МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО “Иркутская государственная сельскохозяйственная академия”

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

“ВЕСТНИК ИрГСХА”

Выпуск 48
февраль

По материалам конференции, посвященной памяти профессора
Ольги Михайловны Кожовой 1931-2011 гг.
г. Иркутск – Б. Коты
(13-24 сентября 2011 г.)

Иркутск
2012

Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА", 2012, выпуск 48, март.
Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с ноября 1996 года.
Главный редактор: Я.М. Иваньо, проректор по учебной работе, д.т.н.
Зам. главного редактора: Н.А. Никулина, д.б.н.
Ответственный секретарь: Ч.Б. Кушеев, проректор по научной работе, д.в.н.
Члены редакционной коллегии: **В.Н. Хабардин**, д.т.н.; **Л.А. Калинина**, д.э.н.; **В.О. Саловаров**, д.б.н.; **В.И. Солодун**, д.с.-х.н.; **Таиров Э.А.**, д.т.н.; проф. **Ли Юнькван** (Внутримонгольский сельскохозяйственный университет, г. Хух-Хот (КНР); **А. Бакей**, д.э.н., проф. Монгольского государственного сельскохозяйственного университета (г. Улан-Батор, МНР); **Дж. Йарсоо**, доцент Стокгольмского университета (Швеция); **К. Кузмова**, доктор по растениеводству и агрометеорологии аграрного университета (г. Пловдив, Болгария); **Г. Скшыпчак**, проф., ректор Познаньского университета жизненных наук (Польша); **Р. Горнович**, д.б.н., проф. Познаньского университета жизненных наук (Польша); **К. Гутковска**, проф., ректор Варшавского университета жизненных наук (Польша); **С.Н. Степаненко**, д.ф.-м.н., ректор Одесского государственного экологического университета; **Арынова Р.А.**, д.б.н. Семипалатинского государственного аграрного университета (Казахстан).
В журнале опубликованы работы авторов по разным тематикам: агрономии, мелиорации, биологии, охране природы, ветеринарной медицине, зоотехнии, механизации, электрификации, экономики и организации производства, учебному процессу, юбилею и памятным датам.
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-30938.
Подписной индекс 82302 в каталоге агентства ООО "Роспечать" "Газеты. Журналы"
Рукописи, присланные в журнал, не возвращаются.
Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях; высказываемые ими взгляды могут не отражать точку зрения редакции.
Любые нарушения авторских прав преследуются по закону.
Перепечатка материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией.
Журнал включен в Российский индекс научного цитирования электронной библиотеки eLIBRARY.RU.
Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий согласно решению Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России.

Scientific-Practical journal "Vestnik IrGSCHA", 2012, 48th edition, March.
Edited under the decision of the Scientific Council of Irkutsk State Academy of Agriculture since November, 1996.
Chief-editor: Y. M. Ivan'o - Prorector for Educational Affairs, Doctor of Technics
Deputy chief-editor: N.A. Nikulina - Doctor of Biology
Executive secretary: Ch.B. Kusheev - Prorector for Scientific Affairs, Doctor of Veterinary
Members of the Editorial Board: V.N. Khabardin, Doctor of Technics; L.A. Kalinina, Doctor of Economics; V.O. Salovarov, Doctor of Biology; V.I. Solodun, Doctor of Agriculture; E.A. Tairov, Doctor of Technics; Lee Yunkvan, professor, Inner Mongolian Agricultural University (Huh-hot, PRC); A. Bakey, Doctor of Economics, professor, Mongolian State Agricultural University (Ulaanbaator, Mongolia); Jerker Jarsjö, associate professor, Stockholm University (Stockholm, Sweden); K. Kuzmova, Doctor of Plant Breeding and Agrometeorology, Agricultural University (Plovdiv, Bulgaria), G. Skshypchak, professor, rector, Poznan University of Life Sciences (Poznan, Poland); R. Gornowich, Doctor of Biology, professor, Poznan University of Life Sciences (Poznan, Poland); K. Gudkovska, professor, rector, Warsaw University of Life Sciences (Warsaw, Poland,), S. N. Stepanenko, Doctor of Mathematics and Physics, professor, Odessa State Environmental University (Odessa, Ukraine); R.A. Arynova, Doctor of Biology, Semipalatinsk State Agrarian University (Kazakhstan).
In the journal there are articles on different topics, such as: agronomy, land reclamation, biology, nature protection, veterinary medicine, zoo-technology, mechanization, electrification, economics and management, educational process, anniversaries, and memory dates.
The journal is registered by the Federal Supervision Service for Legislation Mass Media and Culturre Heritage Protection. Registration certificate of mass medium ПИ № FS77-30938.
Subscription index 82302 in the catalogue of the Agency "Limited Liability Company "Rospechat", "News-papers. Journals".
Manuscripts are not returned to the authors.
The authors are fully responsible for the compilation and presentation of information contained in their papers; their views may not reflect the Editorial Board's point of view.
Copyright. All rights protected.
No part of the Journal materials can be reprinted without permission from the Editors.
The journal is included to the Russian Federation index of scientific quoting of electronic library eLIBRARY.RU.
The journal is included to the List of Leading Peer-Reviewed Research Journals and Publications in accordance with the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation Ministry.

ISSN 1999-3765

© ФГБОУ ВПО "Иркутская государственная сельскохозяйственная академия", 2012, март

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Сафронова О.В., Кардашевская П.А.
Памяти профессора Ольги Михайловны Кожовой (к 80-летию со дня рождения)..... 7

Ербаева Э.А.
Профессор О.М. Кожова..... 9

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Астафьева М.Н., Иваньо Я М
Модели оптимизации размещения сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур с вероятностными параметрами в условиях неопределенности..... 12

Белых О.А.
Биологический потенциал продуктивности интродуцентов в условиях Прибайкалья..... 20

Волчатова И.В., Медведева С.А.
Влияние компоста на основе гидролизного лигнина на продуктивность пшеницы в условиях полевого опыта..... 28

Гранина Н.И.
Земля как природный ресурс и объект хозяйствования. Особенности подготовки кадров..... 34

Зилов Е.А., Анневиль О., Монтюэль Б.
Долговременная динамика эко-эксергии в Женевском озере..... 39

Зилов Е.А., Болдгив Б.
Задачи сравнительного исследования многолетней динамики сообществ озер Байкал и Хубсугул..... 45

Ербаева Э.А., Сафронов Г.П.
Хирономиды литорали Утулик-Мурино, 1975-2011 гг..... 52

Ермаков Е.Л., Русановская О.О.
Сравнительный анализ сезонной динамики природной популяции *Epischura baicalensis* sars из Южного Байкала по количественным морфологическим признакам в 2001 и 2004 гг..... 63

