимозины и тимопоэтины, химические стимуляторы иммунных процессов [5].

Наибольшей величины индекс органа, как у самцов, так и у самок, достигал в «стабильные» сезоны года, причем у самок максимальные значения относительной массы тимуса были зафиксированы в летний период (2,46 мг/г массы тела), а у самцов – в зимний (1,32 мг/г массы тела; табл.). Несколько меньших величин массы тимуса достигали весной, а осенью у животных обоего пола индекс органа имел наименьшие значения (0,59 мг/г – у самцов и 0,83 мг/г – у самок). Тимус самок был больше, чем у самцов; наибольшие половые различия наблюдались в летний период (в 2,2 раза, $p < 0,001$). Напротив, зимой масса органа у животных обоих полов не отличались. Весной тимус самок был больше такового у самцов на 64 % ($p < 0,001$), осенью – на 41 % ($p < 0,05$).

Хлорид кадмия приводил к инволюции тимуса как у самцов, так и у самок крыс практически во все изученные сезоны. Исключение составляли самки в осенний период: снижение массы тимуса было недостоверным по отношению к контролю, однако в этот период индекс органа интактных животных и без того был самым низким за год. Наибольшему угнетению тимус подвергался в зимний период, достигая как у самцов, так и у самок наименьших значений (на 91 % и на 73 % соответственно, $p < 0,001$). Напротив, максимальную массу тимуса кадмиевые животные имели в летний период, несмотря на значительное уменьшение по сравнению с контролем (на 43 % – у самцов, $p < 0,01$ и на 63 % – у самок, $p < 0,001$).

«Переходные» сезоны, с их перестройкой функциональных систем, задействуют и иммунную систему, что выражается в снижении относительной массы тимуса контрольных животных. Однако «напряжение», создаваемое в организме при токсическом стрессе, выявляет принципиальную разницу в резервах иммунной системы и 2 внешне благополучных «стабильных» сезонах года. В зимний период эти резервы находятся в пессимуме, а в летний – в оптимуме.

Индекс селезенки. Селезенку как орган иммунной системы относят не только к органам-мишеням, но и к критическим органам по развитию иммунотоксического действия катионов кадмия. Это подтверждается результатами исследования функциональной активности лимфоцитов селезенки, выявленным полнокроем красной и белой пульпы при действии соли кадмия [6].

У самцов в относительной массе селезенки сезонных отличий не выявлено (табл.). У самок индекс органа возрастал в ряду осень – зима – весна – лето, достигая максимальных отличий между осенним и летним периодами (в 1,67 раз, $p < 0,01$). Именно летом, когда относительная масса селезенки была у самок наибольшей, возникали половые отличия (у самок индекс селезенки на 41 % больше, чем у самцов, $p < 0,05$).

Используемая доза кадмия оказалась недостаточной, чтобы оказать значимое влияние на относительную массу селезенки самцов в весенний, летний и осенний периоды, в то время как зимой относительная масса органа уменьшалась на 39 % по отношению к контролю ($p < 0,001$). У самок, напротив, только в зимний период не было выявлено токсического действия кадмия на индекс селезенки. Весной и летом в ответ на введение кадмия относительная масса органа у самок уменьшалась на 20 % ($p < 0,01$) и 43 % ($p < 0,001$) соответственно. В осенний период кадмий привел не к уменьшению, а, напротив, к возрастанию индекса селезенки самок крыс на 20 % по сравнению с контролем.

Заслуживает внимания тот факт, что в «стабильные» сезоны года реакция на токсический стресс более выражена, чем в переходные. При этом интоксикация в холодный сезон более выражена у самцов, а именно: у них наблюдается максимальная относительная масса надпочечников; минимальные относительные массы тимуса и селезенки; максимальная потеря массы в группе животных, подвергавшихся кормлению кадмием. Напротив, теплый период оказался более неблагоприятным для самок, скорость потери массы у них была больше, чем у самцов, увеличение надпочечников только в этот период достигло статистической значимости, значительно уменьшались тимус и селезенка.

Среди «переходных» сезонов особенно выделяется осень. Именно в этот период большинство индексов органов и желез контрольных животных имеет минимальную массу (за исключением селезенки самцов). Однако реакция на токсический стресс

была по многим показателям минимальной: у самцов снизилась только относительная масса тимуса, а у самок увеличился индекс селезенки. Очевидно, что низкий индекс контрольных животных – следствие полноты энергетических резервов организма, накопленных при подготовке к холодному периоду года.

Таким образом, реакция животных на токсический стресс зависит от пола животных и сезона года, а также имеет особенности в разных органах эндокринной и иммунной систем. Это имеет значение для определения нормативных значений токсических веществ, которые могут быть завышены, если эксперименты ставятся на животных одного пола и в «благоприятный» для изучаемой системы период года.

Список литературы

1. **Абдурахманов Г. М.** Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека / Г. М. Абдурахманов, И. В. Зайцев – М. : Наука, 2004. – 187 с.
2. **Анищенко Т. Г.** Половые проблемы стресса и адаптации / Т. Г. Анищенко // Успехи современной биологии. – 1991. – Т. 111, вып. 3. – С. 400–475.
3. **Виноградова И. А.** Возрастные изменения физической работоспособности и некоторых биохимических показателей мышц крыс под влиянием световых режимов и препаратов эпифиза / И. А. Виноградова, В. А. Илюха, А. С. Федорова и др. // Успехи геронтологии. – 2007. – Т. 20, № 1. – С. 66–73.
4. **Розен В. Б.** Половая дифференцировка функций печени // В. Б. Розен, Г. Д. Матарадзе, О. В. Смирнова, А. Н. Смирнова. – М. : Медицина, 1993. – 336 с.
5. **Сапин М. Р.** Новый взгляд на лимфатическую систему и ее место в защитных функциях организма / М. Р. Сапин // Морфология. – 1997. – № 5. – С. 84–87.
6. **Стежка В. А.** К механизму материальной кумуляции тяжелых металлов в организме белых крыс / В. А. Стежка, Е. Г. Лампека, Н. Н. Дмитруха // Гигиена труда. – 2001. – Вып. 32. – С. 219–230.
7. **Фурдуй Ф. И.** Физиологические механизмы стресса и адаптации при остром действии стресс-факторов / Ф. И. Фурдуй. – Кишинев, 1986. – 188 с.
8. **Aksoy A.** Seasonal variability in behavioral despair in female rats / A. Aksoy, D. Schulz, A. Yilmaz, R. Canbeyli // Int. J. Neurosci. – 2004. – Vol. 114. – P. 1513–1520.

References

1. **Abdurahmanov G. M.** Jekologicheskie osobennosti sodержaniya mikroelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka / G. M. Abdurahmanov, I. V. Zajcev – M. : Nauka, 2004. – 187 s.
2. **Aniwenko T. G.** Polovye problemy stressa i adaptacii / T. G. Aniwenko // Uspehi sovremennoj biologii. – 1991. – T. 111, vyp. 3. – S. 400–475.
3. **Vinogradova I. A.** Vozrastnye izmeneniya fizicheskoj rabotosposobnosti i nekoto-ryh bihimicheskikh pokazatelej myshec krys pod vlijaniem svetovyh rezhimov i preparatov jepifiza / I. A. Vinogradova, V. A. Iljuha, A. S. Fedorova i dr. // Uspehi gerontologii. – 2007. – T. 20, № 1. – S. 66–73.
4. **Rozen V. B.** Polovaja differencirovka funkcij pečeni // V. B. Rozen, G. D. Mataradze, O. V. Smirnova, A. N. Smirnova. – M. : Medicina, 1993. – 336 s.
5. **Sapin M. R.** Novyj vzgljad na limfatičeskiju sistemu i ee mesto v zavitnyh funkcijah organizma / M. R. Sapin // Morfologija. – 1997. – № 5. – S. 84–87.
6. **Stezhka V. A.** K mehanizmu material'noj kumuljácii tjazhelyh metallov v organizme belyh kryс / V. A. Stezhka, E. G. Lampeka, N. N. Dmitruha // Gigena truda. – 2001. – Vyp. 32. – S. 219–230.
7. **Furduj F. I.** Fiziologicheskie mehanizmy stressa i adaptacii pri ostrom dejstvii stress-faktorov / F. I. Furduj. – Kishinev, 1986. – 188 s.
8. **Aksoy A.** Seasonal variability in behavioral despair in female rats / A. Aksoy, D. Schulz, A. Yilmaz, R. Canbeyli // Int. J. Neurosci. – 2004. – Vol. 114. – P. 1513–1520.

УДК 619:616.07.612

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ НАРУШЕНИИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ СИНОВИАЛЬНЫХ СУМОК У КОРОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ВОСПАЛЕНИЕМ

Константин Александрович Надеин, кандидат ветеринарных наук, ветеринарный врач

Закрытое акционерное общество «Ириновское»
195112, г. Санкт-Петербург, Новочеркасский пр., д. 43/17,
тел. 89602542801, e-mail: nka1975@mail.ru

Произведено исследование периферического кровообращения и цитологическое исследование синовиальной жидкости при хроническом воспалении. Нарушения кровоснабжения выражаются в изменении магистрального типа артериального кровоснабжения на коллатеральный, усилении микроциркуляторных процессов в больном суставе, затруднении венозного оттока, а также снижении тонуса и эластичности артерий и сопровождаются увеличением количества и активности нейтрофилов, а также других клеточных элементов синовиальной жидкости.

Ключевые слова: бурсит, нейтрофилы, периферическое кровообращение, реовазография, синовиальная оболочка, синовиальная жидкость, тарсальный сустав, цитологическое исследование.

THE CYTOLOGICAL COMPOSITION OF THE SYNOVAL BAGS IN COWS WITH THE CHRONIC INFLAMMATION

Nadein Konstantin A., Candidate of Science (veterinary), veterinary doctor

Closed Joint-stock Company "Irinovskoe"
195112, Saint-Petersburg, Novocherkassky av., 43/17,
ph. 89602542801, e-mail: nka1975@mail.ru

Synovial liquids is made at a chronic inflammation. Blood supply infringements are expressed in change of the main type of arterial blood supply on collateral, strengthening microcirculatory processes in a sick joint, difficulty of venous outflow, and also decrease in a tone and elasticity of arteries and accompanied by an increase in the number and activity of neutrophils and other cellular elements of synovial.

Key words: bursitis, neutrophils, peripheral circulation, rheovasography, articulate cover, synovial, talocrural joint, cytology.

Наиболее часто в ветеринарной практике встречаются диффузные болезни соединительной ткани (оригинальное название – «коллагенозы»). Это группа заболеваний, характеризующаяся системным поражением соединительной ткани, в том числе волокон, содержащих коллаген. Выраженность основных клинических и морфологических проявлений коллагенозов при различных коллагеновых заболеваниях может широко варьировать. Все болезни этой группы характеризуются воспалением различных органов и тканей, прежде всего, соединительной ткани; развитием аутоиммунных и иммунокомплексных процессов; избыточным образованием фиброзной ткани. У крупного рогатого скота чаще поражаются синовиальные сумки голеностопного (тарсального) сустава [2; 6; 8].

Синовиальная оболочка содержит множество кровеносных и лимфатических сосудов, производит синовиальную жидкость (СЖ) и таким образом обеспечивает эластичность, питание и защиту сустава. В состав синовиальной жидкости входят все элементы, содержащиеся в сыворотке крови, и факторы, синтезируемые в синовии. Концентрация белков в СЖ зависит от кровотока в синовии, содержания протеинов в плазме крови, сосудистой проницаемости и лимфатического дренажа, а также их синтеза и потребления внутри сустава.

Воспалительный процесс в синовиальной оболочке характеризуется расширением и полнокровием венул, сужением артериол, повышением проницаемости капил-

ляров, лейкоцитарной инфильтрацией, отложением фибрина [3; 10]. При этом меняется и цитологический состав СЖ.

Одним из информативных методов исследования периферического кровообращения является реовазография. Она заключается в исследовании интенсивности периферического кровообращения, оценке состояния сосудистого тонуса, выраженности коллатерального кровообращения, оценке состояния венозной системы. Метод основан на зависимости токопроводимости тканей от степени их кровенаполнения и заключается в пропускании тока (10 мА) высокой частоты (20–40 кГц) через исследуемую область и графической регистрации комплексного электрического сопротивления, которое изменяется в зависимости от кровенаполнения ткани. Чем больший объем крови поступает в орган в момент сердечной систолы, тем меньше сопротивление переменному току генератора реографа и тем выше подъем волны [5; 7; 11; 12].

Цель – исследование цитологического состава синовиальной жидкости при нарушении периферического кровообращения тарсального сустава.

Материал и методы. Исследования проводили в условиях САОЗТ «Всеволожский». Животных подбирали по принципу аналогов. Они находились в равноценных условиях кормления и содержания.

Контрольной группой служили клинически здоровые животные чёрно-пёстрой породы в количестве 30 голов, подопытная группа – животные той же породы, больные бурситом тарсального сустава (30 голов). Длительность заболевания составляет 14–21 день.

Для регистрации и записи реовазограммы применяли приставку РГ-10-ТЛ и электрокардиограф.

Кожу животных очищали и обезжиривали спиртом, а на поверхность электрода, прилегающую к коже, накладывали салфетку, пропитанную 4%-ным раствором хлорида натрия. Исследования проводили одновременно в строго симметричных областях (10 см выше и ниже тарсального сустава) больных и клинически здоровых животных. Использовали прямоугольные электроды, изготовленные из меди с хлорсеребряным покрытием с шероховатой поверхностью (для снижения помех), которые накладывали на проксимальный и дистальный участки исследуемого отдела конечности (поперечная реовазография), т.е. электроды располагались на противоположных сторонах тарсального сустава на одном и том же уровне, что позволяло не только судить о степени кровенаполнения конечностей, но и определить скорость распространения пульсовой волны. Кожу на месте наложения электродов сбрасывали. Анализ реовазограммы включал качественную и количественную характеристику отдельной реографической волны. Качественная характеристика РВГ учитывает регулярность кривой, крутизну анакроты, характер вершины, форму катакроты, количество и выраженность дополнительных волн. Кривая считается регулярной, если каждая последующая волна похожа на предыдущую.

Синовиальную жидкость получали путём пункции тарсального сустава. Из полученной жидкости готовили мазки, которые фиксировали метанолом и окрашивали по Романовскому – Гимзе, а затем подсчитывали соотношение основных клеточных элементов.

Статистическая обработка всех полученных цифровых данных проводилась с использованием персонального компьютера по программе «Статистика-6». Подсчитывались следующие показатели: средняя арифметическая (М), среднее квадратичное отклонение (δ), средняя ошибка средней арифметической ($\pm m$), коэффициент достоверности показателя (t) и различий (t и p), коэффициент линейной корреляции ($\pm r$), ошибка и достоверность коэффициента корреляции.

Результаты и обсуждение. При качественной характеристике РВГ клинически здоровых животных отмечен магистральный тип артериального кровоснабжения, что свидетельствует о том, что кровоснабжение исследуемого участка конечности происходит по магистральным артериям. Реовазограмма имеет вид волны с крутым подъемом, закругленной вершиной и пологой нисходящей частью, на которой могут быть небольшие дополнительные волны.

У больных бурситом коров волна реовазограммы напоминает сегмент окружности или арку, что свидетельствует о коллатеральном типе кровоснабжения. При этом отмечается уменьшение высоты кривой; уплощение вершины; снижение амплитуды реоволн; исчезновение дополнительных волн; дикротический зубец и инцизура сглажены и смещаются к вершине.

При количественном анализе реовазограммы выявлены признаки венозного застоя, характеризующегося снижением пульсового кровообращения, повышением венозного тонуса и затруднением венозного оттока. Одновременно у больных животных усиливается тонус мелких артерий и артериол исследуемого сустава конечности, но при этом отмечено снижение тонуса и эластичности артерий. Амплитуда реограммы у клинически здоровых животных составила $0,14 \pm 0,05$ Ом, в то время как у больных бурситом коров она достоверно снизилась до $0,05 \pm 0,01$ Ом, что также указывает на нарушение кровоснабжения сустава.

Полученные данные цитологического исследования СЖ приведены в таблице.

Таблица

Цитологический состав синовиальной жидкости клинически здоровых животных и животных с нарушением периферического кровообращения тарсального сустава

Клетки синовиальной жидкости (%)	Контрольная группа животных (n = 30)	Подопытная группа животных (n = 30)
Синовиоциты	$72,6 \pm 2,9$	$42,0 \pm 3,4$ *
Гистиоциты	$3,0 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$ *
Лимфоциты	$18,4 \pm 2,4$	$10,5 \pm 1,6$ *
Моноциты	$2,3 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,09$ *
Нейтрофилы	$3,7 \pm 0,8$	$12,3 \pm 0,8$ *
Рагоциты	0	$32,6 \pm 1,3$ *

Примечание: * – $p < 0,001$.

Как видно из таблицы, количественно и качественно поменялся клеточный состав СЖ больных животных. Особенно интересно в диагностическом аспекте исследования повышение количества нейтрофилов (более чем в 3 раза) и появление рагоцитов – фагоцитов (главным образом нейтрофильных лейкоцитов), содержащих в цитоплазме множественные включения в виде блестящих, бледно-зеленых, различного размера гранул, расположенных по периферии клеток в виде цепочки или в форме скоплений, напоминающих гроздь винограда. Гранулы рагоцитов представляют собой фаголизосомы, содержащие иммунные комплексы, включающие различные иммуноглобулины.

При повреждении ткани нейтрофилы первыми концентрируются в зоне воспаления, и, проникая через стенку кровеносного сосуда, выходят в экстравазальное пространство. В нём скапливается значительное количество нейтрофилов, мигрирующие клетки подвергаются активации, секретируя комплекс эффекторных молекул. Именно сочетание этих факторов предопределяет деструктивный оттенок миграции нейтрофилов в очаг формирующегося воспаления, а также повреждение эндотелиоцитов и базальной мембраны [4].

Высокоактивные медиаторы нейтрофилов участвуют в развитии вторичной альтерации, стимулируют выход биологически активных веществ из других клеток, способствуют расширению сосудов, увеличению их проницаемости, экссудации плазмы и эмиграции лейкоцитов. Поступая в системный кровоток, они вызывают проявление некоторых системных эффектов воспалительного процесса.

По мнению ряда исследователей [1], особенностями кровеносного русла синовиальной оболочки являются богатое кровоснабжение всех её слоёв; неравномерное распределение сосудов в различных участках стенок полости сустава; преобладание венозной части сосудистого русла над артериальным; широкая разветвлённая сеть анастомозов, обеспечивающих связь между сосудами как в пределах самой оболочки, так и с окружающими тканями, поверхностными (по отношению к полости сустава)

залеганием кровеносных капилляров. На фоне высокой активности воспалительного процесса отмечались изменения структуры сосудов, преимущественно в виде сужения артериол, расширения венул и капилляров, увеличения количества функционирующих капилляров. Кроме того, определялась агрегация форменных элементов крови, преимущественно в капиллярах и венулах [9].

Перечисленные изменения реовазограммы больных бурситом коров свидетельствуют о следующих изменениях в кровоснабжении пораженного сустава: изменение магистрального типа артериального кровоснабжения на коллатеральный, усиление микроциркуляторных процессов в больном суставе, затруднение венозного оттока, снижение тонуса и эластичности артерий.

Данные изменения сопровождаются увеличением количества и активности нейтрофилов, а также других клеточных элементов СЖ.

Применение реовазографии и исследование СЖ при заболеваниях суставов у крупного рогатого скота необходимы для оценки тяжести воспалительного процесса и выработки метода лечения хирургической патологии конечностей.

Список литературы

1. **Ахметдинов А. С.** Некоторые аспекты изучения становления соединительнотканых структур / А. С. Ахметдинов // Микроциркуляторное русло соединительнотканых образований : сб. науч. тр. – Уфа, 1988. – С. 42–49.
2. **Березовский А. В.** Дифференциальная диагностика заболеваний слизистых и синовиальных образований у быков в области тарсальных суставов / А. В. Березовский, А. Ф. Бурденюк // Ветеринария. – 1983. – № 3. – С. 6.
3. **Борисов М. С.** Функциональная морфология капсулы сустава у животных / М. С. Борисов, Р. Р. Лазутина, Н. С. Крюкова // Ветеринария. – 2010. – № 11. – С. 54–57.
4. **Васильцов В. К.** О корреляции между реакцией эндотелия, адвентициальных клеток и проницаемостью сосудов в очаге воспаления / В. К. Васильцов // Физиология и патология соединительной ткани : тез. докл. V Всесоюз. конф. (14–18 октября 1980 г.). – Новосибирск, 1980. – Т. 2. – С. 4–5.
5. **Гарифуллин Р. Л.** Структура межэлектродного импеданса и её значение для реоплетизмографических исследований сельскохозяйственных животных : дис. ... канд. биол. наук / Р. Л. Гарифуллин. – Казань, 1984. – С. 39–86.
6. **Журомский И. В.** Заболевание опорно-двигательного аппарата у бычков на откорме / И. В. Журомский, Ф. П. Якубовский, В. Г. Самсонюк // Болезни парнокопытных животных в условиях Украины. – Киев, 1987. – С. 34–36.
7. **Карпенко В. В.** Интегральная реография в оценке функции системы кровообращения / В. В. Карпенко, Е. А. Евдокимов. – М. : Наука, 1985. – С. 4–22.
8. **Лукьяновский В. А.** Технология профилактических и лечебных ортопедических мероприятий в молочных комплексах : автореф. / В. А. Лукьяновский. – М., 1999. – 47 с.
9. **Манукьян Л. А.** Венозный застой и состояние микроциркуляторного русла в синовиальных оболочках / Л. А. Манукьян // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. – 1976. – № 5. – С. 449–501.
10. **Павлова В. Н.** Синовиальная среда / В. Н. Павлова. – М., 1980. – 296 с.
11. **Петраш В. В.** Реография в исследовании кровообращения / В. В. Петраш, И. А. Деев, В. В. Рассветаев. – Л. : Наука, 1983. – С. 4–16.
12. **Тукшаитов Р. Х.** Биофизические основы и техника ветеринарной реовазографии / Р. Х. Тукшаитов, Г. П. Новошинов. – Казань, 1975. – 105 с.

References

1. **Ahmetdinov A. S.** Nekotorye aspekty izuchenija stanovlenija soedinitel'notkan-nyh struktur / A. S. Ahmetdinov // Mikrocirkuljatornoe ruslo soedinitel'notkannyh ob-razovanij : sb. nauch. tr. – Ufa, 1988. – S. 42–49.
2. **Berezovskij A. V.** Differencial'naja diagnostika zabolevanij slizistyh i sinovial'nyh obrazovanij u bykov v oblasti tarsal'nyh sustavov / A. V. Berezovskij, A. F. Burdenjuk // Veterinarija. – 1983. – № 3. – S. 6.
3. **Borisov M. S.** Funkcional'naja morfologija kapsuly sustava u zhivotnyh / M. S. Borisov, R. R. Lazutina, N. S. Krjukova // Veterinarija. – 2010. – № 11. – S. 54–57.
4. **Vasil'cov V. K.** O korrelycii mezhdru reakciej jendotelija, adventicial'nyh kletok i pronicaemost'ju sosudov v ochage vospalenija / V. K. Vasil'cov // Fiziologija i patologija

soedinitel'noj tkani : tez. dokl. V Vsesojuz. konf. (14–18 oktjabrja 1980 g.). – Novosibirsk, 1980. – T. 2. – S. 4–5.

5. **Garifullin R. L.** Struktura mezhjelektrodnogo impedansa i ejo znachenie dlja reopletizmograficheskikh issledovanij sel'skhozajstvennykh zhivotnyh : dis. ... kand. biol. nauk / R. L. Garifullin. – Kazan', 1984. – S. 39–86.

6. **Zhuromskij I. V.** Zabolevanie oporno-dvigatel'nogo apparata u bychkov na otkorme / I. V. Zhuromskij, F. P. Jakubovskij, V. G. Samsonjuk // Bolezni parnokopytnykh zhivotnyh v uslovijah Ukrainy. – Kiev, 1987. – S. 34–36.

7. **Karpenko V. V.** Integral'naja reografija v ocenke funkcii sistemy krovoobravenija / V. V. Karpenko, E. A. Evdokimov. – M. : Nauka, 1985. – S. 4–22.

8. **Luk'janovskij V. A.** Tehnologija profilakticheskikh i lechebnykh ortopedicheskikh meroprijatij v molochnykh kompleksah : avtoref. / V. A. Luk'janovskij. – M., 1999. – 47 s.

9. **Manuk'jan L. A.** Venoznyj zastoj i sostojanie mikrocirkuljatornogo rusla v sinovial'nyh obolochkah / L. A. Manuk'jan // Bjull. jeksperim. biologii i mediciny. – 1976. – № 5. – S. 449–501.

10. **Pavlova V. N.** Sinovial'naja sreda / V. N. Pavlova. – M., 1980. – 296 s.

11. **Petrash V. V.** Reografija v issledovanii krovoobravenija / V. V. Petrash, I. A. Deev, V. V. Rassvetaev. – L. : Nauka, 1983. – S. 4–16.

12. **Tukshaitov R. H.** Biofizicheskie osnovy i tehnika veterinarnoj reovazografii / R. H. Tukshaitov, G. P. Novoshinov. – Kazan', 1975. – 105 s.

УДК 639.371.64

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СУДАКА
(*STIZOSTEDION LUCIOPERCA*) НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА
В УСЛОВИЯХ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Ольга Анатольевна Письменная, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»
414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1,
тел. (8512) 25-86-36, e-mail: olga-pismennaya@mail.ru

Осуществлена апробация методов подращивания личинок судака в условиях установки замкнутой системы водоснабжения. Определены оптимальные параметры физико-химического режима среды и комбинация кормления личинок, способствующие наилучшей реализации потенциала роста особей при данных условиях содержания. Установлено, что личинкам присуща высокая степень каннибализма, связанная, очевидно, с формированием в этот период хищной модели поведения и не зависящая от концентрации кормовых организмов в рыбоводных емкостях. Выяснено, что личинки обладают значительной скоростью массонакопления, что позиционирует данный вид как достаточно перспективный объект аквакультуры.