Изместьева Л.Р., Шимараева С.В.
Многолетняя динамика численности диатомовых водорослей рода *Aulacoseira* в Байкале..... 73

Кобанова Г.И., Кращук Л.С.
Оценка сапробности вод Южного Байкала по фитопланктону..... 80

Кручинина Н.Е., Тимашева Н.А., Кондратьева А.И., Бражник И.А.
Очистка воды от глинистых взвесей..... 88

Мокрый А.В., Изместьева Л.Р.
Видовой состав и динамика массовых видов фитопланктона пелагиали Южного Байкала в 1996-2000, 2005 и 2008 гг..... 93

Никулина Н.А.
Карта населения паразитических гамазовых клещей России..... 100

Пислегина Е.В.
Динамика развития планктона в период "открытой" воды 2009-2010 гг. (т. № 1, Южный Байкал)..... 106

Пислегина Е.В., Щапов К.С.
Условия развития планктона (фито- и зоопланктона) подо льдом (на примере данных 2010 г., т. № 1, пос. Бол.Коты, Ю. Байкал)..... 113

Поваринцев А.И.
Особенности весенней миграции соколообразных в Южнобайкальском пролетном коридоре..... 120

Тимофеева С.С.
Современные представления об экологической безопасности и экологическом риске в Байкальском регионе..... 127

Тимофеева С.С., Тимофеев С.С.
Фитотехнологии и возможности их применения в условиях Восточной Сибири..... 136

Тимошенко Т.М., Куприянова Н.Ю.
Элективный курс по паразитологии "Опасности, которые нас подстерегают" как форма привития гигиенических знаний и навыков у школьников..... 145

Шупруто В.Н.
Динамика байкальских планктонных коловраток в 1995-2006 гг. (по данным НИИ биологии Иркутского государственного университета)..... 151

Щетинина Е.В., Максимов В.В., Максимова Э.А.
Оценка современного состояния донных отложений в районе Байкальского ЦБК по микробиологическим показателям..... 158

CONTENTS

Safronova O.V , Kardashevskaya P.A.
In memory of professor Olga M. Kozhova (80th anniversary of the birth)..... 7

Erbaeva E.A.
Professor O.M. Kozhova..... 9

BIOLOGY. NATURE CONSERVANCY.

Astafieva M N., Ivan'o Ya.M.
Optimization models of placement of agricultural and fruit crops with probabilistic parameters under uncertain conditions..... 12

Belykh O.A.
Biological potential of introduced plants' productivity in Baikal region..... 20

Volchatova I.V., Medvedeva S.A.
The compost's influence based the hydrolysis lignin on efficiency of wheat in the field experiment..... 28

Granina N.I.
Land as a natural resource and object of management. Peculiarities of personnel training..... 34

Zilov E.A., Anneville O., Montuel B.
Long-term dynamics eco-exergy in lake Geneva..... 39

Zilov E.A., Boldgiv B.
Objectives of the comparative study on the long-term dynamics of communities in lake Baikal and lake Hovsgol..... 45

Erbaeva E.A., Safronov G.P.
Littoral chironomids of Utulik-Murin, 1975-2011..... 52

Ermakov E.L., Rusanovskaya O.O.
Comparative analysis of seasonal dynamics of natural populations of *Epischura baicalensis* sars from Southern Baikal according to its quantitative morphological traits in 2001 and 2004. 63

Izmestieva L.R., Shimaraeva S.V.
Long-term dynamics of diatom algae population *Aulacoseira* in lake Baikal..... 73

Kobanova G.I., Kraschuk L.S.
Assessment of water saprobity of the Southern Baikal on phytoplankton..... 80

Kruchinina N.E., Timasheva N.A., Kondratieva A.I., Brazhnik I.A.
Water purification from clay suspensions..... 88

Mokry A.V , Izmestieva L.R.
Species composition and dynamics of the mass types of phytoplankton of Southern Baikal pelagic in 1996-2000, 2005 and 2008..... 93

Nikulina N.A.
Map of parasitic gamasid ticks' population in Russia..... 100

Pislegina E.V.
Dynamics of plankton development during the "open" water for the period of 2009-2010 (№ 1, Southern Baikal)..... 106

Pislegina E.V., Schapov K.S.
Plankton (phyto- and zooplankton) development conditions under ice (according to the example of the data of 2010, №1, Bol. Koty settlement)..... 113

Povarintsev A.I.
Spring migration peculiarities of falconiformes in the Southern Baikal corridor..... 120

Timofeeva S.S.
Modern concepts of environmental safety and environmental risk in the Baikal region..... 127

Timofeeva S.S., Timofeev S.S.
Phytotechnologies and their application in Eastern Siberia..... 136

Timoshenko T.M , Kuprianova N.Yu.
Elective course of parasitology "Dangers which could take anywhere" as a form of mastering hygienic knowledge and skills of pupils..... 145

Shupruto V.N.
Dynamics of baikal plankton rotifers for the period of 1995-2006. According to the data of scientific-research institute of biology of Irkutsk state university..... 151

Schetinina E.V., Maksimov V V , Maximova E.A.
Evaluation of the modern state of bottom sediments in the Baikal PPM by microbiological indicators..... 158

УДК 574.5/.6(092)

ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА ОЛЬГИ МИХАЙЛОВНЫ КОЖОВОЙ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

О.В. Сафронова, П.А. Кардашевская

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*

Выдающийся ученый-байкаловед Ольга Михайловна Кожова была научным руководителем гидробиологических исследований на Байкале и водохранилищах Ангарского каскада. Выполняла многолетние работы по экологическому мониторингу Байкала, по режимным наблюдениям за жизнью толщи его вод. Она автор около 900 научных и научно-публистических работ, включая 14 монографий и два учебника. Она инициатор создания уникального атласа озера Хубсугул, редактор многочисленных тематических сборников, коллективных монографий и других публикаций. Она постоянно принимала участие в научных совещаниях, конференциях и симпозиумах, в том числе международных, представляя российскую гидробиологию и экологию в Польше, Чехословакии, Германии, Англии, Швеции, Монголии, США, Японии.

Ольга Михайловна Кожова – выдающийся ученый XX-го столетия, почетный профессор Иркутского государственного университета, заслуженный деятель науки Российской Федерации, ученый-эколог с мировой известностью.

Ее детство и юность прошли на берегах великого сибирского озера Байкал. Пробудившийся интерес к его изучению сделал Ольгу Михайловну достойной преемницей своего отца, выдающегося ученого-байкаловеда М.М. Кожова. Влияние отца было очень велико, дочь пошла по его пути и сформировалась как известный ученый. Ее имя было известно не только у нас в стране, но и за рубежом.

После смерти отца Ольга Михайловна с 1969 г. была приглашена ректором ИГУ Н.Ф. Лосевым, на заведование кафедрой зоологии беспозвоночных ИГУ, а чуть позже и на должность директора НИИ Биологии.

О.М. Кожова прекрасно понимала взятую на себя ответственность. Благодаря ее недюжинным организаторским способностям и умелому руководству коллективом, результаты работы как на кафедре, так и в институте оказались плодотворными. Тематика исследований значительно расширилась, они стали носить комплексный характер.

Ее эрудиция как ученого-гидробиолога, байкаловеда, эколога, широкий кругозор и сочетание с организаторским талантом и умением быстро, по-деловому решать наиболее актуальные проблемы позволили ей находиться на переднем крае науки и общественной жизни. Научная деятельность Ольги Михайловны во многом положила начало развитию новых научных направлений. НИИ Биологии под ее руководством вырос в авторитетное научное учреждение, решающее важные теоретические и практические задачи в области экологии, гидробиологии. Она была научным руководителем гидробиологических исследований на Байкале и водохранилищах Ангарского каскада. В сложных экономических условиях 90-х годов О.М. Кожова сделала все воз-

можное, чтобы сохранить и продолжить многолетние работы по экологическому мониторингу Байкала, по режимным наблюдениям за жизнью толщи его вод. Она автор около 900 научных и научно-публистических работ, включая 14 монографий и два учебника, инициатор создания уникального атласа озера Хубсугул, редактор многочисленных тематических сборников, коллективных монографий и других публикаций. Постоянно принимала участие в научных совещаниях, конференциях и симпозиумах, в том числе международных, представляя российскую гидробиологию и экологию в Польше, Чехословакии, Германии, Англии, Швеции, Монголии, США, Японии.

Педагогическая деятельность Ольги Михайловны велика и многогранна. Цикл ее лекций по байкаловедению, который ввел в учебную программу факультета ее отец, гидробиологическому и экологическому мониторингу, общим проблемам экологии были насыщены самой современной информацией, широкий аналитический подход к современным вопросам экологии направлен на формирование студентов как настоящих исследователей. Под ее руководством выполнены многочисленные курсовые и дипломные работы студентов, защищены более 10 докторских и 50 кандидатских диссертаций. О.М. Кожова – создатель научной школы, признанный во всем мире.

Ольгой Михайловной подготовлены высококвалифицированные кадры экологов, гидробиологов, работающих в системе Высшей школы, Академии наук РАН, Академии медицинских наук и др. в нашем регионе и далеко за его пределами в учреждениях охраны природы, национальных парках и т.д.

О.М. Кожова являлась членом Президиума Российского гидробиологического общества при Российской Академии наук, членом Президиума экологической общественной организации “Байкальский экологический парламент”, председателем Головного совета “Охрана окружающей среды” Министерства образования РФ. Под председательством профессора О.М. Кожовой в ИГУ много лет работал Совет по защитам кандидатских и докторских диссертаций по специальностям “гидробиология” и “экология”.

Родина по достоинству оценила вклад профессора О.М. Кожовой в развитие отечественной науки и наградила ее орденом “Знак Почета”, медалями “За трудовое Отличие”, Правительством Монголии “Найрамдал”, знаками “Отличник Высшей школы”, “60 лет народному образованию МНР”, Почетной грамотой Госкомитета РФ по высшему образованию и другими.

Ключевые слова: Кожова Ольга Михайловна, ученый-гидробиолог, эколог, руководитель.

Key words: Kozhova Olga Mikhailovna, scentist-hydrologist, ecologist, sypervisor.

UDC 574.5/.6(092)

Summary

IN MEMORY OF PROFESSOR OLGA M. KOZHOVA

(80TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH)

Safronova O.V., Kardashevskaya P.A.

The outstanding scholar – Baikal-scientist Olga M. Kozhova was a supervisor of hydrobiological studies on Lake Baikal and the Angara cascade reservoirs. There have been carried out the long-term environmental monitoring of Lake Baikal on regime observations of the life of the thickness of its waters. She is the author of 900 scientific and scientific-publicistic

works including 14 monographs and 2 manuals. She is the initiator of the creation of a unique atlas of Lake Hovsgol, the editor of numerous collections of articles, monographs and other publications. She always participated in scientific meetings, conferences and symposia, including international ones, where she used to represent the Russian hydrobiology and ecology, especially in Poland, Czechoslovakia, Germany, England, Sweden, Mongolia, USA and Japan.

Информация об авторах:

Сафронова Ольга Владимировна – заведующая. Байкальский музей им. профессора М.М. Кожова Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5, тел: 8(3952) 241927).

Кардашевская Прасковья Александровна - старший лаборант. Байкальский музей им. профессора М.М. Кожова Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5, тел: 8(3952) 241927).

Information about the authors:

Safanova Olga V. – Head of Baikal Museum named after M.M. Kozhova, Irkutsk State University (Suche-Batora st., 5, Irkutck, 664000, Russia, phone: 8(3952) 241927).

Kardashevskaya Praskobia A. – Senior Lab Assistant, Baikal Museum named after M.M. Kozhova, Irkutsk State University (Suche-Batora st., 5, Irkutck, 664000, Russia, phone: 8(3952) 241927).

УДК 574.5/.6(092)

ПРОФЕССОР О.М. КОЖОВА

Э.А. Ербаева

Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета, *г. Иркутск, Россия*

Кожова Ольга Михайловна – доктор биологических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации работала в Иркутском университете с 1969 г. заведующей кафедрой зоологии беспозвоночных и гидробиологии, а с 1971 г. директором НИИ биологии. Под ее руководством Институт биологии вырос в крупное авторитетное научное учреждение, способное решать важные народно-хозяйственные задачи. Признанием заслуг О.М. Кожовой является присуждение НИИ Биологии в 1978 г. диплома II степени Минвуза СССР. За достигнутые успехи и участие на выставке в 1980 г. Главный комитет ВДНХ постановлением № 972 от 8 декабря 1980 г. наградил медалями Выставки и денежными вознаграждениям 11 сотрудников института, в том числе двумя серебряными и 9 бронзовыми медалями.

Кожова Ольга Михайловна – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации работала в Иркутском университете с 1969 г. заведующей кафедрой зоологии беспозвоночных и гидробиологии и с 1971 г. директором НИИ биологии.

Мне посчастливилось работать вместе с Ольгой Михайловной и под ее руководством. Она была прекрасным руководителем и организатором.