Ключевые слова: личинки, судак, установка замкнутого водоснабжения, параметры среды, каннибализм, выживаемость, относительный прирост.

**SOME ASPECTS OF THE BREEDING OF YOUNG PIKE PERCH
(*STIZOSTEDION LUCIOPERCA*) AT EARLY STAGES ONTOGENY
IN THE INSTALLATION OF THE CLOSED WATER-SUPPLY SYSTEM**

Pismennaya Olga A., Candidate of Science (Biology),
the head of laboratory

Caspian Fisheries Research Institute
414056, Astrakhan, Savushkina st., 1,
ph. (8512) 25-86-36, e-mail: olga-pismennaya@mail.ru

Approbation of methods rearing of pike-perch larvae in the installation of the closed water-supply system are carried out. Determinate physical and chemical parameters of aquatic habitat and a meld of

feeding systems for larvae were optimal for the growth of individuals in practical aquatic habitat conditions. It was established that the high degree of cannibalism of larvae associated with evolution of ongoings as predator and unrelated to concentration of feed in cages. It was revealed that larvae had higher of grow weight. It make possible to considering this species as perspective object of an aquaculture.

Key words: *larvae, pike perch, installation of the closed water supply, parameters of environment, cannibalism, survival rate, relative gain.*

Введение

В условиях нестабильности биотических и абиотических факторов, отражающихся на воспроизводстве водных биологических ресурсов водоемов, особенно большое значение приобретают работы по искусственному поддержанию численности ценных промысловых рыб. В этом аспекте перспективным объектом для рыбоводства является судак, обладающий значительной потенциальной способностью к росту. Кроме того, учитывая, что на современном этапе запасы этого ценного вида рыб неуклонно снижаются, его культивирование крайне актуально еще и в природоохранном аспекте.

Уменьшение масштабов выпуска молоди полупроходных рыб обусловлено рядом причин. До настоящего времени не устранены конструктивные недостатки, допущенные при проектировании выростных хозяйств: большие площади водоёмов (200–400 га), их мелководность (0,6–0,8 м), малая мощность насосных станций, низкая пропускная способность водоподводящих каналов гидротехнических сооружений, отсутствие стационарной рыбозащиты на водозаборах. Указанные факторы привели к нарушению гидрологического режима водоёмов – растянутым срокам их заполнения, – а в последние годы из-за несвоевременного финансирования они заливаются с большим опозданием (конец апреля – середина мая вместо нормативных сроков конца февраля – март). Средние глубины в нерестово-выростных водоёмах не превышают 0,4–0,6 м против оптимальных 1–1,5 м. Мелководность провоцирует их интенсивное зарастание водно-прибрежной растительностью, которая занимает до 80–90 % ложа, а продукция ее достигает 70–90 т/га при нормативе для судачьих водоёмов 10–15 т/га [1]. Чрезмерное развитие макрофитов влечет за собой резкое ухудшение условий обитания молоди рыб. Кроме того, нарушение гидрохимического режима, снижение трофности водоёмов за счёт смены крупных форм зоопланктона на мелкие зарослевые, сокращение ареалов нагула молоди рыб отрицательно сказываются на ее количественных и качественных показателях при выпуске из прудов. Неудовлетворительное состояние нерестово-выростных водоёмов привело к уменьшению ежегодно используемых под воспроизводство площадей [2].

Необходимо отметить, что в естественных акваториях, а также при экстенсивных методах выращивания молоди судака (например, прудовом) негативное влияние абиотических и биотических факторов проявляется чаще, чем при интенсивных или полунтенсивных способах. Индустриальные методы имеют ряд преимуществ, заключающихся в практически полном контроле над температурным и кислородным режимами выращивания, над концентрацией кормовых организмов и т.д. и позволяющих поддерживать показатели среды в оптимальных интервалах. Поэтому особую актуальность в сложившейся ситуации приобретает разработка и совершенствование индустриальных методов выращивания судака.

Известно, что выживание молоди данного вида рыб во многом определяется наличием оптимальных абиотических и биотических показателей среды обитания [6]. Многочисленные исследования, проведенные отечественными и зарубежными ихтиологами-рыбоводами, показали, что основным препятствием при разведении судака является его высокая чувствительность на ранних этапах развития (икра, личинка, молодь) к отрицательным воздействиям различных абиотических и биотических факторов среды [4; 7]. Порог чувствительности младших возрастных групп судака значительно выше, чем у молоди других видов рыб. Поэтому выращивание этого объекта аквакультуры сопряжено с рядом трудностей. Очевидно, что повышение выживаемости молоди на ранних этапах онтогенеза является крайне

важной задачей при искусственном разведении судака, а изучение причин, вызывающих гибель особей, может значительно облегчить решение этой задачи.

В связи с изложенным выше, целью настоящей работы явилась апробация методов подращивания личинок данного вида рыб в условиях установки замкнутой системы водоснабжения. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- выяснить оптимальный для личинок судака диапазон гидрохимических показателей;
- оценить интенсивность каннибализма особей на ранних этапах развития;
- выяснить оптимальную комбинацию кормления личинок судака;
- оценить размерно-весовые параметры особей как один из факторов, косвенно свидетельствующих о благоприятных для данного вида рыб условиях обитания.

Материал и методы. Объектом исследований служили предличинки и личинки судака, полученные из икры, проинкубированной в искусственных условиях. Выращивание данной возрастной категории рыб осуществлялось на научной экспериментальной базе ФГУП «КаспНИРХ» в центре «БИОС».

Принципиальная схема установки замкнутого водоснабжения представлена на рисунке 1.

Конструкция системы УЗВ состояла из 6 бассейнов (объемом 3,75 м³), блока механической очистки и подогрева воды, азратора, электронасоса производительностью 4 м³/ч., отстойника и сбросного канала. В качестве механического фильтра применялся керамзит. Вода, очищенная от мелкодисперсных взвесей и подогретая до необходимой температуры, самотеком по системе пластиковых труб поступала в рыбоводные емкости.

Подача воды осуществлялась в каждый бассейн через поролоновый фильтр, служащий для дополнительной очистки.

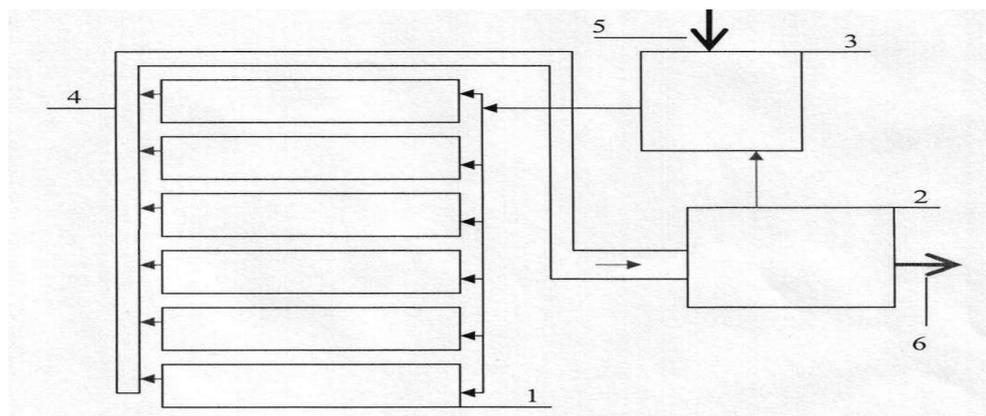


Рис. 1. Схема установки замкнутого водоснабжения:

1 – рыбоводные емкости, 2 – отстойник, 3 – блок механической очистки и подогрева воды, 4 – сбросной канал, 5 – подача воды, 6 – удаление отработанной воды

Из бассейнов вода по сбросному каналу сливалась в отстойник, откуда насос вновь подавалась в накопитель. Добавление свежей воды во избежание превышения азотсодержащих соединений составляло 10 % в сутки. Водообмен в бассейнах колебался в пределах 8–9 л/мин.

Ежедневно, трижды в сутки, с помощью термооксиметра проводились измерения температуры воды, концентрации растворенного кислорода и величины рН. Определение содержания аммонийного азота, нитритов, нитратов и аммиака осуществлялось 4–5 раз в неделю при помощи тест-наборов производства фирмы НАСН.

Для характеристики темпа роста личинок судака использовались такие показатели, как коэффициент упитанности по Фультону, относительный среднесуточный прирост и коэффициент массонакопления.

Кормление личинок на этом этапе выращивания осуществлялось науплиями артемии; впоследствии, по мере роста особей, в их рацион добавляли представи-

телей ветвистоусых ракообразных (*Daphnia sp.*, *Moina sp.*) и стартовый форелевый корм "Aller Futura" фракции «00».

Сортировка личинок была эпизодической и не носила целенаправленный характер. Данный факт обусловлен, прежде всего, малыми размерами особей (5–8 мм) и прозрачностью покровов их тела. Указанные факторы затрудняли вылов личинок (рис. 2).

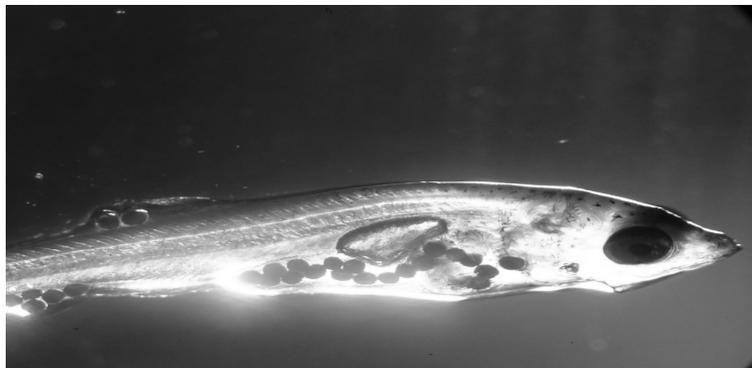


Рис. 2. Личинка судака в возрасте 8 суток (этап С2 по Константинову, 1957)

Кроме того, после проведения данной манипуляции наблюдался повышенный отход особей.

Результаты и обсуждение. Трехдневные личинки судака средней массой 0,5 мг и длиной 5 мм были помещены в бассейны ейского типа установки замкнутого водоснабжения. Плотность посадки особей составила 25 шт./л.

Как уже указывалось выше, судак является одним из наиболее сложных для разведения видов рыб. Поэтому необходимо скрупулезно соблюдать все технологические нюансы на каждом этапе производственного процесса.

Согласно утверждению ряда авторов [8], на ранних этапах развития данного вида рыб можно выделить ряд ограничительных признаков, которые в значительной степени влияют на возможность его выращивания в контролируемых условиях:

- небольшие размеры рта, что обуславливает невозможность заглатывания кормовых частиц диаметром больше 0,2 мм, а также отсутствие функционально развитого пищеварительного тракта;
- потребление корма исключительно в водной толще;
- слабая резистентность к различного рода рыбоводным процессам;
- повышенные требования к условиям среды обитания, в том числе интенсивности освещения, содержанию растворенного в воде кислорода, уровню рН и концентрации азотных соединений.

Кроме этого, в постэмбриональном периоде развития личинок судака выявлены 3 критических этапа:

- 1) переход на экзогенное питание (смертность до 99 %);
- 2) наполнение плавательного пузыря воздухом (смертность 5–90 %);
- 3) склонность к каннибализму (смертность 30–70 %).

Следует отметить, что в процессе экспериментального выращивания личинок судака значительная их гибель наблюдалась только в последнем случае, а именно – при проявлении каннибализма (на 18 сутки выращивания). Данный негативный фактор на этом этапе развития (этап Е, длина особей 2,3 см) достаточно сложно устранить, поскольку сортировка личинок, как уже указывалось выше, на различные размерные группы может привести к еще большим потерям в силу слабой устойчивости особей к рыбоводным манипуляциям. Особенно ощутимы потери от каннибализма при промышленных способах разведения судака с использованием высоких плотностей посадки личинок – 40 и более экз./л. [8]. При этом фактор обеспеченности моло-

ди пищей, вероятно, не является основной причиной начала хищного питания. Каннибализм наблюдается как при низкой, так и при достаточно высокой биомассе кормовых организмов в рыбоводных емкостях при достижении личинками соответствующего этапа развития (этап E-G по Константинову, 1957). По-видимому, в сложившихся условиях переход личинок на хищное питание является закономерным в силу этологических особенностей данного вида рыб.

При определении основных физико-химических параметров, влияющих на процесс выращивания молоди рыб, мы руководствовались требованиями, предъявляемыми представителями рода окуневых пресноводного комплекса к условиям среды обитания (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендации по качеству воды и параметрам водообмена при содержании личинок судака

Характеристика	Единица измерения	Рекомендованные параметры
Температура	°С	20–24
Содержание кислорода	% насыщения	80–100
Аммиак	мг/л	< 0,02
Нитрит	мг/л	< 1
Расход воды (объем проточной воды)	л/мин.	6–8
Водообмен (смена воды) ¹⁾	ч. ⁻¹	0,5–0,6
Мощность освещения	люкс	50–100

Примечание: ¹⁾ водообмен в ч.⁻¹ = объем расходуемой воды в м³ / ч. / объем резервуара в м³.

Гидрохимические показатели при выращивании предличинок и личинок судака в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) в целом находились в пределах нормы (табл. 2).

Таблица 2

Гидрохимическая характеристика среды при подращивании личинок в системе УЗВ

Дата	t, °С	O ₂ , мг/л	pH	NH ₄	NO ₂	NO ₃
18.05	20,3	7,5	8,25	0,09	0,69	63,8
19.05	20,3	7,6	8,2	–	0,48	41
20.05	20,4	7,76	8,3	0,31	0,61	22
21.05	20,6	7,8	8,3	0,26	0,39	13,6
24.05	20,3	7,8	8,3	0,23	0,18	7,1
25.05	19	7,9	8,3	0,2	0,27	11
26.05	19,3	8,1	8,3	0,34	0,30	12
28.05	19,7	8,4	8,15	0,36	0,42	17

Переход личинок на смешанное питание наблюдался на 3–4 сутки после выклева. Кормление рыб в этот период осуществлялось науплиями артемии из расчета 50 % от биомассы личинок. На 12-е сутки после выклева в рацион молоди стали включать стартовый форелевый корм “Aller Futura” фракции «00», начиная с 3 % и постепенно, по мере роста особей, увеличивая норму кормления до 6 % от биомассы личинок.

Динамика показателей линейно-весагового роста личинок судака показана на рисунке 3.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что наибольший прирост особей наблюдался начиная со второй декады мая. Коэффициент массонакопления в этот период увеличился в 6 раз, средняя масса возросла в 26,5 раз, а средняя длина – в 2,96 раз [5]. Коэффициент упитанности по Фультону достигал 2, относительный прирост за этот временной промежуток в среднем составил 53 % (табл. 3).

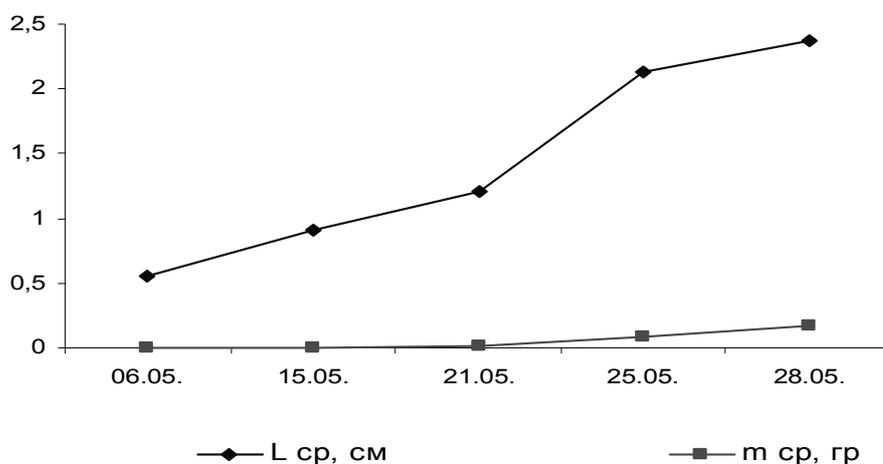


Рис. 3. Кривые линейно-весаго роста личинки судака

Таблица 3

Коэффициент упитанности и относительный прирост личинок судака

Дата	Коэффициент упитанности по Фультону	Коэффициент массонакопления	Относительный прирост, %
06.05	0,35	–	–
15.05	0,70	0,0005	17,8
21.05	0,77	0,001	14,4
25.05	0,93	0,025	36,7
28.05	1,28	0,027	20,7

Вероятно, полученные результаты обусловлены тем, что начиная со второй декады мая в рацион молоди, помимо представителей зоопланктона, включили и искусственные корма. Следовательно, данная комбинация кормления способствовала наилучшему развитию личинок.

В процессе выращивания установлено, что при ярком дневном освещении личинки судака постоянно держатся в затемненных частях рыбоводных емкостей, образуя небольшие скопления. Данная поведенческая реакция в силу локального распределения особей, возможно, снижает эффективность их питания. Поэтому при выращивании судака яркое освещение нежелательно. При создании уровня освещенности не более 100 люкс особи активно плавают в толще воды, часть личинок образует небольшие скопления в разных точках бассейна.

Выводы

1. Выживание предличинок и личинок судака во многом определяется наличием оптимальных абиотических и биотических показателей среды обитания. Наиболее благоприятный температурный диапазон, необходимый для успешного роста и развития данной возрастной категории рыб, должен находиться в пределах 20–23°С, содержание растворенного в воде кислорода – не менее 7 мг/л, а показатель активной реакции среды – варьировать в пределах 7–8.

2. Установлено, что молоди судака присуща высокая степень каннибализма, не зависящая от биомассы находящихся в рыбоводных емкостях кормовых организмов. Вероятно, данный факт обусловлен прежде всего формированием хищнической модели поведения особей.

3. Наилучшие размерно-весовые показатели отмечены в период потребления судаком как искусственного корма, так и зоопланктонных организмов. При питании молоди только искусственным кормом наблюдалось снижение темпа роста и повышенный отход.

4. Установлено, что личинки судака обладают значительной скоростью массонакопления. Так, за 23 дня выращивания средняя масса особей возросла с 0,006 г до 0,169 г, т.е в 28 раз, а относительный прирост за этот период в среднем составил 53 %.

Таким образом, экспериментальное выращивание личинок судака в условиях установки замкнутого водоснабжения позволило определить не только оптимальные для данной возрастной группы рыб параметры физико-химического режима среды, осуществить апробацию схемы кормления, но и выявить ряд негативных моментов, в частности достаточно высокую степень каннибализма, не зависящую от степени наличия кормовых организмов в рыбоводных емкостях.

Несмотря на то, что молодь судака предъявляет повышенные требования к качеству среды обитания, стоит отметить, что это достаточно перспективный объект аквакультуры. В условиях установки замкнутого водоснабжения можно создать оптимальный температурный диапазон, необходимый для успешного развития личинок и молоди. Остальные абиотические факторы, такие как проточность или освещенность, легко регулируются.

Список литературы

1. **Васильченко О. Н.** Совершенствование биотехники зимовки и инкубации икры судака на рыбоводных предприятиях дельты Волги / О. Н. Васильченко, Д. А. Чакалтана, Ч. А. Мамедов и др. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2002 г. – Астрахань : КаспНИРХ, 2003. – 560 с.
2. **Васильченко О. Н.** Современное состояние и перспективы воспроизводства полупроходных рыб в дельте Волги / О. Н. Васильченко, Н. В. Карпунина, Д. А. Шабанова // Тез. докл. I конгресса ихтиологов России (Астрахань, сентябрь 1997). – М. : ВНИРО, 1997. – С. 408–409.
3. **Константинов К. Г.** Сравнительный анализ морфологии и биологии окуня, судака и берша на ранних этапах развития / К. Г. Константинов // Труды ИМЖ АН СССР. – 1957. – Вып. 16. – С. 181–236.
4. **Крыжановский С. Г.** Экологоморфологические закономерности развития окуневых рыб (*Percoidei*) / С. Г. Крыжановский, Н. Н. Дислер, Е. Н. Смирнова // Труды Института морфологии животных им. А.Н. Северцева. – 1953. – Вып. 10. – 138 с.
5. **Письменная О. А.** Динамика морфометрических показателей молоди судака (*Stizostedion lucioperca*), выращенной в промышленных условиях / О. А. Письменная, А. Б. Бегманова, К. Ш. Сакетова, А. В. Мищенко // Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии : мат-лы докладов III Междунар. ихтиолог. науч.-практ. конф. – Днепропетровск, 2010. – С. 125–127.
6. **Шкудлярек М.** Польский опыт по подращиванию судака в системах с замкнутым кругооборотом воды / М. Шкудлярек // Аквакультура Варминско-Мазурского воеводства как компонент сотрудничества Польши, Литвы и Калининградской области. – Ольштын, 2007. – С. 35–43.
7. **Schlumpberger W.** Vorläufiger Stand der Technologie zur Aufzucht von vorgestreckten Zander (*Stizostedion lucioperca* (L.)) / W. Schlumpberger, K. Schmidt. – Z. Binnenfisch, 1980. – 27, № 9. – P. 284–286.
8. **Szkudlarek M.** Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), larvae under controlled conditions / M. Szkudlarek, Z. Zakęce. – Aquacult Int., 2007. – P. 67–81.

References

1. **Vasil'chenko O. N.** Sovershenstvovanie biotekhniki zimovki i inkubacii ikry sudaka na rybovodnyh predpriyatijah del'ty Volgi / O. N. Vasil'chenko, D. A. Chakaltana, Ch. A. Mamedov i dr. // Rybohozajstvennyye issledovaniya na Kasp'ii: rezul'taty NIR za 2002 g. – Astrahan' : KaspNIRH, 2003. – 560 s.
2. **Vasil'chenko O. N.** Sovremennoe sostojanie i perspektivy vosproizvodstva poluprohodnyh ryb v del'te Volgi / O. N. Vasil'chenko, N. V. Karpunina, D. A. Shabanova // Tez. dokl. I kongressa ihtologov Rossii (Astrahan', sentjabr' 1997). – M. : VNIRO, 1997. – S. 408–409.
3. **Konstantinov K. G.** Sravnitel'nyj analiz morfologii i biologii okunja, sudaka i bersha na rannih etapah razvitija / K. G. Konstantinov // Trudy IMZh AN SSSR. – 1957. – Vyp. 16. – S. 181–236.
4. **Kryzhanovskij S. G.** Jekologomorfologicheskie zakonomernosti razvitija okunevyh ryb (*Percoidei*) / S. G. Kryzhanovskij, N. N. Disler, E. N. Smirnova // Trudy Instituta morfologii zhivotnyh im. A.N. Severceva. – 1953. – Vyp. 10. – 138 s.
5. **Pis'mennaja O. A.** Dinamika morfometricheskikh pokazatelej molodi sudaka (*Stizostedion lucioperca*), vyravennoj v industrial'nyh uslovijah / O. A. Pis'mennaja, A. B. Begmanova,

K. Sh. Saketova, A. V. Miwenko // *Sovremennye problemy teoreticheskoy i prakticheskoy ihtiologii* : mat-ly dokladov III Mezhdunar. ihtiolog. nauch.-prakt. konf. – Dnepropetrovsk, 2010. – S. 125–127.

6. **Shkudljarek M.** Pol'skij opyt po podravivaniju sudaka v sistemah s zamknutym kru-gooborotom vody / M. Shkudljarek // *Akvakul'tura Varminsko-Mazurskogo voevodstva* kak komponent sotrudnichestva Pol'shi, Litvy i Kaliningradskoj oblasti. – Ol'shtyn, 2007. – S. 35–43.

7. **Schlumpberger W.** Vorlaufiger Stand der Technologie zur Aufzucht von vorgestreckten Zander (*Stizostedion lucioperca (L.)*) / W. Schlumpberger, K. Schmidt. – *Z. Binnenfisch*, 1980. – 27, № 9. – P. 284–286.

8. **Szkudlarek M.** Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca (L.)*, larvae under controlled conditions / M. Szkudlarek, Z. Zakęce. – *Aquacult Int.*, 2007. – P. 67–81.

УДК 61:311

ОБЪЕМНЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАДАНИЙ ПО ОКАЗАНИЮ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Ирина Ефимовна Рыбальченко, кандидат экономических наук, начальник негосударственного учреждения здравоохранения «Медико-санитарная часть»

Негосударственное учреждение здравоохранения «Медико-санитарная часть»
414057, г. Астрахань, ул. Кубанская, 5,
тел. 8 (8512) 46-11-01, e-mail: 99988844@mail.ru

Приводятся данные, полученные при статистическом анализе государственных заданий на оказание высокотехнологичной медицинской помощи в России. Данные рассчитаны как для всех медицинских учреждений, участвующих в выполнении государственного задания, так и для регионов страны. Высокотехнологичная медицинская помощь исследована по структуре государственного задания в различных аспектах. Показано, что анализ должен проводиться в территориальном аспекте, по типам медицинских учреждений и по уровню стоимости. Предложена методология для регулярного мониторинга с целью усовершенствования национальной системы оказания высокотехнологичной медицинской помощи в Российской Федерации.

Ключевые слова: управление здравоохранением, высокотехнологичная медицинская помощь, экономика здравоохранения, территориальная организация здравоохранения.