Под ее руководством институт биологии вырос в крупное авторитетное научное учреждение, способное решать важные народно-хозяйственные задачи. Штат сотрудников увеличился с 1971 по 1983 гг. в четыре раза, число кандидатов и докторов наук - в восемь раз. Значительно вырос объем госбюджетных и хоздоговорных работ, к 1981 г. достиг около двух млн. рублей. Призна-

нием заслуг О.М. Кожовой является присуждение НИИ Биологии в 1978 г. диплома II степени Минвуза СССР. За достигнутые успехи и участие на выставке в 1980 г. Главный комитет ВДНХ постановлением № 972 от 8 декабря 1980 г. наградил медалями Выставки и денежными премиями 11 сотрудников института, в том числе двумя серебряными и девятью бронзовыми медалями

Суммарный экономический эффект от внедрения законченных научно-исследовательских работ и подтвержденных производственными организациями в 1970-1980 гг. составил 26.3 млн. руб., т.е. на рубль затрат получен 3.7 рубля экономического эффекта.

Научно-исследовательский институт биологии под руководством профессора О.М. Кожовой успешно развивал научное сотрудничество с зарубежными университетами и научными учреждениям в обмене научных кадров, в развитии совместных научных исследований по приоритетным направлениям биологической науки, в частности по экологии гидробионтов Байкала и водоемов зарубежных стран-партнеров США, Польши, Словакии, Монголии.

Ольга Михайловна – прекрасный педагог. Она читала курс лекций по экологии и гидробиологии, которые отличались высоким научно-теоретическим уровнем. Под ее руководством защищено большое количество курсовых и дипломных работ. Профессор О.М. Кожова воспитала целый ряд высококвалифицированных специалистов экологов и гидробиологов – кандидатов и докторов наук.

Одна из главных черт характера профессора О.М. Кожовой – умение глубокого сопереживания, деликатного и внимательного отношения к людям, заботливое отношение к молодежи. Ее эрудиция сочеталась с внутренней культурой, деловитостью, скромностью и высокой работоспособностью. Студентов и молодых специалистов всегда подкупало отсутствие высокомерия, ее постоянная готовность оказать помощь, доступность в общении с ней.

Ольга Михайловна, развивая гидробиологические исследования в Сибири, внесла фундаментальный вклад в разработку основных вопросов биологического продуцирования водных экосистем в условиях бурно развивающегося освоения природных ресурсов Восточной Сибири.

Основные научные интересы О.М. Кожовой лежали в области выяснения особенностей функционирования крупнейших водоемов Азии – Байкала (Россия) и Хубсугула (МНР), изучения биоценотических взаимоотношений и продукционных возможностей планктона и донных сообществ озер, водохранилищ ангарского каскада и влияние на них антропогенного фактора, охрана и рациональное использование водных ресурсов, разработка концепции изменчивости и устойчивости водных экосистем (оз. Байкал и сопряженных с ним водоемов – оз. Хубсугул и водохранилищ ангарского каскада).

Под ее руководством и непосредственном участии успешно решались вопросы математического моделирования водных экосистем, биологического мониторинга, эколого-генетического последствия влияния человека на экосистемы.

О.М. Кожова много времени уделяла популяризации научных знаний, читала лекции учителям, школьникам, выступала по радио и телевидению о

проблемах гидробиологии и экологии, природе Байкала и охране окружающей среды. Она была во многих странах мира: Япония. Англия, Америка, Польша, Швеция. Болгария, Монголия, Чехословакия, где выступала с докладами, представляя Советскую гидробиологию и экологию.

За заслуги в науке, педагогической и общественной деятельности О.М. Кожова награждена правительствами Советского Союза и Монгольской народной республики орденами и медалями, знаками "Отличник высшей школы", "60 лет народному образованию МНР".

Сейчас мы все отчетливо и ясно понимаем, какой большой ученый жил и работал в Иркутске. Для нас, ее учеников, выпало великое счастье быть ее современниками.

Ключевые слова: Кожова Ольга Михайловна, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, педагог.

Key words: Kozhova Olga Mikhailovna, professor, Honored Scietist of the Russian Federation, pedagogue.

UDC 574.5/.6(092)

Summary

PROFESSOR O.M. KOZHOVA

Erbaeva E.A.

Olga M. Kozhova - Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation - has worked at Irkutsk University from 1969 as a head of the Department of Invertebrate Zoology and Hydrobiology, and from 1971 as a director of the Institute of Biology. Under her supervision, the Institute of Biology has grown into the major reputable scientific institution that can solve important national economic problems. O.M. Kozhova was awarded by Institute of Biology with the Diploma of II degree of the Ministry of Higher Education of the USSR in 1978. For the achievements and participation at the exhibition in 1980, 11 employees of the Institute were awarded by the Main Committee of ENEA by Decree № 972 of December 8, 1980 with the medals and cash awards shows, including two silver and 9 bronze medals.

Сведения об авторе:

Ербаева Энгельсина Александровна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией "Экологический мониторинг". Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел (3952) 243077, e-mail: gsafro@bio.isu.runnet.ru).

Information about the author:

Erbaeva Engelsina A. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of Laboratory "Ecological Monitoring", Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University. (Lenina st., 3, Irkutck, Russiaб 664000, phone: (3952) 243077, e-mail: gsafro@bio.isu.runnet.ru).

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 004.94: 633/.635

МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

М.Н. Астафьева, Я.М. Иваньо

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, *г. Иркутск, Россия*
Экономический факультет
Кафедра информатики и математического моделирования

В статье рассмотрена задача оптимизации размещения сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур при вероятностных значениях урожайности. Предложен алгоритм ее решения с использованием метода статистических испытаний, который предполагает описание значений урожайности сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур с помощью закона распределения вероятностей. Согласно критерию Колмогорова для описания эмпирических функций предлагается использовать нормальное распределение. Предложенный алгоритм реализован для Иркутской области. Приведен анализ результатов моделирования. Они показывают, что затраты, а следовательно и площади посевов, чувствительно реагируют на значительную изменчивость урожайности сельскохозяйственных культур.

Для обеспечения баланса интересов производителей и потребителей сельскохозяйственной продукции необходимо разрабатывать планы, целью которых является повышение эффективности использования ресурсного потенциала для субъектов хозяйствования и наиболее полное удовлетворение потребностей населения и предприятий переработки. Учитывая особенности сельского хозяйства и сложность экономических взаимодействий в отраслях агропромышленного комплекса, такие планы должны разрабатываться на основе применения математических моделей. Поэтому возрастают требования к обоснованности плановых разработок агропромышленного комплекса, основанных на оптимизации сельскохозяйственных процессов [1, 5, 8].

Математическое моделирование открыло широкие возможности для изучения экономических взаимосвязей и закономерностей в отраслях сельского хозяйства [2, 6, 9, 10]. Многоотраслевой характер сельского хозяйства предполагает разработку оптимизационных моделей, связанных с большим количеством переменных, со сложной системой ограничений и множеством критериев.

Особый интерес при планировании сельскохозяйственного производства вызывают задачи математического программирования. Применение оптимизационных моделей позволяет получить ощутимый результат, так как при планировании аграрного производства часто приходится сталкиваться с проблемой выбора оптимальных вариантов использования земли, трудовых и материально-денежных ресурсов, техники, удобрений и т.д. В настоящее время успешно решаются задачи размещения, специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, определения оптимальных размеров предприятий по зо-

нам, эффективности капиталовложений, планирования материально-технического снабжения, отраслевой структуры предприятий, оптимального распределения минеральных удобрений, определения оптимального состава машинно-тракторного парка и его использования и др.

Планирование аграрного производства в условиях неполной информации является трудоемким процессом. Помимо этого, моделирование осложняется влиянием на параметры сельскохозяйственного производства множества природных и антропогенных факторов. Поэтому в ряде работ [3, 11] для оптимизации аграрного производства предлагается использовать имитационное моделирование, которое позволяет увеличить количество возможных вариантов решения задачи.

В работе **объектом моделирования** является растениеводческая отрасль Иркутской области. Задача оптимизации ориентирована на критерий минимизации затрат на производство. Применение этого критерия связано с неустойчивым характером производства сельскохозяйственной продукции предприятиями Иркутской области. Для многих предприятий получение продукции скотоводства и растениеводства является убыточным. При интеграционных процессах слабые хозяйства присоединяются к предприятиям, работающим устойчиво. Поэтому критерий в виде затрат в большей степени соответствует сегодняшнему состоянию сельского хозяйства.

В качестве переменных величин использованы искомые размеры площадей сельскохозяйственных культур и объем получаемого валового сбора. Задача оптимизации размещения растениеводческой продукции с вероятностными параметрами в левых частях ограничений записывается в следующем виде:

$$f = \sum_{j \in J} c_j x_j \to \min, \tag{1}$$

$$\sum_{j \in J} y_{ij}(F) x_j \le b_i \ \ (i = \overline{1,d}), \tag{2}$$

$$x_j \ge 0 \ \ (j = \overline{1,n}), \tag{3}$$

где f – целевая функция, минимизирующая затраты на производство сельскохозяйственной продукции, x_j – переменная, b_i, c_j – заданные постоянные величины, i, j – индексы. В этой задаче коэффициенты при неизвестных в левых частях ограничений (урожайность сельскохозяйственных культур $y_{ij}(F)$) определяются для вероятностей, смоделированных случайным образом по нормальному закону распределения.

В растениеводстве с учетом особенностей производства сельскохозяйственной продукции приоритетными являются направления по получению зерна, овощей, картофеля и кормов. В регионе занимаются выращиванием около 40 видов сельскохозяйственных культур. Их разнообразие при оптимизации размещения посевов с целью оценки производственного потенциала можно расширить за счет различных сортов сельскохозяйственных культур и дикорастущих растений.

Ранее авторами были разработаны два алгоритма оптимизации размещения сельскохозяйственных культур, в которых коэффициенты при неизвестных

в левых частях ограничений y_{ij} описываются верхними и нижними оценками. При использовании первого алгоритма в начале согласно пространственно-временному анализу с учетом природно-климатических особенностей рассматриваемых территорий определяются предельные значения урожайности сельскохозяйственных культур $y_i^{\max}$ и $y_i^{\min}$. На втором этапе с использованием экстремумов моделируются ряды урожайности y_{ij} в виде случайных чисел, где $i=\overline{1,n}$, $j=\overline{1,N}$, n – число видов сельскохозяйственных культур, N – длина ряда. Затем по полученным значениям строится некоторое число оптимизационных моделей размещения сельскохозяйственных культур с критерием f_j. Из них выбираются максимальное, минимальное значения и медиана целевой функции ($f_{\min}^{\max}$, $f_{\min}^{\min}$, $f_{\min}^{med}$), в качестве которой использованы затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

При использовании второго алгоритма на первом шаге определяются предельные значения урожайностей сельскохозяйственных культур $y_i^{\max}$ и $y_i^{\min}$. На втором этапе с их учетом моделируются ряды урожайности y_{ijl} в виде случайных чисел. После этого вычисляются средние значения $\bar{y}_i$, стандартные отклонения σ_{y_i}. Кроме того, рассчитываются стандартные ошибки $\sigma_{\bar{y}_i}$ и $\sigma_{\sigma_{y_i}}$. По значениям $\bar{y}_i$, $\bar{y}_i+\sigma_{y_i}$ и $\bar{y}_i-\sigma_{y_i}$ строятся оптимизационные задачи. В заключении вычисляются критерии оптимальности $f_{\bar{y}_i}$, $f_{\bar{y}_i+\sigma_{y_i}}$, $f_{\bar{y}_i-\sigma_{y_i}}$ и соответствующие им неизвестные величины модели.

Алгоритмы реализованы для лесостепной зоны Иркутской области. Причем они могут применяться на различных уровнях агрегирования: для предприятий, групп предприятий, муниципальных образований, агроландшафтных районов, сельскохозяйственных зон, региона и др. Кроме того, задачу оптимизации размещения сельскохозяйственных культур можно значительно усложнить путем увеличения размерности, включая в систему все разнообразие сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе. Приведенные результаты показывают, что затраты, а следовательно и площади посевов, чувствительно реагируют на значительную изменчивость урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому управленческому персоналу необходимо предоставлять различные варианты оптимальных ситуаций для адекватного планирования производства.

Во многих случаях урожайности сельскохозяйственных культур являются случайными или слабосвязными величинами [4], поэтому предлагается алгоритм с описанием параметров модели оптимизации с помощью вероятности, в качестве которой использована функция Гаусса. На рисунке 1 приведены эмпирические функции и аналитические законы в виде нормальных распределений.

Рисунок 1 – **Эмпирические функции и нормальные законы распределения урожайности сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур, характеризующие временные изменения экстремумов Иркутской области: а – зерновые и зернобобовые культуры; б – картофель и овощебахчевые; в – кормовые культуры; г – плодово-ягодные культуры.**

Следует отметить, что закон распределения позволяет оценивать вероятность минимальных и максимальных эмпирических значений выборки. В частности, согласно графику вероятность появления наименьшего значения зерновых и зернобобовых равна 0.030, а наибольшего – 0.048. Для картофеля и овощебахчевых эти значения составляют 0.035 и 0.045, для кормовых – 0.041 и 0.022, а для плодово-ягодных – 0.095 и 0.024. Помимо значений вероятности с помощью функции вероятности вероятностей [7] определены их погрешности, которые для уровней значимости 0.1 и 0.9 составили 0.075 и 0.15 при количестве данных, равном 14.