THE VOLUME AND QUALITATIVE INDICATORS OF THE STATE TASKS ON RENDERING OF THE HIGH-TECH MEDICAL AID

Rybalchenko Irina E., Candidate of Science (Economy), chief of Nonstate establishment of public health services “Medical-sanitary division”

Nonstate establishment of public health services “Medical-sanitary division”
414057, Astrakhan, Kubanskaya st., 5,
ph. 8 (8512) 46-11-01, e-mail: 99988844@mail.ru

The data received at the statistical analysis of the state tasks for rendering of hi-tech medical aid in Russia is considered. The data is calculated as for all medical institutions of the country participating in performance of the state task, and for their various groups. Hi-tech medical aid is investigated on structure of the state task in various aspects. It is shown that the analysis should be spent in territorial aspect, on types of medical institutions and on cost level. The methodology for regular monitoring for the purpose of improvement of national system of rendering of hi-tech medical aid in the Russian Federation is offered.

Key words: management of public health services, hi-tech medical aid, public health services economy, the territorial organization of public health services.

В рамках решения задач по переходу России на рельсы социально ориентированного инновационного развития весьма заметное место принадлежит деятельности по созданию в стране национальной системы высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП). Управление этой системой невозможно без постоянно осуществляемой обратной связи на основе мониторинга состояния и развития ВМП в стране. В решении поставленной задачи важным аспектом следует считать экономико-статистический анализ функционирования и развития ВМП. В настоящее время предложены и опробованы на практике статистические показатели высокотехнологичной медицинской помощи, отражающие фактическое положение дел и рассчитываемые на основе установленной статистической отчетности для ЛПУ [3]. Еще одним направлением разработок следует считать экономико-статистический анализ того, как формируются государственные задания на ВМП на федеральном и региональном уровнях. В настоящей работе сделана попытка рассмотреть методологию такого анализа и показать отдельные его результаты на примере государственного задания за 2008 г. [1; 2].

Государственное задание на оказание ВМП гражданам России за счет средств федерального бюджета выполняется силами 2 типов учреждений:

1) федеральные медицинские учреждения (ФМУ), включающие учреждения Минздравсоцразвития России, Федерального медико-биологического агентства (ФМБА), Российской академии медицинских наук (РАМН);

2) медицинские учреждения субъектов Федерации и муниципалитетов (СМУ) [1; 2].

Численность лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) из каждой группы, привлекаемых к выполнению госзадания на ВМП в 2007–2009 гг., постоянно росла примерно на 11 % в год (рис. 1).

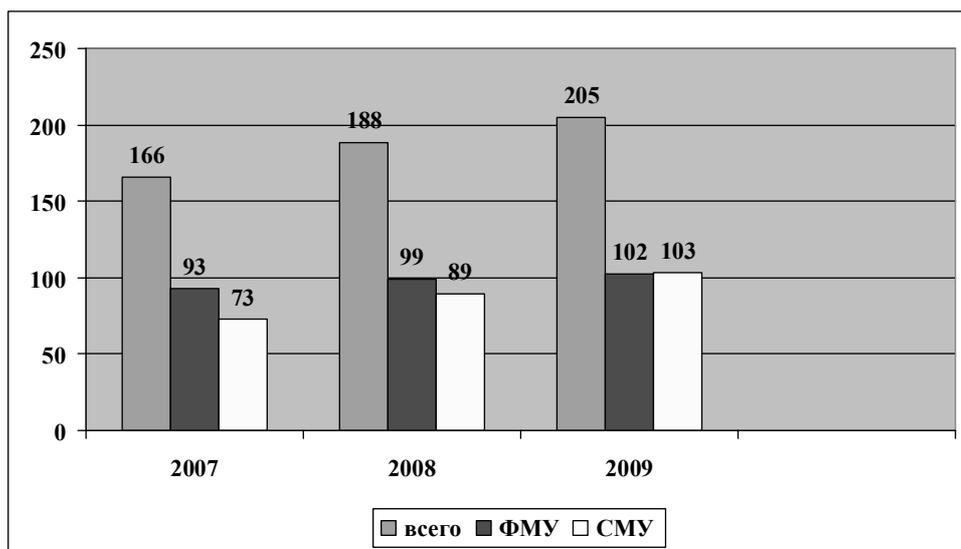


Рис. 1. Численность медицинских учреждений, привлекаемых к выполнению госзадания на ВМП в 2007–2009 гг.

В рамках госзадания планируются объемы ВМП по числу больных (всего, в том числе дети до 17 лет) в следующих разрезах:

- по конкретным ЛПУ, участвующим в выполнении госзадания;
- по профилям ВМП;
- по федеральным округам;
- по группам ФМУ и ММУ.

Рассматривая материалы приказа № 458н [1], к сожалению, приходится констатировать, что в них содержится большое число арифметических ошибок, поэтому при анализе необходимо ориентироваться на использование цифр, доведенных до конкрет-

ных ЛПУ по установленным им профилям ВМП. С помощью специальной программы на основе Microsoft Excel нами были рассчитаны показатели, дающие общее представление о главных характеристиках госзаданий на оказание ВМП в России (табл. 1).

Таблица 1

Основные характеристики государственного задания на оказание ВМП в 2008 г.

Наименование показателя	Ед. измерения	Значение в 2008 г.
Число пролеченных больных, всего		218927
В том числе:		
– для федеральных медицинских учреждений;	Чел.	188192
– для медицинских учреждений субъектов федерации и местного самоуправления		30735
Численность медучреждений, привлекаемых к выполнению госзадания, всего		188
В том числе:	Ед.	
– федеральные медицинские учреждения;		99
– медицинские учреждения субъектов Федерации и местного самоуправления		89
Средний размер госзадания на 1 медицинское учреждение, всего		1165
В том числе:	Чел.	
– для федеральных медицинских учреждений;		1901
– для медицинских учреждений субъектов Федерации и местного самоуправления		345
Число профилей ВМП:		
– для федеральных медицинских учреждений;	Ед.	20
– для медицинских учреждений субъектов Федерации и местного самоуправления		9
Объем финансирования по нормативам финансовых затрат, всего		24,06
В том числе:	Млрд руб.	
– федеральные медицинские учреждения;		21,0
– медицинские учреждения субъектов Федерации и местного самоуправления		3,07
Объем финансирования по нормативам финансовых затрат в расчете на 1 больного, всего		109,9
В том числе:	Тыс. руб.	
– в федеральных медицинских учреждениях;		111,5
– в медицинских учреждениях субъектов Федерации и местного самоуправления		100,0

Таким образом, цифры, представленные в таблице 1, показывают, что к выполнению госзадания на ВМП в 2008 г. были привлечены 188 ЛПУ, среди которых учреждения субъектов Федерации и местного самоуправления (СМУ) составляли 47,3 %, имея около 14 % плана по больным и получая за это 12,8 % от общего объема финансирования в 24 млрд руб.

Обращаясь к таблице 2, в которой представлены распределения объемов госзаданий для групп ЛПУ различной подведомственности в территориальном разрезе, можно увидеть несколько важных особенностей представленных в ней данных.

Во-первых, госзадание для Российской Федерации направляет около половины больных и, соответственно, объемов финансирования в Центральный федеральный округ, а из показателей ЦФО на долю Москвы приходится 88–92 %. Особенно заметной отмеченная тенденция становится для группы ФМУ.

Во-вторых, обращает на себя внимание крайне скромная роль, отводимая Дальневосточному федеральному округу: численность больных и объемы финансирования не достигают и 1 % от общих показателей госзадания по РФ.

В-третьих, следует выделить роль Сибирского федерального округа, получающего свыше 10 % общего для России госзадания по ВМП.

Таблица 2

**Государственные задания на оказание ВМП:
распределение по территориям в 2008 г. (%)**

Территория	Распределение численности больных			Распределение численности ЛПУ			Распределение объемов финансирования		
	ФМУ	СМУ	Все ЛПУ	ФМУ	СМУ	Все ЛПУ	ФМУ	СМУ	Все ЛПУ
ЦФО	57,8	16,8	52	43,4	32,6	38,3	52,3	15	47,5
СЗФО	17,9	8,9	16,7	18,2	9	13,8	19,6	9	18,3
ЮФО	4,6	21,4	7	6,1	9	7,4	4,6	22,2	6,8
ПФО	7,2	24,1	9,6	11,1	20,2	15,4	5,6	24,9	8
УРФО	2,2	13,4	3,8	5,1	12,4	8,5	2,1	13,9	3,6
СФО	10,1	11	10,2	15,2	7,9	11,7	15,8	10,8	15,1
ДФО	0,1	4,5	0,7	1	9	4,8	0,1	4,2	0,6
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Москва	55,3	7,8	48,7	39,4	22,5	31,4	49,6	6,7	44,1
Санкт-Петербург	17,7	3,3	15,7	19,2	4,5	10,6	19,4	2,9	17,3

Примечание: ЦФО – Центральный федеральный округ, СЗФО – Северо-Западный федеральный округ, ЮФО – Южный федеральный округ, ПФО – Приволжский федеральный округ, УРФО – Уральский федеральный округ, СФО – Сибирский федеральный округ, ДФО – Дальневосточный федеральный округ.

В-четвертых, анализируя роль тех или иных федеральных округов в госзадании на оказание ВМП, нельзя не поставить вопрос о том, в какой степени вовлечены в него соответствующие субъекты Федерации. За недостатком места приведем показатель, характеризующий остроту проблемы – число субъектов Федерации, вообще не получивших никакого госзадания на оказание ВМП (табл. 3) [2].

Таблица 3

Охват субъектов Федерации госзаданиями на оказание ВМП в 2009 г.

Территория	Всего субъектов Федерации	Из них не имели ЛПУ с госзаданиями по ВМП на 2009 г.	
		Всего	%
ЦФО	18	8	44,4
СЗФО	11	6	54,5
ЮФО	13	8	61,5
ПФО	14	3	21,4
УРФО	6	1	16,7
СФО	13	6	46,1
ДФО	9	4	44,4
Российская Федерация	84	36	42,8

Из таблицы 3 видно, что в 36 субъектах Федерации или почти в 43 % их числа полностью отсутствуют ЛПУ, участвующие в выполнении госзадания на оказание ВМП. При этом обращает на себя внимание ситуация в ЮФО и в СЗФО, где нет госзаданий, соответственно, для 61,5 % и 54,5 % входящих в них субъектов Федерации.

Распределение ВМП по тем или иным территориям весьма важно соотносить с численностью их населения, поэтому большой интерес представляет вычисление объемов госзаданий (в чел.) в расчете, например, на 1 млн чел. среднегодовой численности населения. Из рисунка 2 видно, что госзадание по ВМП на 2008 г. составляло 1542 чел. в расчете на 1 млн жителей России, при этом максимальная обеспеченность достигается в Москве (10154 чел., т.е. в 6,6 раза выше среднероссийского показателя) и в Санкт-Петербурге (7520 чел., т.е. в 4,9 раза выше средней цифры по РФ). Минимальная же

удельная обеспеченность характерна для того же Дальневосточного федерального округа (248 чел., т.е. около 16 % от среднероссийского уровня).

Следует подчеркнуть, что если взять ЦФО без учета Москвы, а СЗФО – без учета Санкт-Петербурга, то для указанных территорий мы получим цифры обеспеченности, весьма близкие к минимальным показателям по стране – соответственно 279 и 236 чел. на 1 млн населения.

Иными словами, «нестоличные» субъекты Федерации из центральных регионов России получают госзадания по ВМП на уровне Дальневосточного федерального округа, где наблюдается минимальная обеспеченность населения высокотехнологичной медицинской помощью.

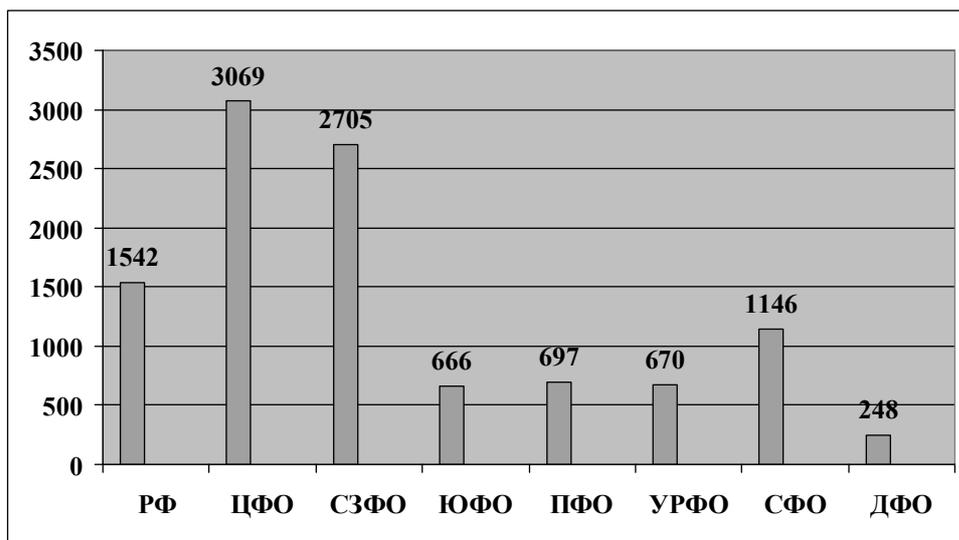


Рис. 2. Госзадания на оказание ВМП в расчете на 1 млн чел. населения территорий в 2008 г. (чел.)

Одним из важнейших вопросов при формировании госзадания на ВМП является проблема финансового обеспечения соответствующих плановых наметок. Обратимся к таблице 4, где показаны объемы финансирования госзаданий по установленным нормативам финансовых затрат в расчете на 1 больного в тех или иных разрезах. В данных таблицы можно увидеть ряд важных закономерностей.

Во-первых, если объем финансирования госзадания в расчете на 1 больного в целом по Российской Федерации составлял в 2008 г. 109,9 тыс. руб., то отдельный расчет для ФМУ дает 111,5 тыс. руб., а для ЛПУ субъектов Федерации и местного самоуправления – 100 тыс. руб., т.е. примерно на 10 % меньше. Данное обстоятельство, конечно, связано с отмечавшейся выше политикой центра по использованию «сокращенных» нормативов финансовых затрат на ВМП во второй группе ЛПУ.

Во-вторых, максимальный уровень финансирования достигается в Сибирском федеральном округе (162,5 тыс. руб. на 1 чел.), Северо-Западном федеральном округе (120,4 тыс. руб. на 1 чел.) и в Санкт-Петербурге (121,2 тыс. руб. на 1 чел.), и на фоне этих цифр финансирование ЛПУ г. Москвы (99,6 тыс. руб. на 1 чел.) выглядит достаточно скромным – даже ниже среднего уровня по Российской Федерации. Планируемые расходы на ВМП достигают своего абсолютного максимума в ЛПУ, подведомственных Минздравсоцразвития и расположенных в СФО (181,9 тыс. руб. на 1 чел.).

Таблица 4

**Объем финансирования госзаданий по ВМП
в расчете на 1 больного в 2008 г. (тыс. руб.)**

Территория	ФМУ, подведомственные			По всем ФМУ	По всем СМУ	По всем ЛПУ
	Минздравсоц-развития	ФМБА	РАМН			
Российская Федерация	103,5	103,8	137,1	111,5	100	109,9
В том числе ЦФО	83,4	99,8	131,6	100,9	89,6	100,4
СЗФО	122,4	118,0	101,5	122	101,2	120,4
ЮФО	110,2	133,6	0	110,9	103,9	107,9
ПФО	84,4	107,7	0	85,6	103,2	91,8
УРФО	106,4	0	0	106,4	104	105,2
СФО	181,9	101,6	168,1	173,8	98,5	162,5
ДФО	×	93,1	×	93,1	93	93
Москва	83,1	88,1	133,2	99,9	85,6	99,6
Санкт-Петербург	122,4	123,6	101,5	122,2	88,8	121,2

Рассматривая далее вопрос о нормативах финансовых затрат на ВМП, весьма важно проанализировать его с точки зрения «дороговизны» медицинской помощи высоких технологий. Ввиду несопоставимости нормативов, установленных для ФМУ и СМУ, ограничимся далее рассмотрением только первой группы медицинских учреждений (табл. 5).

Таблица 5

Нормативы финансовых затрат на оказание ВМП для медицинских учреждений разной подведомственности в 2007–2009 гг.

Профиль ВМП	Нормативы финансовых затрат, тыс. руб. на 1 чел.	
	ФМУ	СМУ
Абдоминальная хирургия	122	85,4
Акушерство и гинекология	124,6	87,2
Гастроэнтерология	43,3	
Гематология	64,8	45,4
Дерматовенерология	28,5	–
Комбустиология	119,2	–
Неврология	111,1	–
Нейрохирургия	157,2	110
Онкология	109,8	76,9
Оториноларингология	60,9	–
Офтальмология	17,6	12,3
Педиатрия	98,9	69,2
Ревматология	88	–
Сердечно-сосудистая хирургия	203,5	142,5
Торакальная хирургия	116,5	–
Травматология и ортопедия	120,6	84,4
Трансплатация	808,5	–
Урология	71,8	–
Челюстно-лицевая хирургия	41,9	–
Эндокринология	43,3	–

Анализ соответствующих показателей приводит к выводу, что профили ВМП целесообразно разделить по степени их дороговизны на 3 примерно равных по численности класса, для которых нормативы финансовых затрат, соответственно, находятся в следующих пределах:

- 1) низкая стоимость – 17,6–64,8 тыс. руб. на 1 чел.;
- 2) средняя стоимость – 71,8–116,5 тыс. руб. на 1 чел.;
- 3) высокая стоимость – 119,2–808,5 тыс. руб. на 1 чел.

Исходя из данной типологии, можно построить далее обобщенные характеристики для каждого выделенного класса профилей ВМП (табл. 6). Так, средние расходы, предусмотренные госзаданием для ФМУ, составляют 112,5 тыс. руб. на 1 чел., колеблясь от 28 тыс. руб. (в классе низкой стоимости) до примерно 178 тыс. руб. (в классе высокой стоимости). Госздание по классу низкой стоимости составляет около 1/4 всего плана для ФМУ, тогда как классы средней и высокой стоимости почти одинаковы по своему удельному весу (39 % и 37 % соответственно).

Таблица 6

Экономико-статистические характеристики классов ВМП (ФМУ, 2008 г.)

Класс профилей	Границы изменения нормативов, тыс. руб.	Число профилей	Госздание		Ср. расходы на 1 больного, тыс. руб.
			Чел.	%	
Низкая стоимость	17,6–64,8	7	45265	24	28
Средняя стоимость	71,8–116,5	7	73367	39	104,6
Высокая стоимость	119,2–808,5	6	67485	37	177,9
В целом по ФМУ	17,6–808,5	20	186117*	100	112,5**

* – из расчетов исключено ЭКО (не установлен финансовый норматив), ** – цифра отличается от аналогичных данных таблицы 1 из-за исключения ЭКО.

Распределения ВМП по показанным выше классам заметно различаются, если построить их для групп ФМУ различной подведомственности (табл. 7). Так, если ФМУ, подведомственные Минздравсоцразвития России, мало отличаются от среднероссийских показателей, то в группе ФМУ, подведомственных РАМН, только 9,5 % запланированных контингентов больных должны были получить ВМП в нижнем ценовом классе.

Таблица 7

Распределение объемов ВМП (чел.) по классам с разной дороговизной в 2008 г. (%)

Классы профилей	Все ФМУ	Из них ФМУ, подчиненные		
		Минздравсоцразвития	ФМБА	РАМН
Низкие	24	28,7	26,5	9,5
Средние	39	34,5	45	51,1
Высокие	37	36,8	28,5	39,4
ВСЕГО	100	100	100	100

Таким образом, экономико-статистический анализ госзаданий на оказание ВМП позволяет получить целостную картину того, как направляется деятельность медицины высоких технологий в России в рамках госбюджетного финансирования. Обобщенную картину, конечно, невозможно увидеть из-за множества цифр в приказах Минздравсоцразвития, однако она может быть получена путем довольно простой, но громоздкой обработки материалов из опубликованных нормативных актов. При этом предпочтительнее использование первичных данных для каждого ЛПУ, участвующего в выполнении госздания в разрезе установленных ему профилей ВМП. Как показало наше исследование, структуру госзаданий по ВМП целесообразно рассматривать в 3 аспектах.

1. В разрезе *территорий*. В данном случае следует подчеркнуть существенную неравномерность распределения ВМП по территории страны. Основная доля госзаданий по любому из показателей (числу больных, объемам финансирования и т.п.) приходится на Москву, Санкт-Петербург и, отчасти, Сибирский федеральный округ, тогда как ЛПУ 36 субъектов Федерации вообще не участвуют в выполнении госздания по ВМП. Для того же ЦФО, взятого без Москвы, и СЗФО, взятого без Санкт-

Петербурга, характерны весьма скромные размеры госзаданий (в 5–6 раз ниже среднероссийского уровня), весьма близкие к тем территориям страны, которые в минимальной степени обеспечены по всем основным показателям ВМП;

2. В разрезе *подведомственности*: госзадания для региональных и местных ЛПУ уступают таковым для ФМУ по всем параметрам: по объемам, разнообразию профилей ВМП, объемам финансирования и т.д. В первой группе ниже нормативы финансовых затрат на одни и те же профили ВМП (при одних и тех же стандартах ее оказания), число профилей, как правило, один-два, объемы госзаданий на 1 ЛПУ в несколько раз ниже и т.д.

3. В разрезе *стоимости*: выделение 3 классов (низкой, средней и высокой стоимости) показало, что средний уровень финансовых нормативов для высокотехнологичных профилей ВМП более чем в 6 раз превосходит таковой для «низшего» класса (в рамках группы ФМУ). В списке профилей есть такие, для которых нормативы финансовых затрат достаточно скромны даже в группе ФМУ (офтальмология – 17,6 тыс. руб. на 1 чел., дерматовенерология – 28,5 тыс. руб. на 1 чел. и т.д.), т.е. в рамках госзадания фигурируют высокотехнологичные, но не слишком дорогие профили ВМП.

Экономико-статистический анализ государственных заданий на оказание высокотехнологичной медицинской помощи обнаруживает немало важных закономерностей и позволяет вскрыть ряд актуальных проблем – от территориальной неравномерности ВМП до недостатков в распределении финансовых ресурсов. Приведенные выше отдельные характеристики государственных заданий на оказание ВМП показывают, что их регулярный мониторинг с использованием предложенной методологии будет способствовать дальнейшему совершенствованию национальной системы оказания высокотехнологичной медицинской помощи гражданам России.

Список литературы

1. *Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 августа 2008 г. № 458н* «О государственном задании на оказание высокотехнологичной медицинской помощи гражданам Российской Федерации за счет средств федерального бюджета в 2008 г.».

2. *Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 29 декабря 2008 г. № 786н* «О порядке формирования и утверждении государственного задания на оказание в 2009 г. высокотехнологичной медицинской помощи гражданам Российской Федерации за счет ассигнований федерального бюджета».

3. *Рыбальченко И. Е.* Проблемы формирования национальной системы высокотехнологичных медицинских услуг / И. Е. Рыбальченко. – СПб., 2008. – 30 с.

References

1. *Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya i social'nogo razvitiya RF ot 27 avgusta 2008 g. № 458n* «O gosudarstvennom zadaniy na okazanie vysokotehnologichnoj medicinskoj pomowi grazhdanam Rossijskoj Federacii za schet sredstv federal'nogo bjudzheta v 2008 g.».

2. *Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya i social'nogo razvitiya RF ot 29 dekabrya 2008 g. № 786n* «O porjadke formirovaniya i utverzhenii gosudarstvennogo zadaniya na okazanie v 2009 g. vysokotehnologichnoj medicinskoj pomowi grazhdanam Rossijskoj Federacii za schet assignovanij federal'nogo bjudzheta».

3. *Rybal'chenko I. E.* Problemy formirovaniya nacional'noj sistemy vysokotehnologichnyh medicinskih uslug / I. E. Rybal'chenko. – SPb., 2008. – 30 s.

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА ЖИВОТНЫХ

УДК 599.733.1

СЕЛЕКЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ПРОВОДИМЫЕ С ОВЦАМИ ЭДИЛЬБАЕВСКОЙ ПОРОДЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ОПЛОДОТВОРЯЕМОСТИ В КФХ «ЧАПЧАЧИ» НАРИМАНОВСКОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Максим Аркадьевич Кузичкин, аспирант

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел. 8 (8512) 71-96-18, e-mail: astrpriroda@mail.ru

Данное исследование посвящено оценке селекционно-племенной работы с овцами Эдильбаевской породы в КФХ «Чапчачи» Наримановского района Астраханской области с целью выявления особенности селекционных мероприятий, улучшающих породный состав.

Отбор особей производился по экстерьеру, конституции, продуктивности, происхождению и качеству потомства. Суцность селекции заключалась в оценке каждого животного, производственной части стада по внешним признакам, характеризующим продуктивно-конституционный тип животного, и по данным учёта мясной продуктивности и воспроизводительных особенностей. Основным приёмом в селекционной работе была бонитировка в годичном возрасте в соответствии с действующим стандартом по бонитировке курдючных и жирнохвостых пород овец.

Однородный подбор обеспечивал не только сохранение, но и дальнейшее развитие у потомства ценных качеств родителя.

Ключевые слова: овцы Эдильбаевской породы, чистопородное скрещивание, эффективный отбор и подбор, наследственные признаки.

THE SELECTIVE ACTIONS MADE WITH THE SHEEP OF THE EDILBAEVSKY BREED FOR THE PURPOSE OF FERTILIZATION INCREASING IN THE FARM “CHAPCHACHI” OF THE NARIMANOVSKY AREA OF THE ASTRAKHAN REGION

Kuzichkin Maksim A., Post-graduate Student

Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph. 8 (8512) 71-96-18, e-mail: astrpriroda@mail.ru

The given research is devoted to the estimation of the selective work with the sheep of edilbaevsky breed in the farm “Chapchachi” of Narimanovsky area of Astrakhan region in order to reveal some special features of the selective actions improving the pedigree structure.