Задача оптимизации размещения посевов сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур решается в следующей последовательности. Во-первых, вычисляются статистические параметры: коэффициент вариации $C_{v_{y_i}}$ и среднее y_i. По критерию согласия Колмогорова выбирается закон распределения вероятностей. Во-вторых, моделируются случайные числа, характеризующие ординаты функции распределения F_{ij}, по которым определяются урожайности y_{ij} с помощью заданных законов распределения вероятностей. На основании формулы $\xi_j(\sum_{i=1}^{h} F_{ij})$ вычисляются суммарные вероятности, значениям которых соответствуют ординаты функции распределения. В-третьих, определяются значения урожайности y_{ij} для вероятностей распределения F_{ij}. В-четвертых, по полу-

ченным значениям y_{ij} вычисляется критерий оптимальности в виде затрат на получение сельскохозяйственной продукции f_{ξ_j}. Алгоритм приведен на рисунке 2.

Рисунок 2 – **Алгоритмы оптимизации размещения сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур с использованием метода статистических испытаний при вероятностных значениях урожайности.**

Приведенный алгоритм позволяет расширить возможности моделирования размещения сельскохозяйственных культур, поскольку ряды урожайности являются короткими и обладают неоднородностью, что приводит к значительным стандартным ошибкам параметров модели.

Алгоритм (рис. 2) реализован для Иркутской области. Сельскохозяйственные и плодово-ягодные культуры были объединены в 4 группы: зерновые и зернобобовые, картофель и овощебахчевые, кормовые и плодово-ягодные. Продолжительность выборок составила $N = 100$. Моделирование различных ситуаций согласно алгоритму показало степень изменчивости неизвестных величин в моделях.

На рисунке 3 приведена связь значений целевых функции f_i и суммарных вероятностей урожайностей культур ξ_i, использованных при построении моделей.

На основании функции распределения приведены результаты моделирования для вероятностей 0.9, 0.5 и 0.1. (табл. 1).

Рисунок 3 – **Распределение вероятностей критерия оптимальности.**

Таблица 1 – **Результаты решения задачи оптимизации размещения сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур для суммарной вероятности 0.9, 0.5 и 0.1**

Целевая функция, тыс. руб.		Значения посевных площадей *x*, га			
		Зерновые и зернобобовые культуры	Картофель и овощебахчевые культуры	Кормовые культуры	Плодово-ягодные культуры
$f_{0,1}$	4573338	383412	68377	142895	864
$f_{0,5}$	5209614	440296	68395	146145	1112
$f_{0,9}$	5869003	542731	68870	178789	1932

Применение моделей с высокими урожайностями показало, что для ситуации, соответствующей вероятности 0.1, затраты на производство необходимо объема продукции составили 1295665 тыс. руб. В противном случае, когда на урожайность влияют неблагоприятные факторы (вероятность превышения равна 0.9), критерий оптимальности увеличивается на 28%. Наибольшее расхождение между максимальными и минимальными площадями выявлено для плодово-ягодных культур (2.2 раза), а наименьшее – для картофеля и овощебахчевых (0.03%).

В **заключении** отметим, что информация о значениях параметра биопродуктивности, используемая в задачах математического программирования, часто является неоднородной и неполной. Кроме того, урожайность подвержена влиянию различных факторов. В этом случае моделирования значений ряда осуществляется для значений урожайности, полученных для некоторой вероятности с помощью метода статистических испытаний.

Для оптимизации размещения сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур в работе предложен алгоритм, который с помощью метода имитационного моделирования позволяет лицу, принимающему решения, получать различные варианты решения задач в зависимости от изменчивости урожайности.

Алгоритм реализован для Иркутской области. Задача оптимизации включает урожайности четырех групп сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур Иркутской области при $N = 100$. При этом урожайность определяется для вероятности, смоделированной по нормальному закону распределения методом статистических испытаний. Приведенные результаты показывают, что затраты, а следовательно и площади посевов, чувствительно реагируют на значительную изменчивость урожайности сельскохозяйственных культур.

В дальнейшем планируется разработать и применить алгоритм для слабосвязных выборок с различными законами распределения. Помимо этого, интерес вызывает использование для описания урожайности сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур усеченных распределений.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, оптимизация, нормальный закон распределения, урожайность, статистические параметры.

Key words: Imitation modelling, optimization, normal distribution law, yield, statistical parameters.

Список литературы

1. *Бауэр Д.* Экономика сельскохозяйственного предприятия: учеб. - метод. пособие / Д. Бауэр, Г.Н. Харламова, А.С. Зубровский и др. – М.: ЭкоНива, 1999. – 280 с.

2. *Булатов В.П.* Модели возделывания сельскохозяйственных культур / *В.П. Булатов, Т.А. Глинская, А.Ф. Зверев, Я.М Иваньо, К.А. Татаринов* // Матер. второго науч.-методическ. семинара “Информационные технологии в образовании и науке”. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2003. – С.43-48.

3. *Вашукевич Е.В.* Об использовании имитационного моделирования для решения задач аграрного производства /Е.В. Вашукевич, В.Р. Елохин, Я.М. Иваньо, Е.С. Труфанова// Сб. статей международ. науч.-практ. конф. “Природа и сельскохозяйственная деятельность человека”. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. – С. 185-188.

4. *Вашукевич Е.В.* Статистическая оценка влияния факторов на агрономическую засуху / *Е.В. Вашукевич* // Совместная деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей и научных организаций в развитии АПК Центральной Азии: Сб. матер. международ. науч.-практ. конф. (25-27 марта 2008 г., Иркутск): Изд-во ИрГСХА, 2008. – Ч. IV. – С. 89-94.

5. *Волков С.Н.* Экономические модели в землеустройстве: учебно-практическое пособие / *С.Н. Волков, А.Н. Безгинов.* – М.: Tacis, 2001. – 284 с.

6. *Гатаулин А.М* Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / *А.М Гатаулин, Г.В. Гаврилов, Т.М Сорокина.* – М.: Агропромиздат, 1990. – 432 с.

7. *Иваньо Я.М.* Экстремальные природные явления: методология, моделирование и прогнозирование / *Я.М. Иваньо.* – Иркутск:Изд-во ИрГСХА, 2007. – 266 с.

8. *Кардаш В.А.* Модели управления производственно-экономическими процессами сельском хозяйстве / *В.А. Кардаш* – М.: Экономика, 1981. – 184 с.

9. *Колотыгин Ю.А.* Статистическое моделирование в планировании технической оснащенности земледелия / *Ю.А. Колотыгин, И.В. Шмидт.* – СПб.: СПГАУ, 2000. – 205 с.