The selection of individuals was made by exterior, constitution, efficiency, origin and posterity quality. The essential of the selection consisted in the estimation of every individual and the reproductive part of the flock in external features that characterize productive-constitutional type of the individual and according to the statistics of meat efficiency and reproductive features. The basic method of the selective work was the bonitation of sheep at the age of 1 year according to the present standard of fat-rumped and fat-tailed sheep bonitation.

Homogeneous selection provided both the preservation and the further development of valuable parental qualities of the posterity.

Key words: sheep of the Edilbaevsky breed, thoroughbred breeding, effective selection and breeding, hereditary features.

В настоящее время всё большее внимание и значение привлекает использование аборигенных пород овец мясосального направления. Ценнейшими качествами таких

пород овец являются скороспелость, выносливость, высокая жизнеспособность приплода и взрослого поголовья, минимальная потребность в кормах и защите [3]. Именно овцы данного направления продуктивности могут стать самостоятельным источником мясных ресурсов в области для получения качественной молодой баранины как с использованием естественных пастбищ, так и со стойловым откормом овец.

Порода, являясь одной из главных составных производства продукции овцеводства, создаётся в результате правильно проводимой селекционно-племенной работы. Эдильбаевская порода овец выведена казахскими овцеводами путём долголетнего, тщательного отбора и подбора в условиях экстенсивного ведения хозяйства [6]. Родиной этих овец является междуречье Волги и Урала.

Эдильбаевская порода овец в Астраханскую область была завезена в откормочный совхоз «Табун – Арал» Енотаевского района в 1980 г. из Гурьевской области Казахской ССР, а в КФХ «Чапчачи» Наримановского района – в 1995 г. За эти годы, благодаря целенаправленному отбору и подбору с использованием высокопродуктивных племенных баранов-производителей, при искусственном осеменении было создано высокопродуктивное стадо овец, которое получило статус племенного репродуктора по разведению овец Эдильбаевской породы в 2010 г.

Первоначально овцы Эдильбаевской породы в КФХ «Чапчачи» были завезены в 1995 г. в количестве 630 голов, в том числе бараны-производители – 30 голов, овцематки – 600 голов. Воспроизводство племенного поголовья овец велось методом чистопородного разведения и путём преобразовательного скрещивания местных маток с баранами-производителями, улучшающими породу. Полученных помесей (дочерей, внучек, правнучек) скрещивали с чистопородными племенными баранами-производителями Эдильбаевской породы [2; 4]. Таким образом, наследственные признаки улучшаемой породы с каждым поколением вытесняли отрицательные качества, и по типу развития и продуктивности животные приближались к улучшающей породе. В результате выполнения планомерного комплекса селекционных и технологических мероприятий в хозяйстве было создано стадо чистопородных овец, которые из года в год адаптировались к климатическим условиям хозяйства, куда были завезены их предки. Из чистопородных животных выращивали ремонтных баранчиков для собственного стада, ставили на проверку по качеству потомства и выявленных улучшателей использовали на искусственном осеменении маток, руководствуясь методом разведения «в себе», чтобы расширить изменчивость улучшаемой породы по селекционируемому признаку [1].

Таблица 1

**Производственные и финансово-экономические показатели
КФХ «Чапчачи» ($p \leq 0,5$)**

Показатели	Единица Измерения	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Численность овец на 01.01., всего	голов	1828	2403	3468
В том числе бараны-производители	голов	100	127	138
Овцематки	голов	1097	1479	1799
Живая масса барана-производителя	кг	91 ± 0,42	95 ± 0,54	96 ± 0,52
Живая масса овцематки	кг	73 ± 0,44	75 ± 0,53	71 ± 0,48
Живая масса при отбивке баранчика	кг	39,5 ± 0,41	40 ± 0,49	40 ± 0,52
Живая масса при отбивке ярки	кг	37,5 ± 0,41	38 ± 0,48	39 ± 0,41
Получено ягнят, всего	голов	1064	1479	1817
Получено ягнят на 100 маток	%	97	100	101
Сохранность молодняка при отбивке	%	98	98	98

Продолжение табл. 1

Настриг физической шерсти на овцу	кг	2,1 ± 0,02	2,3 ± 0,03	2,3 ± 0,02
Настриг физической шерсти на барана	кг	3,4 ± 0,03	3,5 ± 0,01	3,5 ± 0,03
Настриг физической шерсти на матку	кг	2,3 ± 0,02	2,5 ± 0,01	2,5 ± 0,02
Настриг физической шерсти, всего	цн	53	70	76
Продано физической шерсти	цн	53	70	76
Реализационная цена 1 цн шерсти	тыс. руб.	0,72	0,85	0,85
Получено средств от продажи шерсти	тыс. руб.	48,6	59,5	60,0
Себестоимость 1 цн шерсти	тыс. руб.	2,9	3,1	4,7
Произведено мяса в живом весе	цн	151	364	196
Продано мяса в живом весе	цн	151	364	196
Реализационная цена 1 цн мяса	тыс. руб.	10,0	12,0	12,1
Получено средств от продажи мяса	тыс. руб.	15,1	33,7	23,8
Себестоимость 1 цн мяса в живом весе	тыс. руб.	9,3	10,3	11,2
Содержание 1 овцы в год	руб.	4327	4600	4856
Доход от 1 овцы в год	руб.	403	583	614
Получено дотаций на поддержку овец	тыс. руб.	–	–	481
Прибыль от овцеводства	тыс. руб.	+61	+54	+170
Рентабельность	%	23	22	24

Из таблицы 1 следует, что за 3 года численность овец увеличилась на 90 %, в том числе овцематок – на 64 %.

Реализационная цена 1 цн мяса в 2008 г. составила 12,1 тыс. руб., шерсти – 0,85 тыс. руб. Себестоимость 1 цн мяса составила 11,2 тыс. руб., шерсти – 4,7 тыс. руб. Прибыль от реализации овцеводческой продукции составила 170 тыс. руб. Рентабельность отрасли овцеводства по годам колеблется и составляет 22–24 % [2; 4].

Таблица 2

Классный состав овец на основании бонитировки 2007 г.

Половозрастные группы	Единица измерения	Классы (факт.)			
		Элита	I	II	Всего
Бараны-производители	голов	138	–	–	138
	%	100	–	–	100
Овцематки	голов	961	450	68	1479
	%	65	30	5	100
Ярки старше 1 года	голов	321	196	19	536
	%	60	36	4	100
Всего	голов	1420	646	87	2153

Таблица 3

Структура стада овец в хозяйстве в 2007 г.

Половозрастные группы	Голов (факт.)	%
Бараны-производители	138	5,7
Овцематки	1479	61,6
Ярки старше 1 года	536	22,3
Баранчики 2006 г.р.	250	10,4
Баранчики 2007 г.р.	–	–
Всего	2403	100

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что в структуре стада овец в хозяйстве количество овцематок и ярок составляет 83,9 %, в том числе овцематок – 61,6 %, что соответствует требованиям стандарта породы [2].

Таблица 4

Племенная продажа овец в 2007 г.

Половозрастные группы	Всего голов (факт.)	Из них голов	
		Элита	I класс
Бараны-производители	–	–	–
Бараны старше 2 лет	–	–	–
Бараны старше 1 года	100	100	–
Овцематки	–	–	–
Ярки старше 1 года	–	–	–
Ярки до 1 года	200	130	70
Итого	300	230	70

По данным таблицы 4, в 2007 г. хозяйством было продано всего 300 голов овец, из них: бараны старше 1 года – 100 голов, ярки до 1 года – 200 голов.

Племенная работа в стаде овец начиналась с отбора, а затем следовала наиболее сложная часть – подбор, эти 2 приёма селекции тесно связаны между собой. Подбор обеспечивал, прежде всего, закрепление ценных признаков высокопродуктивных животных [5].

Применение однородного подбора способствовало закреплению и непрерывному совершенствованию хозяйственно полезных признаков, обогащающих наследственность и обеспечивающих создание стада, выровненного по типу.

Список литературы

1. *Ахматов А.* Эффективность методов подбора родительских пар при селекции овец Эдильбаевской породы : автореф. дис. ... канд. с-х наук / А. Ахматов. – Алма-Ата, 1983. – С. 5–21.
2. *Данные статистической отчётности с 1980 по 2008 г. Наримановского района Астраханской области.*
3. *Кананин К. К.* Развитие мясосального овцеводства в Казахстане / К. К. Кананин, А. А. Ахатов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1994. – № 11. – С. 77–81.
4. *План селекционно-племенной работы до 2012 г. с овцами Эдильбаевской породы в КФХ «Чапчачи» Наримановского района Астраханской области.* – С. 50.
5. *Плохинский Н. А.* Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – М. : Колос, 1969. – С. 7–8.
6. *Черкаев А. В.* Овцеводство Казахстана / А. В. Черкаев, К. У. Медеубеков. – М. : Колос, 1977. – С. 120–130.

References

1. *Ahmatov A.* Jeffektivnost' metodov podbora roditel'skih par pri selekcii ovec Jedil'baevskoj porody : avtoref. dis. ... kand. s-h nauk / A. Ahmatov. – Alma-Ata, 1983. – S. 5–21.
2. *Dannye statisticheskoj otchjotnosti s 1980 po 2008 g. Narimanovskogo rajona Astrahanskoj oblasti.*
3. *Kanapin K. K.* Razvitie mjasosal'nogo ovcevodstva v Kazahstane / K. K. Kanapin, A. A. Ahatov // Vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki Kazahstana. – 1994. – № 11. – S. 77–81.
4. *Plan selekcionno-plemennoj raboty do 2012 g. s ovcami Jedil'baevskoj porody v KFh "Chapchachi" Narimanovskogo rajona Astrahanskoj oblasti.* – S. 50.
5. *Plohinskij N. A.* Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov / N. A. Plohinskij. – M. : Kolos, 1969. – S. 7–8.
6. *Cherekaev A. V.* Ovcevodstvo Kazahstana / A. V. Cherekaev, K. U. Medeubekov. – M. : Kolos, 1977. – S. 120–130.

УДК 21543.21

**АДАПТАЦИОННЫЕ И ПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
КРУПНОРОГАТОГО СКОТА КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ
В УСЛОВИЯХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ольга Николаевна Цымбал, аспирант

Астраханский государственный университет
414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
тел. 89086210215, e-mail: sunnyolga13@mail.ru

Изучение адаптационных особенностей крупного рогатого скота из одной природно-климатической зоны в другую представляет научный, а также практический интерес для Астраханской области. Изменение природно-климатических условий оказывает большое влияние на продуктивность, а также на физиологию и биохимические процессы организма животных. Поэтому изучение адаптационных и продуктивных особенностей для сохранения продуктивных качеств, а также здоровья крупного рогатого скота в условиях аридной зоны Астраханской области является актуальным. В последние годы в нашу область все чаще завозят неадаптированных к нашим условиям животных. Одной из таких пород является Красно-пестрая, завезенная из Воронежа. Механизм адаптации этой породы представляет как практический, так и теоретический интерес.

Ключевые слова: адаптационные особенности, промеры, продуктивность, бонитировка, биохимические показатели крови, среднесуточный удой.

**THE ADAPTATION AND PRODUCTIVE CHARACTERISTICS
OF THE RED-MOTLEY BREED CATTLE IN CONDITIONS
OF THE ASTRAKHAN REGION**

Tsybmal Olga N., Post-graduate Student

*Astrakhan State University
414000, Astrakhan, Shaumyana square, 1,
ph. 89086210215, e-mail: sunnyolga13@mail.ru*

A study of adaptive features of the cattle from one natural-climatic zone to another is of scientific and practical interest for the Astrakhan region. Changing climatic conditions has a significant impact on productivity, as well as on the physiology and biochemical processes in the body of animals. Therefore, the study of adaptive and productive features to maintain productive qualities, as well as the health of cattle in the arid zone of the Astrakhan region is important. In recent years, our region is increasingly maladjusted are imported to our conditions of animals. One such species is the Red and White, brought from Voronezh. The mechanism of adaptation of this breed is both practical and theoretical interest.

Key words: adaptive features, measurements, productivity, valuation of, biochemical parameters of blood, average daily milk yield.

Красно-пестрая порода выведена в России путем скрещивания симментальских коров с быками Красно-пестрой голштинской породы в 1980–1998 гг. Порода утверждена в 1998 г.

Целью создания породы явилось объединение крепости конституции, хорошей адаптационной способности к условиям окружающей среды, высокой скорости роста молодняка Симментальской породы с высокой молочной продуктивностью, хорошей формой и функциональной способностью вымени, молочным типом телосложения Голштинской породы.

Программа работ по выведению новой породы не предусматривала полного поглощения симментальского скота Красно-пестрой голштинской породой. Предполагалось сохранить мясные качества животных Симментальской породы, их способность к продуктивному долголетию и приспособленность к местным кормовым условиям.

Крестьянское фермерское хозяйство «Янтарь» Харабалинского района Астраханской области создано 31 января 1995 г. Общая земельная площадь составляет 7100 га. Помимо молочного животноводства, хозяйство занимается растениеводством.

В 2009 г. в хозяйство завезли 50 голов нетелей из Воронежской области. А в 2010 г. – 48 голов. Завезенные животные имеют племенные карточки с данными о происхождении.

По состоянию на 1 сентября 2011 г. численность поголовья составляет 212 голов. Из них коров – 89 голов, телок до года – 30, телок от 12 до 18 месяцев – 26, бычков до года – 45, бычков от 12 до 18 месяцев – 22.

Кормление и содержание оказывает большое влияние на адаптацию и продуктивные качества животных. В хозяйстве крупнорогатый скот кормят грубыми кормами, сочными, зелеными, концентрированными, обеспечивая полноценное питание.

Резко-континентальный климат Астраханской области активно влияет на здоровье и продуктивность животных. Поэтому нами был проведен общий анализ крови опытной группы, состоящей из 25 голов коров (табл. 1).

Таблица 1

Общий анализ крови Красно-пестрой породы крупного рогатого скота в КФХ «Янтарь»

Показатели	Фактическое значение	Допустимые нормы
Общий белок, г%	7,59 ± 0,58	7,2 ± 1,4
Резервная щелочь, об.%CO ₂	48 ± 10	46 ± 20
Общий Са, мкг%	10 ± 1	10 ± 2,5
Неорганический фосфор, мг%	4,5 ± 0,3	4,5 ± 1,5
Каротин (стойловый период), мг%	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,6
Кетоновые тела	Не обнаружено	Отсутствуют

По результатам изучения биохимических показателей крови отклонений не выявлено. Общий белок, резервная щелочь, общий кальций, неорганический фосфор, каротин находятся в пределах физиологической нормы [2].

Одним из наиболее важных показателей приспособляемости организма является молочная продуктивность. Среднесуточный удой на одну корову Красно-пестрой породы в условиях Астраханской области составляет 19,5 кг. За август 2011 г. крестьянское фермерское хозяйство «Янтарь» произвело 45337 т молока.

К примеру, рассмотрим показатели коровы с индивидуальным номером 6037 в условиях Астраханской области и ее матери 1125, а также матери 1125 – 6140 – в условиях Воронежской области.

Удой 6037 за 2010 г. составил 5536 кг. Жирность молока – 4 %, белок – 3 %. Удой 1125 составляет 5747 кг. Жирность молока – 3,9 %, белок – 3 %. Удой 6140 составляет 4687 кг. Жирность молока – 3,9 %, белок – 3 %.

Рассмотрим также форму 4-мол.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров Красно-пестрой породы

Индивидуальный номер животного	1 доение	2 доение	Всего за сутки	Жирность, %	Белок, %
7746	8,2	9,6	17,8	3,1	3
8267	8,7	9,9	18,6	3,2	3
8247	9,3	10,2	19,5	3,2	3
8334	8,8	9,7	18,5	3,1	3
8553	16	17,5	33,5	3	3

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы. Красно-пестрая порода крупного рогатого скота обладает достаточно хорошими приспособительными качествами. В новых условиях среды они не уменьшили, а наоборот увеличили молочную про-

дуктивность, несмотря на то, что условия Астраханской области и Воронежской области различны. Астраханская область обладает резко-континентальным климатом. Температура января $-5 - 10$ °С, летом $+25 - 41$ °С. Количество осадков – 222 мм в год. Воронежская область расположена в зоне умеренного климата. Зима морозная, с устойчивым снежным покровом. Температура июня $+20$ °С, но может подняться и до 30 °С [1].

Также нами был изучен химический состав молока Красно-пестрой породы крупного рогатого скота (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав молока подопытных животных

Показатели	%
СОМО	8,51 + 0,16
Жирность	3,8 + 0,03
Белок	3,0 + 0,02

Анализ показал, что состав и качество молока соответствуют требованиям.

Нами были проведены промеры 25 голов подопытных животных. Обхват груди в среднем составил 190 см, высота в холке – 135 см, высота в крестце – 133 см, обхват пясти – 23 см и косая длина туловища – 150 см. Отклонений от нормы обнаружено не было.

Таким образом, новые природно-климатические условия среды не оказывают отрицательного влияния на исследуемую группу крупного рогатого скота Красно-пестрой породы.

Список литературы

1. *Географический атлас России* / под ред. Г. Поздняк. – Картография, 2008. – 300 с.
2. *Лысов В. Ф.* Основы физиологии и этологии животных / В. Ф. Лысов, В. И. Максимов. – М. : КолосС, 2004. – 248 с.

References

1. *Geograficheski atlas Rossii* / pod red. G. Pozdniak. – Kartografija, 2008. – 300 s.
2. *Lysov V. F.* Osnovy fiziologii i etologii zhivotnyh / V. F. Lysov, V. I. Maksimov. – M. : KolosS, 2004. – 248 s.

УДК 620.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРАФЕНА, ПОЛУЧЕННОГО РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Алсу Наилевна Булатова, кандидат физико-математических наук, доцент
Марат Фатыхович Булатов, профессор, доктор физико-математических наук,
проректор по инновациям и развитию наукоемкого бизнеса
Ирина Юрьевна Шустова, аспирант

Астраханский государственный университет
414004, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а,
тел. (8512) 61-08-84, 61-08-02, e-mail: anbulatova@mail.ru,
bulatov_agu@mail.ru, sharlotta@list.ru

Графен, благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, вызывает огромный научный интерес в области материаловедения и физики конденсированного состояния. Ожидается, что после создания крупномасштабной технологии синтеза графена с заранее заданными электрическими свойствами, он сможет заменить кремний и стать основой для электрических устройств будущего с более высокими скоростями, химической стойкостью и лучшей функциональностью. В данной статье представлен обзор наиболее перспективных направлений в области синтеза графена и проведен сравнительный анализ электрических свойств графенов, полученных этими методами.

Ключевые слова: графен, методы синтеза, электрические свойства, микромеханическое расслоение, химическая интеркаляция, электродуговой метод, термическое разложение SiC, CVD-синтез, наноленты, сопротивление, подвижность, эффект Холла, проводимость.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF A GRAPHENE OBTAINED BY DIFFERENT METHODS

Bulatova Alsu N., Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor
Bulatov Marat F., Professor, Doctor of Science (Physics and Mathematics),
the vice-rector on innovation and development of high-tech business
Shustova Irina Yu., Post-graduate Student

Astrakhan State University
414056, Astrakhan, Tatishchev st., 20a,
ph. (8512) 61-08-84, 61-08-02, e-mail: anbulatova@mail.ru,
bulatov_agu@mail.ru, sharlotta@list.ru

Graphene, due to their unique physical and chemical properties is of great scientific interest in materials science and condensed matter physics. It is expected that after the establishment of large-scale graphene synthesis technology with predetermined electrical properties, it will replace silicon and form the basis for future electrical devices with higher speeds, chemical resistance and better functionality. This article provides an overview of the most promising areas in the synthesis of graphene and a comparative analysis of the electrical properties of graphene obtained by these methods.

Key words: graphene, synthesis methods, electrical properties, micromechanical separation, chemical intercalation, the electric method, the thermal decomposition of SiC, CVD-synthesis, nanoribbons, resistance, mobility, Hall effect, conductivity.

Введение

Графен – это плоский одиночный слой с sp^2 -гибридизацией электронных оболочек атомов углерода, плотно упакованных в гексагональную кристаллическую решетку. Наблюдаемый в последние годы значительный рост публикаций, посвященных тематике графена, вызван его уникальными физико-химическими свойствами, в том числе квантовым эффектом Холла при комнатной температуре [19; 29], высокой оптической прозрачностью [33] амбиполярным эффектом поля [34], уникальными теплопроводящими свойствами [5] и чрезвычайно высокой подвижностью носителей заряда [23].

По своим электрическим свойствам графен является двумерным полуметаллом с очень малым перекрытием зоны проводимости и валентной зоны и особой электронной энергетической структурой вблизи уровня Ферми. Дисперсия валентных состояний электронов здесь носит линейный характер, вследствие чего носители заряда обладают практически нулевой эффективной массой и аномально высокой подвижностью [32; 33; 36]. В результате графен является лучшим проводником электрического тока по сравнению с любой другой плёнкой такой толщины. Как показывают результаты многочисленных исследований, на качество электрических характеристик графена большое влияние оказывают такие факторы, как дефектность кристаллической структуры, количество слоев, наличие и материал подложки.

Исключительные электрические свойства стимулировали активные исследования в направлении возможных прикладных приложений графена в электронике (баллистические транзисторы, компоненты интегральных микросхем, прозрачные проводящие электроды и датчики) [19; 38; 41]. Однако современная ситуация не столь оптимистична, существует ряд препятствий на пути промышленного внедрения графена. Одной из основных проблем является отсутствие надежной, хорошо масштабируемой и недорогой технологии синтеза высококачественного крупномасштабного графена.

Поэтому целью написания данного обзора было выявить среди разнообразных методов синтеза наиболее перспективные, позволяющие получать образцы графена не только достаточно больших площадей, но и с электрическими характеристиками, отвечающим требованиям, предъявляемым к современным конструкционным материалам в области нанoeлектроники и спинтроники.

Микромеханическое расслоение графита. Большинство первых экспериментальных исследований было выполнено на образцах графена, изготовленных механическим расслоением высокоориентированного пиролитического графита (HOPG) при помощи адгезионной плёнки и с дальнейшим переносом полученных тонких чешуек графита с плёнки на поверхность SiO_2 подложки [7; 32]. Для идентификации образцов однослойного графена использовалась оптическая микроскопия. Применение этого метода, до настоящего времени, позволяло получать лучшие образцы графена толщиной от нескольких атомарных слоёв до одного, с характерными размерами плёнок около 10 мкм.

Наиболее примечательной особенностью работ по разработке первых графеновых транзисторов было выявление возможности постоянной подстройки носителей заряда (дырок и электронов) в зависимости от значения затворного напряжения. Так, автором работы [35] были проведены исследования электронных свойств образцов графена, полученных механическим расслоением. Для этого из образцов графена были изготовлены кресты с характерной шириной дорожек порядка 1 мкм и расположенных на кремниевой пластине со слоем SiO_2 $d = 300$ нм. Металлическая разводка формировалась при помощи электроннолучевой и контактной фотолитографии. Общий вид готового образца приведён на рисунке 1.

Пример зависимости сопротивления графена от напряжения на затворе показан на рисунке 2. Этот эффект наиболее ярко выражен для самых тонких образцов графена, в то время как образцы из нескольких слоев показывают гораздо более низкую затворную зависимость из-за экранирования электрического поля отдельными графеновыми слоями.

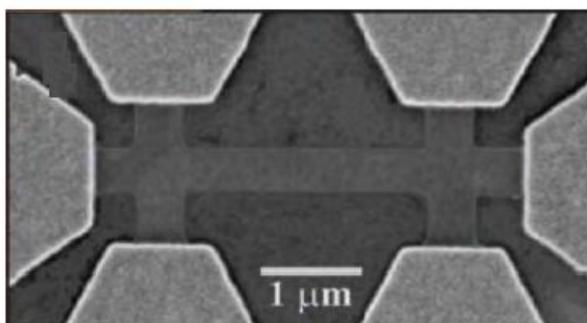


Рис. 1. Пример готового образца для измерения электрических характеристик [35]

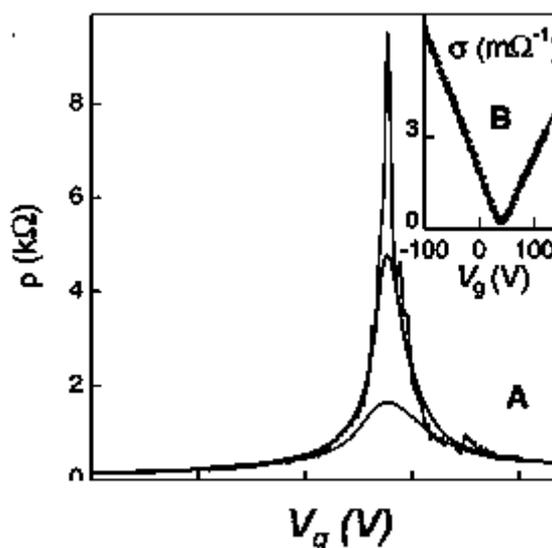


Рис. 2. Зависимость сопротивления графена от напряжения на затворе [35]

Исследования показали, что полученные листы графена являются двумерным полуметаллом с очень малым перекрытием зоны проводимости и валентной зоны. Было обнаружено, что они демонстрируют сильный амбиполярный эффект поля, который позволяет приложением затворного напряжения индуцировать электроны и дырки с концентрацией до $10^{13}/\text{см}^2$ и с подвижностью ~ 10 тыс. $\text{см}^2/\text{В}$ с (при комнатной температуре), что значительно превышает подвижность носителей заряда основного материала современной электроники – кремния.