10. *Матасова Ю.А.* Разработка обобщенной модели планирования кормопроизводства с недетерминированными параметрами: сб. науч. тр. НГТУ / Ю.А. Матасова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - №1. - С. 45- 50.

11. *Труфанова Е.С.* Алгоритмы имитационного моделирования производственного потенциала земельных ресурсов региона /*Е.С. Труфанова*// Вестник Брянского гос. тех. ун-та. – 2011. – № 1(29) – С. 79-84.

Referenges

1. Baujer D. *Jekonomika sel'skohozjajstvennogo predprijatija: ucheb. - metod. posobie* / D. Baujer, G.N. Harlamova, A.S. Zubrovskij i dr. – M.: JekoNiva, 1999, 280 p.

2. Bulatov V.P. *Modeli vozdelyvanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur* / V.P. Bulatov, T.A. Glinskaja, A.F. Zverev, Ja.M. Ivan'o, K.A. Tatarinov // Mater. vtorogo nauch.-metodichesk. seminara "Informacionnye tehnologii v obrazovanii i nauke". – Irkutsk: ISJeM SO RAN, 2003, pp.43-48.

3. Vashukevich E.V. *Ob ispol'zovanii imitacionnogo modelirovanija dlja reshenija zadach agrarnogo proizvodstva* /E.V. Vashukevich, V.R. Elohin, Ja.M. Ivan'o, E.S. Trufanova// Sb. statej mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. "Priroda i sel'skohozjajstvennaja dejatel'nost' cheloveka". – Irkutsk, 2011, pp. 185-188.

4. Vashukevich E.V. *Statisticheskaja ocenka vlijanija faktorov na agronomicheskuju zasuhu* / E.V. Vashukevich // Sovmestnaja dejatel'nost' sel'skohozjajstvennyh tovaroproizvodi-telej i nauchnyh organizacij v razvitii APK Central'noj Azii: Sb. mater. mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. (25-27 marta 2008 g., Irkutsk): Izd-vo IrGSHA, 2008, Ch. IV, pp. 89-94.

5. Volkov S.N. *Jekonomicheskie modeli v zemleustrojstve: uchebno-prakticheskoe posobie* / S.N. Volkov, A.N. Bezginov. – M.: Tacis, 2001, 284 p.

6. Gataulin A.M. *Matematicheskoe modelirovanie jekonomicheskih processov v sel'-skom hozjajstve* / A.M. Gataulin, G.V. Gavrilov, T.M Sorokina. – M.: Agropromizdat, 1990, 432 p.

7. Ivan'o Ja.M. *Jekstremal'nye prirodnye javlenija: metodologija, modelirovanie i prognozirovanie* / Ja.M. Ivan'o. – Irkutsk:Izd-vo IrGSHA, 2007, 266 p.

8. Kardash V.A. *Modeli upravlenija proizvodstvenno-jekonomicheskimi processami sel'skom hozjajstve* / V.A. Kardash – M.: Jekonomika, 1981, 184 p.

9. Kolotygin Ju.A. *Statisticheskoe modelirovanie v planirovanii tehnicheskoj osnawennosti zemledelija* / Ju.A. Kolotygin, I.V. Shmidt. – SPb.: SPGAU, 2000, 205 p.

10. Matasova Ju.A. *Razrabotka obobwennoj modeli planirovanija kormoproizvodstva s nedeterminirovannymi parametrami: sb. nauch. tr. NGTU* / Ju.A. Matasova. – Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2002, no.1, pp. 45-50.

11. Trufanova E.S. *Algoritmy imitacionnogo modelirovanija proizvodstvennogo potenciala zemel'nyh resursov regiona* /E.S. Trufanova// Vestnik Brjanskogo gos. teh. un-ta. – 2011. no 1(29), pp. 79-84.

UDC 004.94: 633/.635

Summary

OPTIMIZATION MODELS OF PLACEMENT OF AGRICULTURAL AND FRUIT CROPS WITH PROBABILISTIC PARAMETERS UNDER UNCERTAIN CONDITIONS

Astafieva M.N., Ivan'o Ya.M.

The article considers the problem placement optimization models of agricultural and fruit crops with the probabilistic parameters of the yield. The algorithm for its solution by the method of statistical tests, which includes a description of the values of the yield of agricultural and fruit crops with the help of the law of probability distribution, has been given. According to Kolmogorov's criterion, for the description of the empirical functions it is necessary to use the normal distribution. The proposed algorithm has been implemented for Irkutsk region. The analysis of the modelling results is presented. They show that the costs, and consequently, the crops' area are sensitive to the significant variability in crop yields.

Информация об авторах:

Иваньо Ярослав Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и математического моделирования экономического факультета. Иркутская государствен-

ная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237692, e-mail: iasa_econ@rambler.ru).
Астафьева Марина Николаевна – аспирант кафедры мнформатики и математического моделирования экономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237425, e-mail: marisha87_87@mail.ru).

Information about the authors:

Ivan'o Yaroslav M. – PhD in Technics, Doctor of Technical Sciences, Head of Department of Informatics and Mathematical Modelling, Economics Faculty, Irkutsk State Academy of Agriculture (Pos.Molodezhny, Irkutsk region, Russia, 664038, phone: 8(3952)237692, e-mail: iasa_econ@rambler.ru).
Astafieva Marina N. – PhD student, Department of Informatics and Mathematical Modelling, Economics Faculty, Irkutsk State Academy of Agriculture (Pos.Molodezhny, Irkutsk region, 664038, Russia, phone: 8(3952)237425, e-mail: marisha87_87@mail.ru).

УДК 582.675.1+581.19(571.53)

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ ИНТРОДУЦЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИБАЙКАЛЬЯ

О.А. Белых

Байкальский государственный университет экономики и права, *г. Иркутск, Россия*

Повышение урожайности и качества растительного сырья травянистых многолетников возможно на основе создания высокопродуктивных и устойчивых интродукционных сортопопуляций. Реализацию потенциала продуктивности интродуцентов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков можно ожидать, осуществляя отбор растений со сбалансированными генотипическими признаками. Проведённое биометрическое исследование интродукционных ценопопуляций *Thalictrum minus* L. различного эколого-географического происхождения, выявило, что растения, сохраняют природные ритмы роста, и достоверно отличаются по некоторым биометрическим признакам.

Отбор из географически отдаленных природных популяций особей, наиболее ценных по хозяйственно-полезным свойствам, является одним из наиболее эффективных путей получения интродукционных популяций с повышенной продуктивностью и устойчивостью. При перенесении природных популяций в условия культуры особи, выращенные из семян, обычно отличаются большим разнообразием, построенным на определенном сочетании различных генотипов, имеющих разное фенотипическое выражение. На наличие внутрипопуляционного разнообразия в природных местообитаниях и в условиях культуры есть указания во многих работах [4, 5, 9]. Популяции имеют сложный состав, включающий группы растений, различающихся по ряду физиологических, морфологических и биохимических признаков. Биотипы (формы) могут отличаться по темпу роста в начальные фазы, по времени наступления фенофаз, по морфометрическим показателям и содержанию биологически активных веществ.