Авторами работ [15; 31] были изучены электрические свойства двухслойного и трехслойного мультиграфена. Показано, что электронные состояния двухслойного графена значительно отличаются от монослоя графена из-за сильных взаимодействий прослойки. В монослое дисперсия в окрестности уровня Ферми:

$$\varepsilon \pm (\kappa) = \pm \hbar v |\kappa|, \quad (1)$$

в двухслойном –

$$\varepsilon \pm (\kappa) = \pm \hbar^2 k^2 / 2m, \quad (2)$$

где m – эффективная масса [15].

В графене экспериментально был обнаружен аномальный целочисленный квантовый эффект Холла [36; 45]. На рисунке 3А представлен график Холловской проводимости графена σ_{xy} в зависимости от концентрации носителей заряда в постоянном магнитном поле с индукцией В. Чёткие ступеньки задаются законом:

$$\sigma_{xy} = \frac{4e^2}{h} \left(N + \frac{1}{2}\right), \quad (3)$$

где N – целое число, при этом последовательность не прерывается при переходе через нуль.

На рисунке 3В показана зависимость σ_{xy} для образца, состоящего из двух слоёв графена. В этом случае наблюдается обычная последовательность квантования (последовательность прерывается при прохождении через нуль) и описывается законом:

$$\sigma_{xy} = \frac{4e^2}{h} N. \quad (4)$$

Аномальный эффект Холла в графене был подробно рассмотрен в ряде теоретических работ [20; 37]. Теория, с помощью которой можно объяснить наблюдаемый в эксперименте качественный переход между графеном и ультратонким графитом, основывается на предположении, что носителями заряда в графене (в отличие от ультратонкого графита) являются безмассовые фермионы и, соответственно, подчиняются релятивистскому уравнению Дирака. Экспериментальное обнаружение в графене дираковских фермионов открыло уникальную возможность исследовать некоторые аспекты релятивистской квантовой электродинамики в твердом теле [32].

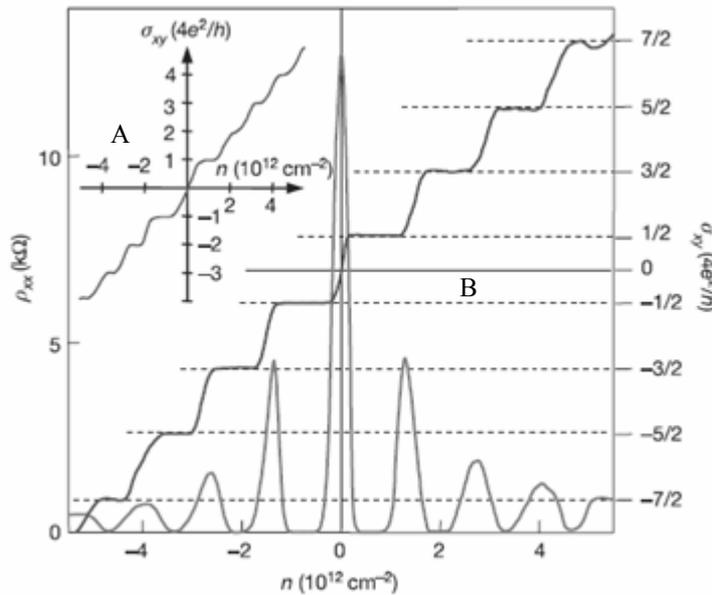


Рис. 3. А – квантовый эффект Холла в плёнке монографена, В – квантовый эффект Холла в плёнке толщиной в 2 монослоя графита

Графены, полученные кропотливым, ручным методом микромеханического расслоения HOPG обладают структурным совершенством кристаллической решетки и демонстрируют прекрасные электрические качества. Однако этот метод не позволяет получать графен больших площадей и не подходит для организации промышлен-

ленного производства. Вероятнее всего, этот метод будет использоваться только в области фундаментальных исследований [19].

Метод химической интеркаляции. Этот способ расслоения графита основан на использовании поверхностно-активных органических жидкостей-интеркалянтов, приводящих к увеличению межслойных расстояний и ослаблению связей между соседними слоями. Дальнейшее разделение интеркалированного графита на графеновые слои может осуществляться как механически, так и за счет интенсивного перевода вещества, располагающегося между слоями, в газовую фазу, например, в процессе быстрого нагревания.

Разделение графеновых слоев возможно путем использования различных окислителей (кислород, галогены), приводящих к снижению энергии взаимодействия между слоями. Это позволяет разделить графеновые слои в жидкой фазе. Полученный, окисленный графен может быть восстановлен гидразином, водородом и др. В суспензии содержатся как однослойные, так и многослойные графеновые листы, поперечные размеры которых составляют порядка нескольких мкм [24; 30]. Для измерения электрических характеристик образцы графенов переносились на предварительно протравленную подложку SiO₂ / Si. Методом электронно-лучевой литографии наносились полоски Ti (15 нм) или Au (20 нм) для обеспечения контакта с графеновыми образцами [27]. Измерение электрических характеристик показало, что образец графена шириной 100 нм имеет при комнатной температуре сопротивление 10–30 кОм. Температурная зависимость сопротивления в диапазоне температур от 50 до 300 К показала «полупроводниковое» поведение: R(t) была монотонно убывающей функцией.

Авторами работы [11], на основе рассмотренного выше способа, также была получена водная суспензия, содержащая графеновые листы. Затем, после фильтрации, осадок осаждался с фильтром и просушивался на воздухе. В результате был получен плотный материал (графеновая бумага) толщиной от 10 нм до 10 мкм (рис. 4).

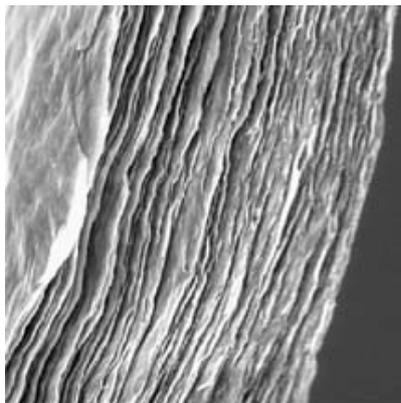


Рис. 4. Графеновая бумага [11]

Исследование электропроводящих свойств полученной графеновой бумаги проводилось четырехконтактным методом [14] с расстоянием между контактами 1 нм. Значение электропроводности графеновой бумаги, отожженной при 220 и 500 °С составило 118 и 351 См см⁻¹ соответственно.

Однослойные графеновые листы были получены исследователями из Калифорнии [39] путем модификации рассмотренного выше метода. На начальной стадии процесса мелкодисперсный порошок окисленного графена, полученный из поликристаллического графита методом Хамерса, обрабатывался борогидридом натрия и арилдиазониевой солью сульфанильной кислоты. Согласно измерениям проводимости, восстановленный на первой стадии графен имел электропроводность 17 См·м⁻¹. Дальнейшее восстановление образца с гидразином привело к увеличению электропроводности до 1250 См·м⁻¹, что значительно ниже, чем у кристаллического графита (6120 См·м⁻¹). Авторы объясняют это ограниченными размерами графеновых листов, составляющих пленку, и наличием несовершенства контактов между отдельными листами.

Основным преимуществом этого метода является высокая масштабируемость [44]. В то же время графен, полученный химическим расслоением, имеет не только размерные ограничения, но и существенные изменения в кристаллической решетке, что приводит к значительным ухудшениям электрических свойств, представляющих интерес для наноэлектроники [12].

Электродуговой метод. Кристаллическая структура графита может быть преобразована в различные поверхностные углеродные структуры при дуговом разряде с графитовыми электродами в атмосфере инертного газа.

В качестве катода авторами работы [42] использовался графитовый стержень – анод – вращающийся графитовый цилиндр с отверстиями, заполненными порошком окисленного графена (ОГ), полученного методом Хамерса. Электрическая дуга постоянного тока возникала в смеси водорода и аргона. В результате разряда происходило восстановление графена из ОГ. Для удаления крупных частиц графита и агрегатов полученный материал заливался N-метилпиролидоном, и затем полученная суспензия подвергалась центрифугированию, фильтрации и сушке в вакууме. Использование электродугового метода позволило получить до 18 % однослойных графенов от общей массы. Электрические характеристики измерялись с помощью СТМ, оснащенного пьезоманипулятором. Значение электропроводности образца, полученного в атмосфере водорода, составило $2 \cdot 10^3 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$, в аргоне – $2 \cdot 10^2 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$. Высокие значения электропроводности свидетельствуют о более совершенной структуре по сравнению с образцами, полученными другими методами. Однако данный метод не позволяет получать крупномасштабные образцы графена

Эпитаксиальный рост на поверхности SiC. При использовании метода термического разложения SiC размер синтезируемой эпитаксиальной пленки графена сопоставим с размерами исходного кристалла карбида кремния [10;18 и др.], а при исследовании электрических характеристик нет необходимости переноса графена на диэлектрическую подложку.

Впервые эпитаксиальные слои графена на SiC были получены и изучены Боммелем еще в 1975 г. [8]. Столь ранний интерес к эпитаксиальным слоям графена был вызван необходимостью контроля электронного контакта SiC, важного полупроводникового материала. В работе [2] были получены пленки толщиной 5 (или более) монослоев графита со структурой, образованной отдельными фрагментами графена в плоскости подложки SiC с линейными размерами 15–50 нм. После значительной модификации данного метода авторам работы [17] удалось получить графеновые пленки с более высокой степенью пространственной однородности и гораздо большими размерами (до 100 мкм). Монокристаллическая пластина SiC (0001), легированная азотом, помещалась в газовую среду аргона ($p \approx 1 \text{ Бар}$), температура варьировалась в диапазоне от 1500 до 2000 °С, продолжительность процесса составляла 15 мин.

Электрические характеристики, эпитаксиальных пленок графена на SiC были измерены четырехконтактным методом [17]. В качестве контактов использовались полоски Ti/Au, нанесенные на подложку термическим напылением, размер образцов оставался 100 x 100 мкм. Для холловских измерений B магнитного поля $\sim 0,66 \text{ Тл}$, размер образцов составлял 4 x 50 мкм, температура варьировалась в диапазоне между 27 и 300 К. Было выявлено, что подвижность носителей заряда слабо зависит от размера образца и увеличивается с уменьшением температуры (табл.).

Таблица

Значения подвижности зарядов

Метод синтеза	Метод измерения	Подвижность, $\text{см}^2 \text{В}^{-1} \text{с}^{-1}$ при температуре, К	
		300	27
Отжиг в атмосфере аргона	Эффект Холла	900	1850
	4-контактный метод	930	2000
Вакуумный отжиг	Эффект Холла	470	–
	4-контактный метод	550	710

Рядом авторов было показано, что сформированный таким образом слой графена на поверхности SiC характеризуется линейной дисперсией π -заполненных и π -свободных состояний в области точки K зоны Бриллюэна [6; 43], но в отличие от идеального графена, точка Дирака в данной системе лежит ниже уровня Ферми, что существенно ограничивает возможность технологического применения графена, полученного методом термического разложения SiC. Таким образом, несмотря на ряд преимуществ этого метода, полученные пленки эпитаксиального графена не обладают столь высокими электрическими характеристиками, как у образцов, полученных методом механического расслоения HOPG.

Ранее предлагалось, что рост графена на изоляционных поверхностях карбида кремния при высокотемпературном отжиге в вакууме сможет открыть путь для крупномасштабного производства графена. Однако на современном этапе существует еще целый ряд нерешенных проблем, которые не позволяют перевести этот метод на реальную технологическую основу. Одна из них – это трудность контроля толщины формируемого поверхностного слоя мультиграфена и ряд ограничений, накладываемых качеством применяемого карбида кремния.

CVD-синтез графена. На сегодняшний день этот метод считается наиболее перспективным для получения высококачественного графена больших размеров.

В основе метода крекинга углеродосодержащих газов (CVD) лежит возможность термокаталитического разложения газообразных углеводородов на поверхности переходных металлов с образованием углеродных структур. Контроль количества слоев графена осуществляется путем регулировки температуры синтеза. Первоначально насыщенный углеродом при высоких температурах металл подвергается резкому охлаждению, что приводит к выделению избыточного углерода на его поверхность в виде тонкой наноуглеродной пленки. В настоящее время таким методом удалось вырастить графен на подложках из различных металлов: Ni [16], Pt (111) [3], Pd, Co [21], Ir [13] и др.

Авторами работы [40] были изучены электрические характеристики образцов графена на кристалле Ru (0001) по стандартной четырехконтактной схеме с использованием контактов на основе вольфрамового острия и перемещаемых с помощью пьезоэлектрических манипуляторов. Было выявлено, что сопротивление между слоями в 1000 раз выше, чем поверхностное сопротивление верхнего слоя. Основной механизм межслойной проводимости связан с туннелированием электронов π -орбит.

CVD-синтез графена возможен не только на монокристаллах металла, но и на тонких поликристаллических пленках металлов (Ni, Cu), напыленных на SiO₂/Si подложку [26; 1]. Для проведения электрических измерений металлическая подложка травилась в FeCl₃, остатки удалялись с помощью плавильной кислоты. Полученные графеновые пленки (1 x 1 см) переносились на SiO₂/Si подложку. Измерение сопротивления графеновых пленок осуществлялось четырехконтактным методом и составило 280 Ом при комнатной температуре [26]. Электрические измерения, выполненные многоканальным методом, дали значение подвижности электронов 3750 см²В⁻¹с⁻¹. В эксперименте наблюдался рост электрического сопротивления мультиграфеновой пленки по мере уменьшения радиуса изгиба пленки, что может быть использовано при создании наноэлектромеханического устройства, преобразующего механический сигнал в электрический, и наоборот.

Аналогичным методом, авторами работы [27] были получены однослойные графеновые пленки на медной фольге (25 мкм) размером 1 x 1 см в потоке метана и водорода методом CVD, которые затем были перемещены на SiO₂/Si подложку. Для исследования электрических характеристик была использована схема полевого транзистора с подзатворным диэлектриком Al₂O₃. Подвижность носителей заряда составила 4050 см²В⁻¹с⁻¹, с концентрацией носителей в точке Дирака 3,2 x 10¹¹, что на порядок ниже у образцов, полученных механическим методом.

Метод CVD демонстрирует высокий потенциал для производства высококачественного графена больших площадей. Лучшие образцы CVD-графена представляют собой смесь от моно- до 3–4-слойных графеновых листов. По своим электрическим

характеристикам CVD-графен намного лучше образцов, синтезированных другими способами, но заметно уступает монографену, полученному методом механического расслоения HOPG. В связи с этим, для полного понимания механизма CVD-роста графена необходимо проведение ряда дополнительных экспериментов.

Графеновые наноленты. При комнатной температуре графен непригоден для создания полевых транзисторов, поскольку при приложении затворного напряжения всегда существует ток утечки. Для решения этой проблемы было предложено миниатюризировать полоски графена, чтобы квантово-размерные эффекты привели к образованию запрещенной зоны.

Многочисленные теоретические и экспериментальные работы [9; 22; 41 и др.] показали, что графеновые «наноленты» шириной не более 100 нм эффективно ограничивают движение носителей заряда в одном измерении. Ленты правильной ширины и кристаллической структуры обладают полупроводниковыми свойствами и демонстрируют поведение, присущее квантам, в относительно существенном масштабе. В обычных полупроводниках движение электрона характеризуется дифференциальным уравнением второго порядка. В этом случае волновая функция имеет исчезающе малую амплитуду на границе. Для графена уравнение Шредингера имеет вид системы уравнений первого порядка. В результате амплитуда волновой функции по краям почти такая же, как внутри графеновой ленты, поэтому электронные состояния в графеновой ленте весьма чувствительны к форме края структуры.

В зависимости от краевой структуры (рис. 5), наноленты из графена проявляют металлические свойства (в случае границы типа «зигзаг»), т.к. в этом случае существуют краевые состояния без дисперсии, локализованные в непосредственной близости от края либо полупроводника, имеют запрещенную зону, ширина которой определяется поперечным размером ленты (в случае границы типа «кресло»).

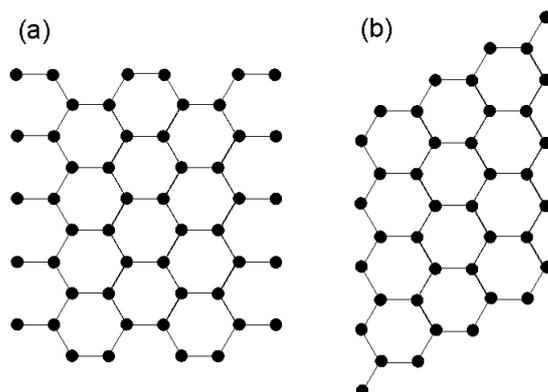


Рис. 5. Наноленты с границами типов «кресло» (a) и «зигзаг» (b)

Измерения проводимости таких лент при различных температурах показали, что при комнатной температуре электропроводность постепенно увеличивается вместе с напряжением и значительно уменьшается с уменьшением ширины ленты, это связано с тем, что энергетическая ширина запрещенной зоны обратно пропорциональна ширине ленты [4; 22] и не зависит от выбора направления.

Заключение

Таким образом, несмотря на существование ряда проблем на пути создания технологии крупномасштабного производства графена, соответствующие методы могут быть разработаны уже в ближайшее время. Результаты исследований последних лет позволили значительно увеличить размер и улучшить физические характеристики синтезируемого графена. И нет никаких сомнений, что графен и композиционные материалы, созданные на его основе, лягут в основу электроники будущего.

Работа проведена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.; научно-исследовательские работы по лоту «Проведение научных исследований коллективами под руководством приглашенных исследователей в области химии и новых материалов».

Список литературы

1. Булатова А. Н. Рост мультиграфена на тонких пленках никеля / А. Н. Булатова, М. Ф. Булатов, Д. В. Старов, И. Ю. Шустова // *Естественные науки*. – 2011. – Т. 2, вып. 1. – С. 192–196.
2. Лебедев А. А. Исследование пленок мультиграфена, получаемых на поверхности SiC методом сублимации / А. А. Лебедев, И. С. Котоусова, А. В. Лаврентьев и др. // *ФТТ*. – 2010. – Т. 52, вып. 4. – С. 799–805.
3. Тонтегоде А. Я. Интеркалирование атомами двумерной графитовой пленки на металлах / А. Я. Тонтегоде, Е. В. Рутков // *УФН*. – 1993. – Т. 163, вып. 11. – С. 57–74.
4. Avouris P. Doping and phonon renormalization in carbon nanotubes / P. Avouris, Z.-H. Chen, V. Perebeinos // *Nat. Nano*. – 2007. – Vol. 2. – P. 725–730.
5. Balandin A. A. Extremely High Thermal Conductivity of Graphene: Experimental Study / A. A. Balandin, S. Ghosh, W. Bao etc. // *Nano Letters*. – 2008. – Vol. 8, № 3. – P. 902–907.
6. Berger C. Electronic Confinement and Coherence in Patterned Epitaxial Graphene / C. Berger, Z. Song, X. Li etc. // *Science*. – 2006. – Vol. 312. – P. 1191–1196.
7. Bolotin K. I. Ultrahigh electron mobility in suspended grapheme / K. I. Bolotin, K. J. Sikes, Z. Jianga etc. // *Solid State Communications*. – 2008. – Vol. 146, № 9–10. – P. 351–355.
8. Bommel A. V. Leed and Auger electron observations of the SiC (0001) surface / A. V. Bommel, J. Crombeen, A. V. Tooren // *Surf. Sci*. – 1975. – Vol. 48. – P. 463–472.
9. Brey L. Electronic states of graphene nanoribbons studied with the Dirac equation / L. Brey, H. A. Fertig // *Phys. Rev*. – 2006. – Vol. B 73.
10. Chang C. S. Studies of SiC (001) and Pt (111) surfaces by scanning tunneling microscopy / C. S. Chang, N. J. Zheng, I. S. Tsong etc. // *Journal of Vacuum Science & Technology B*. – 1991. – Vol. 9. – P. 681.
11. Chen H. Mechanically Strong, Electrically Conductive, and Biocompatible Graphene Paper / H. Chen, M. B. Müller, K. J. Gilmore etc. // *Advanced Materials*. – 2008. – Vol. 20, № 18. – P. 3557–3561.
12. Chen Z. Graphene Nano-Ribbon Electronics / Z. Chen, Y. M. Lin, M. J. Rooks, P. Avouris // *Physica*. – 2007. – Vol. 40. – P. 228–232.
13. Coraux J. Growth of graphene on Ir (111) / J. Coraux, A. T. N'Diaye, C. Busse, M. Engler // *New Journal of Physics*. – 2009. – Vol. 11. – P. 023006.
14. Eda G. Large-area ultrathin films of reduced graphene oxide as a transparent and flexible electronic material / G. Eda, G. Fanchin, M. Chowalla // *Nature Nanotechnology*. – 2008. – Vol. 3. – P. 270–274.
15. Edward M. Level Degeneracy and Quantum Hall Effect in a Graphite Bilayer / M. Edward, V. I. Fal'ko Landau // *Phys. Rev. Lett*. – 2006.
16. Eizenberg M. Carbon monolayer phase condensation on Ni (111) / M. Eizenberg, J. M. Blakely // *Surf. Sci*. – 1979. – Vol. 82. – P. 228–236.
17. Emtsev K. Towards wafer-size graphene layers by atmospheric pressure graphitization of silicon carbide / K. Emtsev, A. Bostwick, K. Horn etc. // *Nature Materials*. – 2009. – Vol. 8. – P. 203–207.
18. Forbeaux I. Heteroepitaxial graphite on 6H-SiC (0001): Interface formation through conduction-band electronic structure / I. Forbeaux, J.-M. Themlin, J.-M. Debever. // *Phys. Rev. Lett*. – 1998. – Vol. 58. – P. 16396–16406.
19. Geim A. K. Graphene: Status and prospects / A. K. Geim // *Science*. – 2009. – P. 324 (5934), 1530–1534.
20. Gusynin V. P. Unconventional integer quantum Hall effect in grapheme / V. P. Gusynin, S. G. Sharapov // *Phys. Rev. Lett*. – 2005. – P. 146801.
21. Hamilton J. Carbon segregation to single crystal surfaces of Pt, Pd and Co / J. Hamilton, J. M. Blakely // *Surf. Sci*. – 1980. – Vol. 91. – P. 199–202.
22. Han M. Y. Energy band-gap engineering of graphene nanoribbons / M. Y. Han, B. Oezylmaz, Y. Zhang, P. Kim // *Phys. Rev. Lett*. – 2007. – Vol. 98. – P. 206805.
23. Han M. World nuclear forces / M. Han, N. Shannon // *Phys. Status Solidi*. – 2007. – Vol. 244. – P. 4134.
24. Hernandez Y. High-yield production of graphene by liquid-phase exfoliation of graphite / Y. Hernandez, V. Nicolosi, M. Lotyal etc. // *Nature nanotechnol*. – 2008. – Vol. 3. – P. 563–568.
25. Jiang Z. Quantum Hall effect in grapheme / Z. Jiang, Y. Zhang, Y. W. Tan etc. // *Solid State Commun*. – 2007. – Vol. 143. – P. 14–19.

26. **Kim S. K.** Large-scale pattern growth of graphene films for stretchable transparent electrodes / S. K. Kim, Y. Zhao, H. Jang etc. // *Nature*. – 2009. – Vol. 457. – P. 706–710.
27. **Li X.** Large-area synthesis of high-quality and uniform graphene films on copper foils / X. Li, W. Cai, J. An etc. // *Science*. – 2009. – Vol. 324 (5932). – P. 1312–1314.
28. **Li X.** Processable aqueous dispersions of graphene nanosheets / X. Li, M. Muller, S. Gilje etc. // *Nature nanotechnol.* – 2008. – Vol. 3. – P. 101–105.
29. **McCann E.** Unconventional quantum Hall effect and Berry's phase of 2π in bilayer graphene / E. McCann, S. V. Morozov, V. I. Falko etc. // *Nature Physics*. – 2006. – № 2. – P. 177–180.
30. **Meyer J. C.** On the roughness of single- and bi-layer graphene membranes / J. C. Meyer, A. K. Geim, M. I. Katsnelson etc. // *Solid State Commun.* – 2007. – Vol. 143. – P. 101–109.
31. **Mikito K.** Orbital diamagnetism in multilayer graphenes: Systematic study with the effective mass approximation / K. Mikito, T. Ando // *Phys. Rev.* – 2007. – № B. 76. – P. 085425.
32. **Morozov S. V.** Giant intrinsic carrier mobilities in graphene and its bilayer / S. V. Morozov, K. S. Novoselov, M. I. Katsnelson // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – Vol. 100. – P. 016602.
33. **Nair R. R.** Fine structure constant defines visual transparency of graphene / R. R. Nair, P. Blake, A. N. Grigorenko etc. // *Science*. – 2008. – Vol. 320. – P. 1308–1312.
34. **Novoselov K. S.** Electric field effect in atomically thin carbon films / K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov etc. // *Science*. – 2004. – Vol. 306. – P. 666–669.
35. **Novoselov K. S.** Electric field effect in atomically thin carbon films / K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov etc. // *Science Rev. Lett.* – 2008. – Vol. 438. – P. 201–204.
36. **Novoselov K. S.** Two-dimensional gas of massless Dirac fermions in graphene / K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov // *Nature*. – 2005. – Vol. 438. – P. 197–200.
37. **Peres N. M.** Electronic properties of two dimensional carbon / N. M. Peres, F. Guinea, A. H. Castro Neto // *Phys. Rev.* – 2006. – № B 73. – P. 125411.
38. **Schedin F.** Detection of individual gas molecules adsorbed on graphene // F. Schedin, A. K. Geim, S. V. Morozov // *Nat. Mater.* – 2007. – Vol 6 (9). – P. 652–655.
39. **Si Y.** Synthesis of Water Soluble Graphene / Y. Si, E. Samulski // *Nano Lett.* – 2008. – Vol. 8 (6). – P. 1679–1682.
40. **Sutter P.** Epitaxial graphene on ruthenium / P. Sutter, J. I. Flege, E. Sutter // *Nature Mater.* – 2008. – Vol. 7. – P. 406–411.
41. **Wang X.** Room-temperature all-semiconducting sub-10-nm graphene nanoribbon field-effect transistors / X. Wang, Y. Ouyang, X. Li etc. // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – Vol. 100. – P. 206803.
42. **Wu Z.-S.** Synthesis of Graphene Sheets with High Electrical Conductivity and Good Thermal Stability by Hydrogen Arc Discharge Exfoliation / Z.-S. Wu, W. Ren, L. Gao etc. // *ACS Nano*. – 2009. – Vol. 3 (2). – P. 411–417.
43. **Xiaochen D.** Ultra-large single-layer graphene obtained from solution chemical reduction and its electrical properties / D. Xiaochen, S. Ching-Yuan, Z. Wenjing etc. // *Phys. Chem.* – 2010. – Vol. 12. – P. 2164–2169.
44. **Yenny H.** High-yield production of graphene by liquid-phase exfoliation of graphite / H. Yenny // *Nature Nanotech.* – 2008. – Vol. 3. – P. 563–568.
45. **Zhang Y.** Experimental observation of the quantum Hall effect and Berry's phase in graphene / Y. Zhang, Y.-W. Tan, H. L. Stormer, P. Kim // *Nature*. – 2005. – Vol. 438. – P. 201–204.

References

1. **Bulatova A. N.** Rost mul'tigrafena na tonkih plenkah nikelja / A. N. Bulatova, M. F. Bulatov, D. V. Starov, I. Ju. Shustova // *Estestvennyye nauki*. – 2011. – T. 2, vyp. 1. – S. 192–196.
2. **Lebedev A. A.** Issledovanie plenok mul'tigrafena, poluchaemyh na poverhnosti SiC metodom sublimacii / A. A. Lebedev, I. S. Kotousova, A. V. Lavrent'ev i dr. // *FTT*. – 2010. – T. 52, vyp. 4. – S. 799–805.
3. **Tontegode A. Ja.** Interkalirovanie atomami dvumernoj grafitovoj plenki na metal-lah / A. Ja. Tontegode, E. V. Rut'kov // *UFN*. – 1993. – T. 163, vyp. 11. – S. 57–74.
4. **Avouris P.** Doping and phonon renormalization in carbon nanotubes / P. Avouris, Z.-H. Chen, V. Perebeinos // *Nat. Nano*. – 2007. – Vol. 2. – P. 725–730.
5. **Balandin A. A.** Extremely High Thermal Conductivity of Graphene: Experimental Study / A. A. Balandin, S. Ghosh, W. Bao etc. // *Nano Letters*. – 2008. – Vol. 8, № 3. – P. 902–907.
6. **Berger C.** Electronic Confinement and Coherence in Patterned Epitaxial Graphene / C. Berger, Z. Song, X. Li etc. // *Science*. – 2006. – Vol. 312. – P. 1191–1196.
7. **Bolotin K. I.** Ultrahigh electron mobility in suspended graphene / K. I. Bolotin, K. J. Sikes, Z. Jianga etc. // *Solid State Communications*. – 2008. – Vol. 146, № 9–10. – P. 351–355.

8. **Bommel A. V.** Leed and Auger electron observations of the SiC (0001) surface / A. V. Bommel, J. Crombeen, A. V. Tooren // *Surf. Sci.* – 1975. – Vol. 48. – P. 463–472.
9. **Brey L.** Electronic states of graphene nanoribbons studied with the Dirac equation / L. Brey, H. A. Fertig // *Phys. Rev.* – 2006. – Vol. B 73.
10. **Chang C. S.** Studies of SiC (001) and Pt (111) surfaces by scanning tunneling microscopy / C. S. Chang, N. J. Zheng, I. S. Tsong etc. // *Journal of Vacuum Science & Technology B.* – 1991. – Vol. 9. – P. 681.
11. **Chen H.** Mechanically Strong, Electrically Conductive, and Biocompatible Graphene Paper / H. Chen, M. B. Müller, K. J. Gilmore etc. // *Advanced Materials.* – 2008. – Vol. 20, № 18. – P. 3557–3561.
12. **Chen Z.** Graphene Nano-Ribbon Electronics / Z. Chen, Y. M. Lin, M. J. Rooks, P. Avouris // *Physica.* – 2007. – Vol. 40. – P. 228–232.
13. **Coraux J.** Growth of graphene on Ir (111) / J. Coraux, A. T. N'Diaye, C. Busse, M. Engler // *New Journal of Physics.* – 2009. – Vol. 11. – P. 023006.
14. **Eda G.** Large-area ultrathin films of reduced graphene oxide as a transparent and flexible electronic material / G. Eda, G. Fanchin, M. Chowalla // *Nature Nanotechnology.* – 2008. – Vol. 3. – P. 270–274.
15. **Edward M.** Level Degeneracy and Quantum Hall Effect in a Graphite Bilayer / M. Edward, V. I. Fal'ko Landau // *Phys. Rev. Lett.* – 2006.
16. **Eizenberg M.** Carbon monolayer phase condensation on Ni (111) / M. Eizenberg, J. M. Blakely // *Surf. Sci.* – 1979. – Vol. 82. – P. 228–236.
17. **Emtsev K.** Towards wafer-size graphene layers by atmospheric pressure graphitization of silicon carbide / K. Emtsev, A. Bostwick, K. Horn etc. // *Nature Materials.* – 2009. – Vol. 8. – P. 203–207.
18. **Forbeaux I.** Heteroepitaxial graphite on 6H-SiC (0001): Interface formation through conduction-band electronic structure / I. Forbeaux, J.-M. Themlin, J.-M. Debever. // *Phys. Rev. Lett.* – 1998. – Vol. 58. – P. 16396–16406.
19. **Geim A. K.** Graphene: Status and prospects / A. K. Geim // *Science.* – 2009. – P. 324 (5934), 1530–1534.
20. **Gusynin V. P.** Unconventional integer quantum Hall effect in grapheme / V. P. Gusynin, S. G. Sharapov // *Phys. Rev. Lett.* – 2005. – P. 146801.
21. **Hamilton J.** Carbon segregation to single crystal surfaces of Pt, Pd and Co / J. Hamilton, J. M. Blakely // *Surf. Sci.* – 1980. – Vol. 91. – P. 199–202.
22. **Han M. Y.** Energy band-gap engineering of graphene nanoribbons / M. Y. Han, B. Oezylmaz, Y. Zhang, P. Kim // *Phys. Rev. Lett.* – 2007. – Vol. 98. – P. 206805.
23. **Han M.** World nuclear forces / M. Han, N. Shannon // *Phys. Status Solidi.* – 2007. – Vol. 244. – P. 4134.
24. **Hernandez Y.** High-yield production of graphene by liquid-phase exfoliation of graphite / Y. Hernandez, V. Nicolosi, M. Lotya etc. // *Nature nanotechnol.* – 2008. – Vol. 3. – P. 563–568.
25. **Jiang Z.** Quantum Hall effect in grapheme / Z. Jiang, Y. Zhang, Y. W. Tan etc. // *Solid State Commun.* – 2007. – Vol. 143. – P. 14–19.
26. **Kim S. K.** Large-scale pattern growth of graphene films for stretchable transparent electrodes / S. K. Kim, Y. Zhao, H. Jang etc. // *Nature.* – 2009. – Vol. 457. – P. 706–710.
27. **Li X.** Large-area synthesis of high-quality and uniform graphene films on copper foils / X. Li, W. Cai, J. An etc. // *Science.* – 2009. – Vol. 324 (5932). – P. 1312–1314.
28. **Li X.** Processable aqueous dispersions of graphene nanosheets / X. Li, M. Muller, S. Gilje etc. // *Nature nanotechnol.* – 2008. – Vol. 3. – P. 101–105.
29. **McCann E.** Unconventional quantum Hall effect and Berry's phase of 2π in bilayer grapheme / E. McCann, S. V. Morozov, V. I. Falko etc. // *Nature Physics.* – 2006. – № 2. – P. 177–180.
30. **Meyer J. C.** On the roughness of single- and bi-layer graphene membranes / J. C. Meyer, A. K. Geim, M. I. Katsnelson etc. // *Solid State Commun.* – 2007. – Vol. 143. – P. 101–109.
31. **Mikito K.** Orbital diamagnetism in multilayer graphenes: Systematic study with the effective mass approximation / K. Mikito, T. Ando // *Phys. Rev.* – 2007. – № B. 76. – P. 085425.
32. **Morozov S. V.** Giant intrinsic carrier mobilities in graphene and its bilayer / S. V. Morozov, K. S. Novoselov, M. I. Katsnelson // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – Vol. 100. – P. 016602.
33. **Nair R. R.** Fine structure constant defines visual transparency of grapheme / R. R. Nair, P. Blake, A. N. Grigorenko etc. // *Science.* – 2008. – Vol. 320. – P. 1308–1312.
34. **Novoselov K. S.** Electric field effect in atomically thin carbon films / K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov etc. // *Science.* – 2004. – Vol. 306. – P. 666–669.
35. **Novoselov K. S.** Electric field effect in atomically thin carbon films / K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov etc. // *Science Rev. Lett.* – 2008. – Vol. 438. – P. 201–204.
36. **Novoselov K. S.** Two-dimensional gas of massless Dirac fermions in grapheme / K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov // *Nature.* – 2005. – Vol. 438. – P. 197–200.

37. **Peres N. M.** Electronic properties of two dimensional carbon / N. M. Peres, F. Guinea, A. H. Castro Neto // Phys. Rev. – 2006. – № B 73. – 125411.
38. **Schedin. F.** Detection of individual gas molecules adsorbed on graphene // F. Schedin, A. K. Geim, S. V. Morozov // Nat. Mater. – 2007. – Vol 6 (9). – P. 652–655.
39. **Si Y.** Synthesis of Water Soluble Graphene / Y. Si, E. Samulski // Nano Lett. – 2008. – Vol. 8 (6). – P. 1679–1682.
40. **Sutter P.** Epitaxial graphene on ruthenium / P. Sutter, J. I. Flege, E. Sutter // Nature Mater. – 2008. – Vol. 7. – P. 406–411.
41. **Wang X.** Room-temperature all-semiconducting sub-10-nm graphene nanoribbon field-effect transistors / X. Wang, Y. Ouyang, X. Li etc. // Phys. Rev. Lett. – 2008. – Vol. 100. – 206803.
42. **Wu Z.-S.** Synthesis of Graphene Sheets with High Electrical Conductivity and Good Thermal Stability by Hydrogen Arc Discharge Exfoliation / Z.-S. Wu, W. Ren, L. Gao etc. // ACS Nano. – 2009. – Vol. 3 (2). – P. 411–417.
43. **Xiaochen D.** Ultra-large single-layer graphene obtained from solution chemical reduction and its electrical properties / D. Xiaochen, S. Ching-Yuan, Z. Wenjing etc. // Phys. Chem. – 2010. – Vol. 12. – P. 2164–2169.
44. **Yenny H.** High-yield production of graphene by liquid-phase exfoliation of graphite / H. Yenny // Nature Nanotech. – 2008. – Vol. 3. – P. 563–568.
45. **Zhang Y.** Experimental observation of the quantum Hall effect and Berry's phase in graphene / Y. Zhang, Y.-W. Tan, H. L. Stormer, P. Kim // Nature. – 2005. – Vol. 438. – P. 201–204.

УДК 539.193/194;535/33.34

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ДИМЕРОВ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Михаил Давыдович Элькин, доктор физико-математических наук, профессор
Екатерина Юрьевна Степанович, аспирант
Диана Мухамеджановна Нуралиева, аспирант
Елена Азатуллаевна Джалмухамбетова, кандидат физико-математических наук, доцент
Ольга Михайловна Алыкова, кандидат педагогических наук, доцент

Астраханский государственный университет
 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20 а,
 тел. 8 (8512) 61-08-84, e-mail: elkinmd@mail.ru, kofl@aspu.ru, kofl@aspu.ru,
 dianet_88@mail.ru

Данная работа посвящена построению структурно-динамических моделей димеров бензойной кислоты. Для исследуемых соединений определены геометрические параметры молекул, такие как длины валентных связей и величины углов между ними. Описана методика оценки ангармонического смещения полос в колебательных спектрах полициклических соединений на основании результатов неэмпирических квантовых расчетов параметров адиабатического потенциала – кубических и квартичных силовых постоянных. Получены частоты колебательных состояний и величины их интегральных интенсивностей. Моделирование димеров молекул и их ангармонических колебательных состояний осуществлялось в предположении плоской конфигурации соединений. Расчет проводился квантовым методом функционала плотности DFT/B3LYP с различными базисами. Проведена полная интерпретация фундаментальных колебательных состояний исследуемых соединений. Оценивается влияние поляризационных и диффузионных эффектов атомного базиса на интерпретацию колебательных состояний. Проведен анализ параметров адиабатического потенциала, оценивается ангармоническое смещение полос колебательных спектров. Сопоставление результатов моделирования рассмотренных молекул с имеющимися экспериментальными данными по колебательным спектрам исследуемых соединений позволяет сделать вывод о достоверности предсказательных квантовых расчетов параметров адиабатического потенциала для димеров бензойной кислоты и о возможности их спектральной идентификации.

Ключевые слова: колебательные спектры, молекулярные спектры, ИК-спектры, ангармонизм колебаний, бензойная кислота, димеры бензойной кислоты, адиабатический потенциал, межмолекулярное взаимодействие, внутримолекулярное взаимодействие, силовые постоянные.

THE SYSTEM ANALYSIS OF VIBRATION OF THE BENZOIC ACID DIMERS VIBRATION

Elkin Michael D., Doctor of Science (Physics and Mathematics), Professor
Stepanovich Ekaterina Yu., Post-graduate Student
Nuralieva Diana M., Post-graduate Student
Dzhalmuhambetova Elena A., Candidate of Science (Physics and Mathematics),
Alykova Olga M., Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor

Astrakhan State University
414056, Astrakhan, Tatishchev st., 20 a,
ph. 8 (8512) 61-08-84, e-mail: elkinmd@mail.ru, kof@aspu.ru,
kof1@aspu.ru, dianet_88@mail.ru

This work is devoted to the construction of structural-dynamic models of benzoic acid dimers compounds. The geometric parameters of molecules are defined for researching compounds, such as a valence bond lengths and angles between them. A method is described for evaluation of the anharmonic shift of bands in vibrational spectra of polycyclic compounds based on the results of ab initio quantum calculations for the adiabatic potential - cubic and quartic force constants. The frequencies of the vibrational spectra and their integrated intensities are obtained. Modeling of molecular geometry and anharmonic vibrational spectra was carried out under the suggestion of planar configuration of the compounds. The calculation was performed by density functional quantum method DFT/B3LYP with different basis. A complete interpretation of the fundamental vibrational states of the compounds is carried out. Accounting for polarization and diffusion effects of the atomic basis does not impact on the interpretation of vibrational spectra. Analysis of the adiabatic potential parameters suggests and the anharmonic shift was carried out. A modeling results of the studied compounds were compared with the available experimental data on vibrational spectra of the investigated compounds. It can be concluded that predictive quantum calculations for the adiabatic potential of polychlorinated dibenzocycles is reliable and give the possibility of their spectral identification.

Key words: vibrational spectra, molecular spectra, IR spectra, anharmonicity of vibration, benzoic acid, benzoic acid dimers, adiabatic potential, intermolecular interaction, intramolecular interaction, force constants.

Введение

Теоретическая интерпретация колебательных состояний димеров карбоновых кислот в диапазоне $2500\text{--}3500\text{ см}^{-1}$, куда попадают валентные колебания связей ОН и СН, обертоны валентных колебаний связей С=О и деформационных колебаний связей ОН и СН, противоречива даже для простейших представителей данного класса соединений. Достаточно сослаться на публикации [5; 10].

Констатируя наличие проблемы для димеров бензойной кислоты (БК) и ее различных замещенных, авторы статьи [9] использовали для ее решения процедуру масштабирования расчетных значений частот фундаментальных колебаний [1]. Но в диапазоне $2500\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ такой подход не согласуется с решением задачи в ангармоническом приближении [3; 4].

Цель данной работы – изложение подхода к интерпретации колебательных состояний димера БК в диапазоне $2500\text{--}3500\text{ см}^{-1}$, анализ причин имеющихся разногласий в отнесении частот валентных колебаний связей ОН, основанных на использовании неэмпирических квантовых расчетов параметров адиабатического потенциала.

Математическая модель ангармонического сдвига колебательных состояний.

Воспользуемся для этого соотношением:

$$\Delta E^n = \chi_{sr} \left(n_s + \frac{1}{2} \right) \left(n_r + \frac{1}{2} \right), \quad (1)$$

являющимся решением модельного уравнения для описания молекулярных колебаний в рамках адиабатической теории возмущения второго порядка [7]:

$$2H = v_s \cdot \frac{(P_s^2 + (Q^s)^2)}{2} + \mu^{\frac{1}{4}} P_\alpha \mu^{-\frac{1}{4}} P_\beta \mu^{\frac{1}{4}} + \frac{1}{3} F_{rst} Q^r Q^s Q^t + \frac{1}{12} F_{rstu} Q^r Q^s Q^t Q^u + \dots \quad (2)$$

Выражения для ангармонических констант χ_{sr} предложены в публикации [4]:

$$\chi_{ss} = \frac{1}{16} F_{ssss} - \frac{5}{48} \frac{(F_{sss})^2}{v_s} + \frac{1}{32} (F_{ssr})^2 (\Omega(s; s; -r) - \Omega(s; s; r) - 1 \mathfrak{Q}(r; r; r)) (1 - \delta_{sr}), \quad (3)$$

$$\chi_{sr} = \frac{1}{16} F_{ssrr} - \frac{1}{8} (F_{ssr})^2 (\Omega(s; s; -r) + \Omega(s; s; r) (1 - \delta_{sr})) + \frac{3}{8} (F_{srt})^2 (\Omega(s; r; t) - \Omega(s; r; -t) + \Omega(s; -r; t) - \Omega(s; -r; -t)) \times \\ \times (1 - \delta_{sr}) (1 - \delta_{st}) (1 - \delta_{rt}) + L(\alpha; sr)^2 \frac{1}{2} \left(\left(\frac{1}{v_s + v_r} \right) + \left(\frac{1}{v_s - v_r} \right) \right). \quad (4)$$

В соотношениях (1)–(4) $P_\alpha = L(\alpha; sr) Q^s P_r$; $L(\alpha; sr)$ – постоянные Кориолиса, v_s – частоты гармонических колебаний (в см^{-1}); Q^s – безразмерные нормальные колебательные координаты, линейно связанные с декартовыми смещениями атомов; F_{rst} и F_{rstu} – кубические и квартичные силовые константы, $\Omega(s; \pm r; \pm t) = (v_s \pm v_r \pm v_t)^{-1}$ – резонансные функции, n_s – квантовые числа рассматриваемого колебательного состояния.

Таблица 1

Интерпретация фундаментальных колебательных состояний карбоксильного фрагмента мономера бензойной кислоты

Форма колеб.	$\nu_{\text{эксп}}$ [1,3]	6-311G*				6-311G**				6-311 + G**			
		ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	ИК	КР	ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	ИК	КР	ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	ИК	КР
$\nu_{\text{ОН}}$	3567	3742	3528	57	160	3771	3573	87	152	3772	3577	99	137
$\nu_{\text{C=O}}$	1752	1804	1771	334	55	1802	1769	326	55	1785	1753	395	91
$\beta_{\text{ОН},\beta}$	1347	1384	1360	84	8.2	1376	1344	107	10	1363	1327	116	12
$\beta_{\text{ОН},\beta}$	1169	1222	1189	180	24	1213	1189	119	20	1211	1187	84	14
$\nu_{\text{CO},\beta}$	1073	1121	1096	46	0,9	1118	1091	50	1	1114	1088	41	1,2
ν_{OCO}	628	643	637	53	0,3	642	635	51	0,3	640	634	49	0,4
$\chi_{\text{ОН}}$	571	620	587	66	7,7	597	564	64	7,3	578	577	71	2,5

Примечание: частоты в см^{-1} , интенсивности ИКС в км/моль , в спектрах КР в $\text{Å}^4/\text{а.е.м.}$

Обсуждение результатов модельных расчетов. Модельные расчеты параметров адиабатического потенциала мономера и димера бензойной кислоты осуществлены в базисах 6-311G*, 6-311G**, 6-311+G. Набор фундаментальных колебаний мономера бензойной кислоты можно разделить на 2 части. Первая часть относится к колебаниям карбоксильного фрагмента (табл. 1), вторая – бензольного остова (табл. 2).

Как следует из этих таблиц, выбор базиса расчета не влияет на интерпретацию колебательных состояний мономера, сохраняется качественная оценка интенсивностей.

Результаты использования формул (3) и (4) и расчетных значений ангармонических силовых констант ($F_{\text{OQQ}} = 2550 - 2620 \text{ см}^{-1}$, $F_{\text{OQQQ}} = 1480 - 1514 \text{ см}^{-1}$, $F_{\chi\text{OQQ}} = 1760 - 1540 \text{ см}^{-1}$) дает основание считать величину $\sim 200 \text{ см}^{-1}$ достоверной оценкой ангармонического смещения полос валентного колебания связи ОН в мономерах карбоновых кислот. Это хорошо согласуется с данными, представленными в таблице 1 ($\nu_{\text{анг}}$). Доминирующий вклад в значение диагональной ангармонической посто-

янной χ_{11} вносит кубическая силовая константа F_{QQQ} . Его нивелирует квартичная силовая константа F_{QQQQ} . Вклад квартичной силовой константы $F_{\chi_{11}QQ}$ очевиден. Вкладом остальных недиагональных ангармонических постоянных можно пренебречь из-за малости входящих в них значений ангармонических силовых постоянных и значительных размеров энергетических щелей $\Omega_{s,r,t}(v_s - v_r - v_t)$.

Таблица 2

Интерпретация фундаментальных колебаний бензольного остова бензойной кислоты

Форма колеб.	$\nu_{\text{эксп}}$ [17]	$\nu_{\text{эксп}}$ [18]	ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	Мономер				Димер			
					ИК		КР		ИК		КР	
Q, β , γ	1603	1609	1651	1609	17	19	62	75	53	60	199	241
Q, β , γ	1595	1591	1630	1592	5,4	5,5	3,8	5,4	42	52	8,6	15
β	1496	1500	1532	1501	1,3	1,8	0,7	1,3	9,3	14	0,6	0,8
β	1460	1455	1489	1463	15	17	1,3	1,5	58	73	14	21
Q, β	1326	1347	1358	1322	6,3	9,2	0,8	1,5	13	75	4,1	4,2
β	–	1291	1343	1319	2,5	4,4	0,4	0,7	224	377	28	32
β	1156	1187	1199	1179	111	156	12	20	56	63	5,4	5,6
β	1065	1073	1096	1071	80	116	0,2	0,3	22	24	0,1	0,1
Q, β	1021	1026	1048	1033	14	20	7,9	11	22	25	20	26
Q, γ	1009	1000	1021	1006	0,3	0,4	31	42	1,7	1,9	74	97
β ,Q	786	771	791	781	8,2	10	13	16	22	25	29	33
γ	521	–	530	524	6,1	6,2	0,9	1,1	81	101	1,2	1,3
ρ , ρ CC	729	710	733	717	135	150	0,1	0,3	148	155	0,1	1,3
ρ ,x	703	688	706	693	7,1	14	0,1	0,6	18	22	0,1	0,1

Данные таблицы 3 показывают, что образование димера БК не сказывается на положении полос валентных колебаний связей СН, что позволяет использовать данный факт для интерпретации сложного контура полос димера в диапазоне 2500–3200 см^{-1} .

Таблица 3

Интерпретация фундаментальных колебаний связей СН бензойной кислоты

$\nu_{\text{эксп}}$ [17]	ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	Мономер		Димер (G^* , G^{**} , $+G^{**}$)					
			ИК	КР	ИК	КР	ИК	КР	ИК	КР
3100	3215	3078	2,2–3,7	112–118	9,2	246	4,1	241	6,6	252
3082	3206	3079	5,1–6,8	98–112	21	155	58	179	384	185
3067	3189	3045	12–25	131–144	101	327	2240	379	513	341
3053	3178	3061	11–17	101–109	36	256	31	248	22	229
3040	3166	3019	0,3–0,5	53–60	0,1	124	9,1	124	3,7	111

Нарушение в закономерности поведения интенсивностей в ИК спектре димера объясняют данные таблицы 4. Для антисимметричного валентного колебания связи ОН (тип симметрии B_u) расчетные значения гармонических частот в базисах G^{**} , $+G^{**}$ отделены от частоты валентного колебания связи СН щелью менее 10 см^{-1} . Имеет место перепутывание форм нормальных колебаний, что приводит к перераспределению интенсивностей. Этот факт отражается на значениях ангармонических силовых констант F_{qqQ} , F_{qqqq} (табл. 4).

Таблица 4

Ангармонические силовые постоянные димера бензойной кислоты

Базис	F_{0000}	F_{qq0}	F_{0000}	F_{zz00}	F_{pp00}	F_{qq00}	F_{qqzz}	F_{qqpp}	F_{qqqq}
G^*	2091	2015	869	–546	–610	881	–538	–604	871
G^{**}	2125	1368	924	–328	–574	629	–225	–382	428
$+G^{**}$	2116	1740	915	–611	–611	791	–460	–517	672

Для базиса G^* валентные колебания связей ОН и СН являются характеристичными по форме, энергетическая щель между ними существенно превышает величину барьера учета резонансных взаимодействий (10 см^{-1} по умолчанию) в технологии Gaussian [6]. Этот факт имеет место и для полносимметричного валентного колебания (тип симметрии A_g) связи ОН димера бензойной кислоты. Как результат – хорошее согласие кубических (F_{QQQ}) и квартичных (F_{QQQQ}) силовых констант в различных базисах. Такое же согласие между ангармоническими силовыми константами будем иметь и при переходе от координат симметрии к естественным колебательным координатам (с учетом перепутывания форм колебаний для резонирующих состояний связей ОН и СН в базисах G^{**} и $+G^{**}$).

Согласно данным таблицы 5, выбор базиса существенно влияет на расчетные значения частот валентных колебаний связей ОН в гармоническом приближении (ν_r). Расхождение достигает величины $\sim 100 \text{ см}^{-1}$. Учетом диффузионных поправок (+) для плоских колебаний можно пренебречь. Эти поправки сказываются на расчетных значениях крутильных колебаний связей ОН, однако на интерпретацию спектра не влияют. Отметим, что такой характер поведения расчетных значений крутильных колебаний связей ОН в базисе $+G^{**}$ имеет место и для других представителей класса карбоновых кислот [3; 4].

Таблица 5

Интерпретация фундаментальных колебательных состояний карбоксильных фрагментов димера бензойной кислоты

Тип сим.	Форма колеб.	$\nu_{\text{эксп}} [1,3]$	G^*			G^{**}			$+G^{**}$		
			ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	Инт	ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	Инт	ν_r	$\nu_{\text{анг}}$	Инт
AG	Q_{OH}	2720	3186	2842	1229	3088	2728	1070	3104	2726	1044
AG	$Q_{\text{C=O}}$	1693	1709	1659	264	1696	1644	277	1686	1627	329
AG	β_{OH}	1424	1484	1444	30	1481	1448	16	1474	1437	41
AG	$Q_{\text{CO}_2}, Q_{\text{CC}}$	1297	1313	1284	128	1317	1287	110	1309	1279	151
AG	$\gamma, \beta, Q_{\text{CO}}$	1176	1155	1134	17	1154	1133	18	1151	1127	19
AU	χ_{OH}	962	970	952	243	996	977	122	982	956	206
BU	ρ_{OH}	–	3268	2965	4639	3192	2955	3634	3198	2903	4852
BU	$Q_{\text{C=O}}$	1709	1750	1706	927	1745	1703	909	1731	1690	1010
BU	β_{OH}	1432	1462	1417	190	1466	1423	163	1453	1411	183
BU	$Q_{\text{CO}_2}, Q_{\text{CC}}$	1322	1320	1290	651	1324	1299	492	1318	1286	661
BU	$\gamma, \beta, Q_{\text{CO}}$	1126	1151	1132	16	1150	1126	12	1147	1124	19
BU	$\gamma_{\text{OCO}}, \gamma$	664	679	673	52	682	676	45	679	674	47
BU	$\beta_{\text{CC=O}}$	540	547	545	81	549	548	101	546	545	96

Ангармонический сдвиг полос в низкочастотный диапазон валентных колебаний связей ОН в димере БК, рассчитанный по формулам (3) и (4) с данными по частотам (ν_r) и ангармоническим силовым постоянным из таблиц из 4 и 5, оценивается величиной $\sim 270\text{--}350 \text{ см}^{-1}$, что удовлетворительно согласуется с результатами, приведенными в таблице 4.

Таблица 6

Кубические силовые постоянные водородных связей и ангармоническое смещение валентных колебаний связей ОН в димерах бензойной кислоты

Базис	ν_a	ν_b	F_{aOO}	F_{bOO}	F_{aOQ}	F_{bOQ}	$\Delta\nu(A_g)$	$\Delta\nu(BU)$
G^*	119	105	154	18	123	13	-26	-19
G^{**}	116	107	214	30	117	16	-64	-16
$+G^{**}$	114	105	210	22	148	14	-75	-27

Доминирующий вклад вносят кубические силовые константы ($\Delta\nu \sim -300 \text{ см}^{-1}$). Влияние квартичных силовых констант очевидно ($\Delta\nu \sim 50 \text{ см}^{-1}$). Оценка третьего слагаемого в выражении (3), если не подвергать сомнению возможности технологии Gaussian в предсказательных расчетах ангармонических силовых постоянных для низкочастотных колебаний, приведена в таблице 6. Указанное слагаемое определяет

влияние водородных связей на ангармоническое смещение полос валентных колебаний связей ОН. Зависимость от базиса расчета здесь проявляется наглядно.

Заключение

Проведенные модельные расчеты параметров адиабатического потенциала для мономера и димера бензойной кислоты дают основание использовать метод функционала плотности для осуществления достоверных предсказательных расчетов параметров адиабатического потенциала таких практически значимых молекулярных соединений, каковыми являются замещенные бензойной кислоты. Выбор базиса расчета для оценки ангармонического смещения полос имеет принципиальное значение. Сделанный вывод полностью согласуется с результатами, полученными для мономеров и циклических димеров различных представителей класса карбоновых кислот.

Список литературы

1. **Краснощеков С. В.** Масштабирующие множители как эффективные параметры для коррекции неэмпирического силового поля / С. В. Краснощеков, Н. Ф. Степанов // Журнал физической химии. – 2007. – Т. 81, № 4. – 680–689.
2. **Свердлов Л. М.** Колебательные спектры многоатомных молекул / Л. М. Свердлов, М. А. Ковнер, Е. П. Крайнов // Наука. – 1970. – 559 с.
3. **Эрман Е. А.** Моделирование структуры и спектров замещенных бензойной кислоты / Е. А. Эрман, М. Д. Элькин, О. Н. Гречухина, А. М. Лихтер // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 206–212.
4. **Эрман Е. А.** Модельные оценки ангармонического смещения полос в колебательных спектрах димеров карбоновых кислот / Е. А. Эрман, М. Д. Элькин, Е. А. Джалмухамбетова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2010. – № 4 (12). – С. 53–58.
5. **Durlak P.** Cal-Parinello molecular dynamics and density functional Theory simulation of infrared spectra for acetic acid monomers and cyclic dimers / P. Durlak, Z. Latajka // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 477. – P. 249–254.
6. **Frisch M. J.** Caussian 03. Revision B.03. 2003 / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel. – Pittsburg PA., Gaussian Inc.
7. **Hoy A. R.** Anharmonic force constants calculation / A. R. Hoy, I. M. Mills, G. Strey // J. Mol. Phys. – 1972. – Vol. 21, № 6. – P.1265–1290.
8. **Kim Y.** Vibrational spectra, normal vibrations and infrared intensities of six isotopic benzoic acid / Y. Kim, K. Machida // Spectrochim. Acta. – 1986. – Vol. 42A, № 4. – P. 881–889.
9. **Mukherjee V.** FTIR and Raman spectra and optimized geometry of 2,3,6-tri-fluorobenzoic acid dimer: A DFT and SQMFF study Spectroch / V. Mukherjee, N. P. Singha, R. A. Yadavb. – Acta, 2010. – Vol. 77A, № 4. – P. 787–794.
10. **Olbert-Majkut A.** Raman spectroscopy of formic acid and its dimers isolated in low temperature argon matrices / A. Olbert-Majkut, J. Ahorás, J. Lundell, M. Petterson // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 468. – P. 176–183.

References

1. **Krasnowekov S. V.** Masshtabirujuwie mnozhiteli kak jeffektivnyye parametry dlja korrekcii nejempiricheskogo silovogo polja / S. V. Krasnowekov, N. F. Stepanov // Zhurnal fizicheskoy himii. – 2007. – Т. 81, № 4. – 680–689.
2. **Sverdlov L. M.** Kolebatel'nye spektry mnogoatomnyh molekul / L. M. Sverdlov, M. A. Kovner, E. P. Krajnov // Nauka. – 1970. – 559 с.
3. **Jerman E. A.** Modelirovanie struktury i spektrov zamewennyh benzojnoj kisloty / E. A. Jerman, M. D. Jel'kin, O. N. Grechuhina, A. M. Lihter // Estestvennye nauki. – 2011. – № 1 (34). – S. 206–212.
4. **Jerman E. A.** Model'nye ocenki angarmonicheskogo smewenija polos v kolebatel'nyh spektrah dimerov karbonovyh kislot / E. A. Jerman, M. D. Jel'kin, E. A. Dzhalmuhambetova // Pri-kaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii. – 2010. – № 4 (12). – S. 53–58.
5. **Durlak P.** Cal-Parinello molecular dynamics and density functional Theory simulation of infrared spectra for acetic acid monomers and cyclic dimers / P. Durlak, Z. Latajka // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 477. – P. 249–254.
6. **Frisch M. J.** Caussian 03. Revision B.03. 2003 / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel. – Pittsburg PA., Gaussian Inc.
7. **Hoy A. R.** Anharmonic force constants calculation / A. R. Hoy, I. M. Mills, G. Strey // J. Mol. Phys. – 1972. – Vol. 21, № 6. – P.1265–1290.

8. **Kim Y.** Vibrational spectra, normal vibrations and infrared intensities of six isotopic benzoic acid / Y. Kim, K. Machida // Spectrochim. Acta. – 1986. – Vol. 42A, № 4. – P. 881–889.
9. **Mukherjeea V.** FTIR and Raman spectra and optimized geometry of 2,3,6-tri-fluorobenzoic acid dimer: A DFT and SQMFF study Spectroch / V. Mukherjeea, N. P. Singha, R. A. Yadavb. – Acta, 2010. – Vol. 77A, № 4. – P. 787–794.
10. **Olbert-Majkut A.** Raman spectroscopy of formic acid and its dimers isolated in low temperature argon matrices / A. Olbert-Majkut, J. Ahoraa, J. Lundell, M. Petterson // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 468. – P. 176–183.

УДК 539.193/.194.535/.33/34

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АДИАБАТИЧЕСКОГО
ПОТЕНЦИАЛА ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЫ.
МОНОМЕРЫ И ДИМЕРЫ**

Евгений Анатольевич Эрман, кандидат технических наук, доцент
Екатерина Юрьевна Степанович, аспирант
Владимир Вячеславович Смирнов, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой
Диана Мухамеджановна Нуралиева, аспирант
Альфия Рафаиловна Гайсина, ассистент

Астраханский государственный университет
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20 а,
тел. 8 (8512) 61-08-84, e-mail: kof@aspu.ru, kof1@aspu.ru, dianet_88@mail.ru, stepekur1@mail.ru

Пировиноградная кислота является соединением, полученным в результате замещения атома водорода фрагмента СОН в глиоксиловой кислоте (СОН–СООН) на метильную группу (СН₃). Интерпретация колебательного спектра пировиноградной кислоты в конденсированном состоянии для валентных колебаний связи ОН карбоксильного фрагмента для мономера и димера соединения связана с широкими полосами в ИК-спектрах – 3400 и 2960, 3025 см⁻¹ соответственно.

В данной статье оценены параметры адиабатического потенциала возможных мономеров и циклических димеров пировиноградной кислоты в рамках квантового метода функционала плотности DFT/B3LYP, интерпретация колебательных состояний соединения, а также выявление признаков спектральной идентификации его изомеров.

Представленные результаты модельных расчетов параметров адиабатического потенциала мономеров и димеров пировиноградной кислоты, их сопоставление с экспериментальными данными по ИК- и КР-спектрам соединений дает основание утверждать следующее. Во-первых, предлагаемая методика оценки ангармонического смещения полос в колебательных спектрах карбоновых кислот позволяет интерпретировать сложную структуру спектра в диапазоне свыше 2500 см⁻¹, во-вторых – осуществлять достоверные предсказательные расчеты колебательных состояний соединений класса карбоновых кислот.

Ключевые слова: ангармонизм колебаний, пировиноградная кислота, адиабатический потенциал.

THE SIMULATION OF THE ADIABATIC BUILDING PARAMETERS
OF BENZOIC ACID. MONOMERS AND DIMERS

Erman Evgeny A., Candidate of Science (Technical), Associate Professor
Stepanovich Ekaterina Yu., Post-graduate Student
Smirnov Vladimir V., Candidate of Science (Physics and Mathematics),
Associate Professor, the head of department
Nuralieva Diana M., Post-graduate Student
Gaisina Alfiya R., assistant

Astrakhan State University
414056, Astrakhan, Tatishchev st., 20 a,
ph. 8 (8512) 61-08-84, e-mail: kof@aspu.ru, kof1@aspu.ru,
dianet_88@mail.ru, stepekyr1@mail.ru

Pyruvic acid is a compound that results from substitution of the hydrogen atom in the fragment SON glyoxylic acid (CPA-COOH) to a methyl group (CH₃). Interpretation of vibrational spectra of pyruvic acid in the condensed state for the OH stretching vibrations of the carboxyl fragment for the monomer and the dimer compounds associated with broad bands in the IR spectra – 3400 and 2960, 3025 cm⁻¹ respectively.

This article evaluated the possible parameters of the adiabatic potential of the monomers and cyclic dimers of pyruvic acid in the framework of the quantum density functional method DFT/B3LYP, the interpretation of vibrational states of the compound, as well as identifying the signs of the spectral identification of its isomers.

The presented results of model calculations for the adiabatic potential of the monomers and dimers of pyruvic acid, and compared with experimental data on IR and Raman spectra of compounds provides a basis to assert the following. Firstly, the proposed method of estimating the anharmonic shift of the bands in the vibrational spectra of carboxylic acids allows us to interpret the complex structure of the spectrum in the range above 2500 cm⁻¹, and secondly, to carry out accurate predictive calculations of the vibrational states of the compounds of class of carboxylic acids.

Key words: vibrational spectra, anharmonic, pyruvic acid, adiabatic potential.

Введение

Замещение атома водорода фрагмента СОН в глиоксиловой кислоте (СОН–СООН) на метильную группу (СН₃) дает соединение, которое принято называть пировиноградной кислотой (pyruvic acid).

Интерпретация колебательного спектра пировиноградной кислоты в конденсированном состоянии, предпринятая в работе [14], для валентных колебаний связи ОН карбоксильного фрагмента для мономера и димера соединения связана с широкими полосами в ИК-спектрах – 3400 и 2960, 3025 см⁻¹ соответственно. Для димера такой результат согласуется с модельными расчетами, проведенными для таких простейших представителей класса карбоновых кислот, как муравьиная, уксусная, акриловая кислоты [3; 4; 5]. Для мономера полоса смещена в длинноволновый диапазон на величину ~100 см⁻¹. Авторы публикаций [6; 10; 13] также расходятся в оценке значений (3432 и 3556, 3579 см⁻¹) фундаментальной частоты валентного колебания связи ОН карбоксильного фрагмента.

Такие разногласия в интерпретации полос для высокочастотного диапазона колебательного спектра соединений класса карбоновых кислот являются предметом дискуссий на страницах периодической печати до настоящего времени. Сошлемся, для примера, на публикации [7; 11; 12].

Цель данной работы – оценка параметров адиабатического потенциала возможных мономеров и циклических димеров пировиноградной кислоты в рамках квантового метода функционала плотности DFT/B3LYP [8], интерпретация колебательных состояний соединения, выявление признаков спектральной идентификации его изомеров.

Математическая модель ангармонического сдвига колебательных состояний.

Для описания ангармонического сдвига колебательных состояний воспользуемся соотношением:

$$\Delta E^n = \chi_{sr} \left(n_s + \frac{1}{2} \right) \left(n_r + \frac{1}{2} \right), \quad (1)$$

являющимся решением модельного уравнения для описания молекулярных колебаний в рамках адиабатической теории возмущения второго порядка [12]:

$$2H = v_s \cdot \frac{(P_s^2 + (Q^s)^2)}{2} + \mu^{\frac{1}{4}} P_\alpha \mu^{-\frac{1}{4}} P_\beta \mu^{\frac{1}{4}} + \frac{1}{3} F_{rst} Q^r Q^s Q^t + \frac{1}{12} F_{rstu} Q^r Q^s Q^t Q^u + \dots (2)$$

Выражения для ангармонических констант χ_{sr} предложены в публикации [13]:

$$\chi_{ss} = \frac{1}{16} F_{ssss} \frac{5 (F_{sss})^2}{48 v_s} + \frac{1}{32} (F_{ssr})^2 (\Omega(s, s; -r) - \Omega(s, s; r) - 12 \Omega(r, r; r)) \cdot (1 - \delta_{sr}), \quad (3)$$

$$\chi_{sr} = \frac{1}{16} F_{ssrr} \frac{1}{8} (F_{ssr})^2 (\Omega(s, s; -r) + \Omega(s, s; r)) (1 - \delta_{sr}) + \frac{3}{8} (F_{srt})^2 (\Omega(s, r; t) - \Omega(s, r; -t)) +$$

$$+ (\Omega(s, -r; t) - \Omega(s, -r; -t)) (1 - \delta_{sr}) (1 - \delta_{st}) (1 - \delta_{rt}) + L(\alpha, sr)^2 \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{1}{(v_s + v_r)} + \frac{1}{(v_s - v_r)} \right). \quad (4)$$

В соотношениях (1)–(4) $P_\alpha = L(\alpha; sr) Q^s P_r$; $L(\alpha; sr)$ – постоянные Кориолиса, v_s – частоты гармонических колебаний (в см^{-1}); Q^s – безразмерные нормальные колебательные координаты, линейно связанные с декартовыми смещениями атомов; F_{srt} и F_{rstu} – кубические и квартичные силовые постоянные (параметры адиабатического потенциала молекулы), $\Omega(s; \pm r; \pm t) = (v_s \pm v_r \pm v_t)^{-1}$ – резонансные функции, n_s – квантовые числа рассматриваемого колебательного состояния.

Величина ангармонического сдвига отдельной полосы фундаментального колебания определяется величиной ангармонических поправок $X_{ss} = 2\chi_{ss}$ и $X_s = \chi_{sr}/2$.

Модельные расчеты параметров адиабатического потенциала осуществлены в базисах 6-311G*, 6-311G**, 6-311+G**. Отметим, что учет поляризационных (**) и диффузионных эффектов базиса на интерпретацию колебательных состояний не влияет. Расхождение в положении полос – в пределах 30 см^{-1} .

Оптимизация геометрии осуществлялась в предположении, что все 3 мономера принадлежат группе симметрии C_s (рис. 1). Транс-Транс и Цис-Цис циклические димеры обладают симметрией C_{2h} . Для них соблюдается правило альтернативного запрета в спектрах ИК и КР. Влиянием базиса расчета на расчетные значения длин валентных связей и валентных углов можно пренебречь. В рассмотренных мономерах они изменяются в пределах (длины связей в Å , углы в $^\circ$): $R_{OH} = 0,97 - 0,98$, $R_{OH} = 1,34 - 1,35$, $R_{C=O} = 1,20 - 1,21$, $R_{CC} = 1,55 - 1,56$, $R_{C-C} = 1,50 - 1,51$, $A_{HOC} = 107,2 - 107,7$, $A_{OC=O} = 124,2 - 124,5$, $A_{OCC} = 111,6 - 112,3$, $A_{CCC} = 114,5 - 117,9$.

Димеризация, согласно расчетам, приводит к увеличению длины связей OH, C=O и уменьшению длины связи CO карбоксильного фрагмента COOH на величину $\sim 0,02 \text{ Å}$. Увеличение угла HOC достигает величины $\sim 3^\circ$, угла OC=O – $\sim 2^\circ$. Длина водородной связи меняется в пределах $1,68 - 1,70 \text{ Å}$.

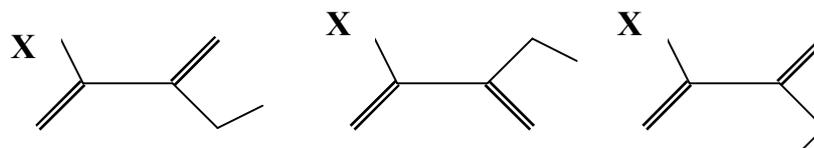


Рис. 1. Транс-, Цис-, ВВ-изомеры пировиноградной кислоты

Результаты модельных расчетов колебательных состояний мономеров и димеров пировиноградной кислоты, оценка ангармонических силовых постоянных представлены в таблицах 1–6. Последние две таблицы касаются интерпретации колебаний метильной группы. Принято считать их характеристическими по частоте, форме и интенсивности [1]. Для пировиноградной кислоты это правило имеет исключение, что и помечено в таблицах 5, 6 звездочкой. Его можно использовать для спектральной идентификации изомеров.

Таблица 1

Интерпретация фундаментальных колебаний изомеров мономера пировиноградной кислоты

Форма колеб.	$\nu_{\text{эксп}}$ [1]	Транс-изомер				Цис-изомер				ВВ-изомер			
		ν_{r}	$\nu_{\text{анг}}$	ИК	КР	ν_{r}	$\nu_{\text{анг}}$	ИК	КР	ν_{r}	$\nu_{\text{анг}}$	ИК	КР
Q_{OH}	3400	3753	3557	79	124	3745	3558	69	152	3641	3424	118	43
$Q_{\text{C=O}}$	1771	1810	1778	155	19	1838	1775	179	10	1842	1780	263	18
$Q_{\text{C-O}}$	1747	1799	1766	293	15	1814	1753	242	11	1780	1720	129	18
$\beta_{\text{OH}}, Q_{\text{CO}}$	1346	1369	1359	43	4,9	1331	1292	16	5,2	1374	1333	364	0,8
$\beta_{\text{OH}}, Q_{\text{CO}}$	1210	1218	1156	34	3,7	1186	1152	106	3,9	1240	1204	81	7,8
Q_{CO}, β	1150	1140	1110	239	1,7	1131	1099	237	0,9	1150	1117	71	2,7
β, Q_{CC}	950	970	949	44	2,1	977	951	23	2,9	979	953	19	2,1
γ_{OCO}	701	739	722	13	15	729	711	11	12	766	747	9,2	8,7
$\gamma, \gamma_{\text{OCO}}$	610	596	590	74	0,9	611	597	36	4,1	609	594	17	2,6
β_{OCC}	540	514	512	1,7	2,6	481	470	9,1	1,5	525	513	3,3	2,4
γ_{OCC}	406	387	380	1,2	2,4	398	389	3,3	3,2	390	382	10	1,9
β_{OCC}	230	249	245	9,6	0,1	255	250	1,2	0,1	252	247	25	0,2
ρ_{CC}	740	732	719	45	0,5	732	713	49	0,1	732	714	17	0,1
χ_{OH}	626	615	592	98	1,5	615	601	92	2,2	681	664	99	1,1
ρ_{CC}	401	381	370	0,1	0,4	385	376	0,2	0,6	395	386	18	0,1

Примечание: частоты колебаний в см^{-1} , интенсивности в спектрах ИК в км/моль , в спектрах КР в Å/a.e.m.

Таблица 2

Ангармонический сдвиг полосы валентного колебания связи ОН для изомеров мономера пировиноградной кислоты

Изомер	-E	ν_{r}	$\nu_{\text{м}}$	$\nu_{\text{анг}}$	$F_{\text{ООО}}$	$F_{\text{ОООО}}$	$F_{\text{ООО}\gamma}$	$\Delta\nu$
Транс	342,511	3753	3565	3557	2563	1489	-1489	-225
Цис	342,508	3745	3558	3556	2562	1509	-1399	-219
Транс В	342,514	3641	3462	3424	2586	1491	-1131	-203

Таблица 3

Ангармонический сдвиг полос валентных колебаний связей ОН для димеров пировиноградной кислоты

Димер	Сим.	ν_{r}	$\nu_{\text{м}}$	$\nu_{\text{анг}}$	$F_{\text{ООО}}$	$F_{\text{ОООО}}$	$F_{\text{Ооо}}$	$F_{\text{Оооо}}$	$F_{\text{ОО}\gamma\gamma}$	$F_{\text{ОО}\alpha}$	$F_{\text{ОО}\beta}$	$-\Delta\nu$
Транс-транс	Ag	3170	3027	2819	2068	829	1966	829	-1201	212	39	277
	Bu	3265	3115	2952	-	807			-1174	168	30	307
Цис-цис	Ag	3123	2984	2761	2073	904	1968	905	-1101	176	147	281
	Bu	3223	3076	2920	-	884			-1080	141	116	310

Таблица 4

**Интерпретация фундаментальных колебаний димеров
пировиноградной кислоты**

Форма колеб.	Транс-транс-димер						Цис-цис-димер					
	ν_r	$\nu_{анг}$	КР	ν_r	$\nu_{анг}$	ИК	ν_r	$\nu_{анг}$	КР	ν_r	$\nu_{анг}$	ИК
Q_{OH}^*	3170	2819	535	3265	2952	3266	3123	2761	132	3223	2920	3421
$Q_{C=O}$	1814	1782	40	1814	1782	278	1816	1785	29	1816	1785	255
$Q_{C=O}^*$	1698	1651	26	1755	1718	701	1732	1679	23	1785	1746	702
β_{OH}, Q_{CO}	1393	1363	5,7	1392	1362	66	1392	1364	5,4	1392	1364	97
β_{OH}, Q_{CO}	1319	1284	7,6	1320	1280	179	1286	1258	3,8	1296	1265	330
Q_{CO}, β	1174	1152	1,3	1171	1148	308	1178	1152	1,4	1172	1146	262
β, Q_{CC}	976	972	4,2	976	973	44	981	975	4,8	981	974	45
γ_{OCO}	777	764	19	797	784	28	773	762	18	792	780	18
γ, γ_{OCO}	613	609	8,3	620	615	66	622	617	11	623	617	94
β_{OCC}	526	528	6,1	536	537	54	501	508	6,6	522	528	20
γ_{OCC}	409	411	7,1	398	394	9,3	428	431	6,7	412	409	12
β_{OCC}	281	288	0,8	307	314	91	279	317	0,3	316	330	13
χ_{OH}	922	939	0,1	965	973	214	944	948	0,2	986	978	211
ρ_{CC}	720	725	0,9	719	711	1,7	718	720	0,5	717	711	1,6
ρ_{CC}	420	419	0,5	408	407	7,1	425	424	0,8	413	411	7,2
χ_{CC}	90	111	0,8	80	79	1,8	87	90	0,8	82	75	0,9

Таблица 5

**Интерпретация колебаний метильной группы в изомерах
пировиноградной кислоты**

Форма колеб.	$\nu_{эксп}$ [1]	ν_r	$\nu_{анг}$	Транс-изомер		Цис-изомер		ВВ-Изомер	
				ИК	КР	ИК	КР	ИК	КР
q	3025	3151	3006	5,6	60	7,4	69	5,1	59
q	2934	3041	2913	0,1	147	0,1	155	0,5	148
α, β	1431	1458	1413	14	8,8	25	7,4	15	9,3
β	1361	1395	1356	11	0,7	42	2,4	5,7	2,1
β, Q_{CC}^*	950	976	951	44	2,1	23	2,9	19	2,1
q	2981	3096	2951	2,3	53	2,9	53	0,6	53
α, β	1418	1461	1416	12	6,7	12	6,9	12	6,5
β	1027	1036	1022	1,2	0,5	1,4	0,4	1,8	0,4

Таблица 6

**Интерпретация колебаний метильной группы в димерах
пировиноградной кислоты**

Форма колеб.	Транс-транс-димер				Цис-цис-димер			
	ν_r	$\nu_{анг}$	ИК	КР	ν_r	$\nu_{анг}$	ИК	КР
q*	3151	3009	23	122	3150	2996	42	577
q	3040	2931	0,1	304	3041	2921	0,1	303
α, β	1470	1428	69	27	1466	1427	72	17
α, β	1456	1447	10	15	1440	1399	12	31
β, Q_{CC}	976	974	44	4,2	981	975	45	4,8
q	3096	2952	4,7	97	3097	2946	4,7	101
α, β	1461	1440	24	14	1464	1436	25	15
β	1039	1025	8,7	1,1	1042	1023	16	1,1

Как следует из таблицы 1, частота валентного колебания связи OH в ВВ-изомере смещена в длинноволновую часть спектра на величину $\sim 120 \text{ см}^{-1}$ по сравнению с транс- и цис-изомерами.

Если не ставить под сомнение экспериментальные данные из работы [14], то в жидкой фазе вещества проявляется именно ВВ-изомер. В изолированных матрицах, согласно экспериментальным данным из работы [13], присутствовали транс- или цис-

изомеры. Идентификационным признаком ВВ-изомера может служить сильная по интенсивности в ИК-спектре полоса $\sim 1330 \text{ см}^{-1}$, интерпретируемая как деформационное колебание валентного угла НОС ($\beta_{\text{ОН}}$) карбоксильного фрагмента. Спектральная идентификация транс- и цис-изомеров затруднена.

Данные, приведенные в таблице 2, указывают, что определяющий вклад в ангармонический сдвиг ($\Delta\nu$) полосы валентного колебания связи ОН вносят кубическая (F_{QQQ}) и квартичная (F_{QQQQ}) силовые постоянные этой связи. Их зависимостью от изомера можно пренебречь. Влияние остальных ангармонических параметров адиабатического потенциала определяется величиной $\sim 20 \text{ см}^{-1}$, что имеет место и для муравьиной, уксусной и акриловой кислот [2–4]. Отметим, что величина $\Delta\nu$ в таблицах 2, 3 рассчитана с помощью соотношений (3) и (4), а для операция масштабирования использованы параметры из публикаций [3; 4; 5].

Таблица 3 наглядно указывает на то факт, что операция масштабирования с параметрами из работ [3; 4; 5] не применима к оценке ангармонического сдвига полос, интерпретируемых как валентные колебания связей ОН в димерах карбоновых кислот.

Для спектральной идентификации циклических димеров можно использовать положение полос валентных колебаний связей ОН ($\Delta\nu \sim 60 \text{ см}^{-1}$). По остальным полосам это затруднительно.

Смещение полос валентных колебаний связей ОН в длинноволновую область спектра, а крутильных ($\chi_{\text{ОН}}$) – в коротковолновый диапазон, характер поведения интенсивностей этих полос в ИК- и КР-спектрах димеров пировиноградной кислоты находится в полном согласии с результатами, представленными для димеров простейших представителей класса карбоновых кислот в работах [3; 4; 5]. Это касается также и поведения полос, интерпретированных как деформационные колебания угла НОС ($\beta_{\text{ОН}}$).

Заключение

Представленные результаты модельных расчетов параметров адиабатического потенциала мономеров и димеров пировиноградной кислоты, их сопоставление с экспериментальными данными по ИК- и КР-спектрам соединений дает основание утверждать следующее. Предлагаемая методика оценки ангармонического смещения полос в колебательных спектрах карбоновых кислот позволяет интерпретировать сложную структуру спектра в диапазоне свыше 2500 см^{-1} , осуществлять достоверные предсказательные расчеты колебательных состояний соединений класса карбоновых кислот.

Список литературы

1. **Свердлов Л. М.** Колебательные спектры многоатомных молекул / Л. М. Свердлов, М. А. Ковнер, Е. П. Крайнов. – М.: Наука, 1970. – 560 с.
2. **Элькин М. Д.** Математические модели в молекулярном моделировании / М. Д. Элькин, В. Ф. Пулин, А. Б. Осин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – № 4 (49). – С. 36–40.
3. **Элькин М. Д.** Моделирование адиабатических потенциалов карбоновых кислот / М. Д. Элькин, Т. А. Шальнова, В. Ф. Пулин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2009. – № 1 (37). – С. 109–114.
4. **Элькин М. Д.** Учет ангармонического смещения полос в модельных расчетах колебательных спектров димеров с водородной связью / М. Д. Элькин, Л. М. Бабков // Известия Саратовского государственного технического университета. – 2011. – № 11 (1). – С. 20–25.
5. **Эрман Е. А.** Модельные оценки ангармонического смещения полос в колебательных спектрах димеров карбоновых кислот / Е. А. Эрман, М. Д. Элькин, Е. А. Джалмухамбетова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2010. – № 4 (12). – С. 53–58.
6. **Du D. M.** Theory study of structure and vibrational frequencies of pyruvic acid / D. M. Du, A. V. Fu, Z. Yu // Chinese chemical letter. – 2000. – Vol. 11, № 5. – P. 447–450.
7. **Durlak P.** Cal-Parinello molecular dynamics and density functional Theory simulation of infrared spectra for acetic acid monomers and cyclic dimers / P. Durlak, Z. Latajka // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 477. – P. 249–254.
8. **Frisch M. J.** Gaussian 03. Revision B.03. 2003 / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel. – Pittsburg PA., Gaussian Inc.
9. **Hoy A. R.** Anharmonic force constants calculation / A. R. Hoy, I. M. Mills, G. Strey // J. Mol. Phys. – 1972. – Vol. 21, № 6. – P. 1265–1290.

10. **Kakker R.** Theoretical study of structure and unimolecular decomposition pathways of pyruvic acid / R. Kakker, P. Chadha, D. Verna // Internet electron J. Molecular design. – 2006. – № 5. – P. 27–48.
11. **Mukherjeea V.** FTIR and Raman spectra and optimized geometry of 2,3,6-tri-fluorobenzoic acid dimer: A DFT and SQMFF study / V. Mukherjeea, N. P. Singha, R. A. Yadavb // Spectroch. Acta. – 2010. – Vol. 77A, № 4. – P. 787–794.
12. **Olbert-Majrat A.** Raman spectroscopy of formic acid and its dimers isolated in low temperature argon matrices / A. Olbert-Majrat, J. Ahokas, J. Lundell, M. Pettersson // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 468. – P. 176–183.
13. **Reva I. D.** Combined FTIR matrix isolation and ab initio studies of pyruvic acid: proof for existence of the second conformer / I. D. Reva, S. G. Stepanian, L. Adamovich, R. Fausto // J. Phys. Chem. – 2001. – Vol. 105. – P. 4773–4780.
14. **Roy U. J.** Structure, Hydrogen bonding and vibrational spectra of pyruvic acid / U. J. Roy, J. E. Katon, D. B. Phillips // J. Mol. Structure. – 1981. – Vol. 74. – P. 75–84.

References

1. **Sverdlov L. M.** Kolebatel'nye spektry mnogoatomnyh molekul / L. M. Sverdlov, M. A. Kovner, E. P. Krajnov. – M. : Nauka, 1970. – 560 s.
2. **Jel'kin M. D.** Matematicheskie modeli v molekulyarnom modelirovanii / M. D. Jel'kin, V. F. Pulin, A. B. Osin // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. – 2010. – № 4 (49). – S. 36–40.
3. **Jel'kin M. D.** Modelirovanie adiabaticheskikh potencialov karbonovyh kislot / M. D. Jel'kin, T. A. Shal'nova, V. F. Pulin // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehni-cheskogo universiteta. – 2009. – № 1 (37). – S. 109–114.
4. **Jel'kin M. D.** Uchet angarmonicheskogo smewenija polos v model'nyh raschetah kolebatel'nyh spektrov dimerov s vodorodnoj svjaz'ju / M. D. Jel'kin, L. M. Babkov // Izvestija Saratovskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. – 2011. – № 11 (1). – S. 20–25.
5. **Jerman E. A.** Model'nye ocenki angarmonicheskogo smewenija polos v kolebatel'nyh spektrah dimerov karbonovyh kislot / E. A. Jerman, M. D. Jel'kin, E. A. Dzhalmuhambetova // Pri-kaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii. – 2010. – № 4 (12). – S. 53–58.
6. **Du D. M.** Theory study of structure and vibrational frequencies of pyruvic acid / D. M. Du, A. B. Fu, Z. Yu // Chinese chemical letter. – 2000. – Vol. 11, № 5. – P. 447–450.
7. **Durlak P.** Cal-Parinello molecular dynamics and density functional Theory simulation of in-frared spectra for acetic acid monomers and cyclic dimers / P. Durlak, Z. Latajka // Chemical Phys-ics Letters. – 2009. – Vol. 477. – P. 249–254.
8. **Frisch M. J.** Gaussian 03. Revision B.03. 2003 / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel. – Pittsburg PA., Gaussian Inc.
9. **Hoy A. R.** Anharmonic force constants calculation / A. R. Hoy, I. M. Mills, G. Strey // J. Mol. Phys. – 1972. – Vol. 21, № 6. – P. 1265–1290.
10. **Kakker R.** Theoretical study of structure and unimolecular decomposition pathways of pyruvic acid / R. Kakker, P. Chadha, D. Verna // Internet electron J. Molecular design. – 2006. – № 5. – P. 27–48.
11. **Mukherjeea V.** FTIR and Raman spectra and optimized geometry of 2,3,6-tri-fluorobenzoic acid dimer: A DFT and SQMFF study / V. Mukherjeea, N. P. Singha, R. A. Yadavb // Spectroch. Acta. – 2010. – Vol. 77A, № 4. – P. 787–794.
12. **Olbert-Majrat A.** Raman spectroscopy of formic acid and its dimers isolated in low tem-perature argon matrices / A. Olbert-Majrat, J. Ahokas, J. Lundell, M. Pettersson // Chemical Physics Letters. – 2009. – Vol. 468. – P. 176–183.
13. **Reva I. D.** Combined FTIR matrix isolation and ab initio studies of pyruvic acid: proof for existence of the second conformer / I. D. Reva, S. G. Stepanian, L. Adamovich, R. Fausto // J. Phys. Chem. – 2001. – Vol. 105. – P. 4773–4780.
14. **Roy U. J.** Structure, Hydrogen bonding and vibrational spectra of pyruvic acid / U. J. Roy, J. E. Katon, D. B. Phillips // J. Mol. Structure. – 1981. – Vol. 74. – P. 75–84.

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ

Автор представляет в редакцию рукопись, оформленную в соответствии с «Правилами для авторов».

Представленная автором рукопись направляется по профилю научного исследования или по тематике рассматриваемых в рукописи вопросов на рецензию членам редколлегии соответствующей области научного издания, курирующим данную тематику, или экспертам – ученым и специалистам в данной области (докторам, кандидатам наук).

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии рукописей для своих нужд.

Рецензирование проводится конфиденциально. Рецензия носит закрытый характер и предоставляется автору рукописи по его письменному запросу, без подписи и указания фамилии, должности, места работы рецензента. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в рукописи.

Рецензия может быть предоставлена по соответствующему запросу экспертных советов в ВАК РФ.

В случае положительной рецензии и рекомендации рецензентом материала к публикации рукопись и текст рецензии рассматриваются на заседании редколлегии. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Решение о целесообразности публикации принимается редколлегией и фиксируется в протоколе заседания.

Если рецензент указывает на необходимость доработки материала, рукопись возвращается автору. В таком случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной рукописи. Разъяснение нуждающихся в улучшении аспектов производится редакторами журнала на основании полученной рецензии.

Редколлегия информирует автора о принятом решении. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегией направляется мотивированный отказ.

Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии в течение трех лет.

Не рецензируются:

- рецензии на научную литературу, опубликованные в разделе «Рецензии»;
- тексты выступлений на круглых столах;
- материалы, публикующиеся в разделе «Хроника».

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Цель журнала – способствовать развитию естественнонаучных исследований в соответствии с современными тенденциями науки о природе и совершенствованию технологий преподавания естественных наук в системе образовательных структур.

Журнал публикует теоретические, обзорные (проблемного характера) и экспериментально-исследовательские статьи по всему спектру естественнонаучных проблем химии, физики, математики, биологии, наук о Земле, истории естествознания, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии преподавания естественных наук.

Также журнал помещает информацию о юбилейных датах, новых публикациях издательства университета по естественнонаучным проблемам, информацию о предстоящих и о прошедших научных конференциях, симпозиумах, съездах. В журнале печатаются материалы, ранее не публиковавшиеся в других периодических изданиях.

Объем журнала – 10–15 п.л.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Все рукописи проходят независимое рецензирование согласно утвержденному Порядку.

Объем публикаций: обзорные статьи – до 1 п.л. (16 стр.), оригинальные статьи – до 0,5 п.л. (8–10 стр.), информация о юбилейных датах, конференциях и т.п. – до 0,2 п.л.

Оформление статьи. Редактор Word Windows; шрифт Times New Roman, 14, межстрочный интервал – 1, бумага формата А4; поля: левое – 2,5 см, правое – 2,5 см, верхнее и нижнее – 2,5 см, красная строка – 1,27 см, нумерация страниц обязательна. Возможна публикация на английском языке.

Оформление «шапки». Наверху по левому краю – УДК, через 1 интервал, по центру – название статьи (заглавные буквы, шрифт Times New Roman, 16), через 1 интервал – полные имя и отчество, фамилия автора (кегель 14), сведения об авторе (звание, степень, должность), через 1 интервал – название учреждения (организации), адрес, телефон, электронный адрес автора, через 1 интервал – расширенное резюме (10–15 строк) и ключевые слова (кегель 12, курсив). Через 1 интервал перевод соответствующих данных в той же последовательности на английском языке: название статьи; ФИО автора(ов); сведения об авторе(ах) (звания, степени и должности); адресные данные авторов (организация(и), ее юридический адрес, электронная почта всех или одного из авторов), аннотация (содержащая от 150 до 250 слов), ключевые слова (не менее 10). Наличие английского резюме обязательно. Английское резюме должно точно соответствовать русскому. При неточном переводе резюме статья будет возвращена.

Размерность всех величин – в размере СИ; названия химических соединений – в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТом 7.1–2003 (шрифт Times New Roman, 10) в алфавитном порядке. Через 1 интервал – список литературы на латинице (транслитерация) (название “References”). Страницы указывать обязательно. Нумерация ссылок по тексту (в квадратных скобках). Примеры оформления списка литературы:

1. **Бахвалов Н. С.** Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; под общ. ред. Н. И. Тихонова. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2002. – 630 с. – (Технический университет. Математика). – ISBN 5-93208-043-4.

2. **Боголюбов А. Н.** О вещественных резонансах в волноводе с неоднородным заполнением / А. Н. Боголюбов, А. Л. Делицын, М. Д. Малых // Вестн. Моск. ун-та. – 2001. – № 5. – С. 23–25. Сер. 3. Физика. Астрономия.

References

1. **Bahvalov N. S.** Chislennye metody / N. S. Bahvalov, N. P. Zhidkov, G. M. Kobelkov ; pod obw. red. N. I. Tihonova. – 2-e izd. – M. : Fizmatlit, 2002. – 630 s. – (Tehnicheskij universitet. Matematika). – ISBN 5-93208-043-4.

2. **Bogoljubov A. N.** O vewestvennyh rezonansah v volnovode s neodnorodnym zapolneniem / A. N. Bogoljubov, A. L. Delicyn, M. D. Malyh // Vestn. Mosk. un-ta. – 2001. – № 5. – S. 23–25. Ser. 3. Fizika. Astronomija.

Таблицы. Шрифт Times New Roman, 10. Ширина таблицы – 13 см, книжный разворот. В правом углу слово «Таблица» с порядковым номером, через 1 интервал – заголовок таблицы (жирным, по центру, 10).

Формулы. Надстрочные и подстрочные индексы – шрифт Times New Roman, 11; математические символы – шрифт Times New Roman, 18; буквы греческого алфавита – шрифт Times New Roman, 14. Формулы набирать без отступа от левого края. Путь: «Вставка», команда «Объект», редактор формул «Microsoft Equation».

Фотографии, рисунки, диаграммы, графики, схемы только черно-белые. Ширина рисунков, фотографий, диаграмм, графиков, схем – не более 13 см; надписи внутри рисунков, графиков и т.д. – Times New Roman, 10. Подрисуночная надпись – Times New Roman, 10, не жирным.

Публикация статей студентов возможна только в соавторстве с научным руководителем.

На основании приказа № 08-01-02/2004 от 11.09.2007 г. за размещение статей в журнале «Естественные науки» установлена цена в размере **500 рублей за 1 страницу для всех лиц, не являющихся сотрудниками университета, кроме аспирантов.** Условием публикации является оформление годовой подписки на настоящий журнал.

Реквизиты для оплаты публикаций.

Поставщик УФК по Астраханской области (Астраханский государственный университет)

л/с 03251A29200

Адрес: г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Тел. 48-53-46, 48-53-42, факс 48-53-46

Расчетный счет № 40503810900001000158

В ГРКЦ ГУ Банка России по Астраханской области г. Астрахань

ИНН 3016009269

БИК 041203001

Код по ОКОНХ 92110

Код по ОКПО 02079218

КПП 301601001

КБК 07330201010010000130

ОКАТО 12401372000

В адрес редакции просим направлять в твердой папке:

☞ компьютерный печатный текст статьи с полным набором иллюстративного материала и таблиц (1 экз.);

☞ дискету 3,5 (1,44 М) или CD с текстом статьи (один файл, содержащий текст и весь иллюстративный материал). **Убедительная просьба проверять дискеты на наличие вирусов!**

☞ к статье приложить сопроводительное письмо с указанием полных имен, отчеств и фамилий всех авторов, а также номера контактных телефонов, внешнюю рецензию на статью, квитанцию об оплате (отсканированную). Просьба выделять Ф.И.О. ответственного автора курсивом.

E-mail: estnauki2009@rambler.ru.

Ответственному секретарю Русаковой Елене Геннадьевне.

Примечание. Статьи, присылаемые без соблюдения указанных правил, приниматься не будут.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 581.5

ПОДЗЕМНАЯ ЯРУСНОСТЬ ПСАММОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЧЕРНОЗЕМЕЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Наталья Борисовна Хазыкова, аспирант

Надежда Мацаковна Бакташева, доктор биологических наук, профессор

Калмыцкий государственный университет

358000, г. Элиста, ул. Пушкина, 11,

e-mail: Natalia2784@yandex.ru, Baktashevanm@yandex.ru

В статье обсуждаются результаты изучения пространственного размещения корневых систем растений псаммофильных фитоценозов на территории Черноземельского района. Все изученные виды растений по длине корневой системы были разделены на 3 группы: растения с поверхностной корневой системой (глубина проникновения не более 50 см), растения промежуточной группы (до 100 см), растения с глубокой корневой системой (более 1 м). Была изучена подземная ярусность корневых систем псаммофильных фитоценозов на следующих типах рельефа: пологоволнистые равнинные закрепленные пески, бугристые закрепленные пески, барханные пески. Рассмотрены различные приспособления корневой системы псаммофитов к специфическим эдафическим условиям произрастания.

Ключевые слова: корневая система, подземная ярусность, псаммофильная растительность, эдафические условия.

UNDEGROUND LAYERING OF THE PSAMMOPHILOUS VEGETATION OF THE CHERNOZEMELSKY DISTRICT OF KALMYKIA

Hazykova Natalya B., Post-graduate Student

Baktasheva Nadezhda M., Doctor of Science (Biology), professor

Kalmyk state university

358000, Elista, Pushkina st., 11,

e-mail: Natalia2784@yandex.ru, Baktashevanm@yandex.ru

This paper summarises and discusses the results of space location plant root systems study of psammophilous phytocenoses in Chernozemelsky district. All studied types of plants were divided into three groups along of the root systems: plants with surface root system (penetration depth less than 50 cm), plants of the intermediate group (up to 100 cm), plants with deep root systems (more than 1 m). The underground layering of the root systems of the psammophilous phytocenoses was studied on the following types of relief: slopy and wavy flat with the fixed sands, grumous flat with the fixed sands, sand dunes. Various adaptations of the psammophytes root systems to the specific edaphic conditions of growth have been considered.

Key words: root system, underground layering, psammophilous vegetation, edaphic conditions.

Список литературы

1. *Байтулин И. О.* Корневые системы некоторых доминантов пустынных группировок Эмбенского плато / И. О. Байтулин // Ботан. журн. – 1965. – Т. 50, № 8. – С. 1135–1143.

References

1. *Bajtulin I. O.* Kornevye sistemy nekotoryh dominantov pustynnyh gruppirovok 'Embenskogo plato / I. O. Bajtulin // Botan. zhurn. – 1965. – T. 50, № 8. – S. 1135–1143.

**Подписка на наши издания осуществляется
по Объединенному каталогу «Пресса России»**

Журнал фундаментальных и прикладных исследований
«Естественные науки»
Подписной индекс – 11172

Журнал публикует теоретические, обзорные (проблемного характера), а также экспериментально-исследовательские статьи по всему спектру естественнонаучных проблем химии, физики, математики, биологии, науки о земле, истории естествознания, краткие сообщения и информацию о новых методах экспериментальных исследований, а также работы, освещающие современные технологии преподавания естественных наук.

Журнал публикует информацию о научных публикациях издательства университета по естественнонаучным проблемам, о предстоящих и о прошедших научных конференциях, симпозиумах, съездах.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Ориентировочная стоимость одного номера – 400 р.

Телефон: (8512) 48-53-44, 48-53-46, факс: (8512) 48-53-46. E-mail: asupress@yandex.ru

Журнал фундаментальных и прикладных исследований
«Гуманитарные исследования»
Подписной индекс – 11171

В журнале публикуются статьи по широкому спектру проблем гуманитарного знания. Ведущие направления публикаций отражены в следующих рубриках: «человек. Общество. Государство», «проблемы художественного слова», «язык. Коммуникации», «взгляд в прошлое», «мировая и региональная экономика», «границы духовного мира», «астраханский край: прошлое, настоящее, будущее», «воспитание. Образование. Школа», «из юридической практики», «научная жизнь агу» и т.д. На страницах журнала представлены разработки филологов, юристов, экономистов, психологов, педагогов и всех, чьи исследования имеют гуманитарное направление.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Ориентировочная стоимость одного номера – 400 р.

Телефон: (8512) 48-53-44, 48-53-46, факс: (8512) 48-53-46. E-mail: asupress@yandex.ru

Научно-технический журнал **«Геология, география и глобальная энергия»**
Подписной индекс – 11173

Редколлегия журнала принимает к рассмотрению статьи по проблемам геологии, нефтегазоносности различных регионов, охватывающие важнейшие и крайне полезные для науки и производства, а также для обучения студентов естественного факультета направления.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Ориентировочная стоимость одного номера – 400 р.

Телефон: (8512) 48-53-44, 48-53-46, факс: (8512) 48-53-46. E-mail: asupress@yandex.ru

Научный журнал **«Каспийский регион: политика, экономика, культура»**
Подписной индекс – 11170

Профиль журнала – анализ проблем настоящего, прошлого и будущего каспийского региона в их взаимосвязи с современным развитием мира.

Издание имеет многоплановый, междисциплинарный характер, знакомит читателя с исследованиями и дискуссиями во всех областях социальных и гуманитарных знаний по проблемам каспийского региона. С этой целью используются различные формы публикаций: статьи, научные доклады, «круглые столы», интервью, отклики и комментарии, обзоры, рефераты, рецензии, сообщения.

Периодичность издания – 4 раза в год.

Ориентировочная стоимость одного номера – 400 р.

Телефон: (8512) 48-53-44, 48-53-46, факс: (8512) 48-53-46. E-mail: asupress@yandex.ru

Предлагаем всем желающим разместить в наших изданиях рекламу.

Адрес Издательского дома «Астраханский университет»:

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а;

тел. (8512) 48-53-44, 48-53-46, факс: (8512) 48-53-46, e-mail: asupress@yandex.ru.

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ**

**ЖУРНАЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**2011
№ 4 (37)**

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Министерства Российской Федерации по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
ПИ № 77-14911 от 20 марта 2003 г.**

Учредитель
Астраханский государственный университет
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Главный редактор Д.Л. Теплый

Редактирование, компьютерная правка
Л.Х. Нургалеевой

Адрес редакции: Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а

Дата выхода в свет 23.12.2011 г.

Цена свободная
Заказ № 2476. Тираж 500 экз. (первый завод – 75 экз.).
Уч.-изд. л. 12,5. Усл.-печ. л. 17,5.

Оттиражировано на базе Издательского дома «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
Тел. (8512) 48-53-47 (отдел маркетинга), 48-53-45 (магазин),
48-53-44, тел./факс (8512) 48-53-46,
E-mail: asupress@yandex.ru