Цель работы: изучить адаптационные возможности генотипов растений различного эколого-географического происхождения и выявить их реакцию на условия культуры.

Материалы и условия эксперимента: Исходным материалом послужили растения, выращенные из семян различного эколого-географического происхождения, полиморфного вида *Thalictrum minus* L. Семена были собраны из горных районов Западного Саяна и Южного Прибайкалья, поскольку большие потенциальные возможности для интродукции присущи растениям, происхождение которых связано в прошлом с наибольшими изменениями среды. Повышенный интерес представляет флора горных районов, так как суровые условия гор с резкими сменами климата и рельефа в прошлые геологические эпохи и разнообразные условия существования растений в современный период обусловили флористическое богатство и разнообразие генотипов горных растений. Растения этих флор обладают высоким содержанием многих биологически ценных веществ и представляют богатейший резерв полезных растений.

Таблица - **Эколого-фитоценотическая характеристика местообитаний исходного интродукционного материала *Thalictrum minus* L.**

№ п/п	Местонахождение	Высота над ур. моря, м	Растительное сообщество	Сомкнутость крон	Общее проективное покрытие травостоя, %	Свойства почв	
						механич. состав	гумус %
1	Зап. Саян Таштыпский р-н, терраса р. Он	520	Лес осиново-березовый разнотравно-осоковый	0.4	75	средне-суглинистая	9.0
2	Южное Прибайкалье Шелеховский р-н, окр. п. Б. Луг	475	Лес осиново-березово-пихтово-сосновый разнотравный	0.3	75	средне-суглинистая	3.6
3	Зап. Саян Таштыпский р-н, урочище Кошелюха	500	Луг разнотравно-ежовый	-	95	средне-суглинистая	11.8
4	Южное Прибайкалье Шелеховский р-н, Шаманка	480	Луг остепненный разнотравно-вейниковый	-	80	суглинистая	9.9

Методы исследования. Интродукционный эксперимент проводился в условиях биостанции г. Иркутска. Морфологически данные модельных растений анализировались одно- и многомерными статистическими методами. Сравнение выборочных средних, вычислялось по *T*-критерию Стьюдента и *U*-критерию Манна-Уитни [2, 6]. Структурный анализ популяций проводился модифицированным методом, разработанным Е.В. Тюриной [6].

Обсуждение результатов. Многими исследователями отмечено, что одной из характерных ответных реакций на условия культуры является повышение продуктивности растений, увеличение числа метамерных органов, размеров

побегов и особей в целом, ветвление побегов [1, 7]. Традиционно, в целях изучения изменчивости продуктивных признаков, используется ряд макроморфологических признаков: высота растения, длина и ширина листовых пластинок, средняя длина междоузлий, диаметр стебля, число боковых побегов на особь, число соцветий и др. Проведённое биометрическое исследование интродукционных ценопопуляций *Thalictrum minus* L., различного эколого-географического происхождения, выявило, что растения, сохраняют природные ритмы роста и достоверно отличаются по некоторым биометрическим признакам (рис. 1).

Рисунок 1 - **Результаты факторного анализа по 7 признакам 120 особей из четырех популяционных выборок *Thalictrum minus* L. в системе координат первого и второго факторов. 1-4 - номера популяций.**

У растений интродукционных популяций № 3 и № 4 слабо перекрываются значения размеров листовой пластинки, несколько больше перекрываются средняя длина междоузлий, диаметр стебля, число боковых побегов на особь. По многим признакам популяция № 2 достоверно отличается от № 3, занимая близкое положение по общим размерам и параметрам листьев. По средней длине междоузлий, диаметру стебля, числу боковых побегов на особь приближается к популяции № 1. По данным факторного анализа выявлено, что 3 первых фактора дают наиболее информативную картину и объясняют 65% общей дисперсии данных. Наибольшую нагрузку на фактор 1 для всех особей дают переменные значения индекса (длина/ширина) верхнего стеблевого листа. Значение этих признаков максимально у растений популяции № 2 и минимально у растений группы № 1. На фактор 2 наибольшую нагрузку дает длина междоузлий и

диаметр стебля. Третий фактор – число боковых побегов на особь, число соцветий. Для растений популяции № 4 характерно минимальное значение числа боковых побегов на особь, а для растений популяции № 1 показатель числа соцветий имеет наибольшее значение.

Результаты дискриминантного анализа соответствуют результатам факторного анализа. Анализ полного массива данных (n = 120) указал на значимость признаков размеров стеблевых листьев, средней длины междоузлий, диаметра стебля, числа боковых побегов на особь для различения групп. Наибольшие показатели по первому корню (индекс верхнего стеблевого листа) имеет популяция № 3, а наименьшие показатели - у № 4. По второму корню (длина междоузлий, диаметр стебля) растения лугового экотипа популяций №№ 3, 4 имеют низкие значения, а у растений лесного экотипа - №№ 1, 2 более высокие. У популяции № 4 самый низкий показатель по третьему корню (число боковых побегов и соцветий на особь), растения популяций №№ 1, 2, 3 не образуют компактной группы, что говорит об их изменчивости (рис. 2). Проведенное нами исследование изменчивости морфологических признаков интродуцированных особей полиморфного вида *Thalictrum minus* L. различного эколого-географического происхождения позволило достоверно разграничить в условиях культуры экотипы – лесной и луговой.

Анализ морфологических показателей количественных признаков генеративных особей *Th. minus* Прибайкальского и Западно-Саянского экотипов позволяет говорить о том, что в условиях культуры между ними выявлены следующие различия. Растения популяции № 1 отличались большей высотой побегов, длиной листа, диаметром стебля и средней длиной междоузлий. Вариабельность всех признаков этого экотипа была выше. Для Прибайкальского лесного экотипа отмечена меньшая амплитуда изменчивости данных признаков. Растения популяции № 2 характеризуются большей шириной листа, активным ветвлением особей и увеличением среднего числа побегов на особь. Сравнение средних статистических данных дает возможность выявить амплитуду изменчивости каждого признака и достоверность их различия между популяциями. Установление наличия корреляционных связей между исследуемыми признаками позволяет вскрыть закономерности наследуемости хозяйственно-полезных признаков. Каждому биотипу присущи свои внутрипопуляционные корреляции. В случае хорошей выраженности они могут быть использованы при отборе по косвенным признакам. Изучение связи надземной массы и высоты генеративного побега с основными фенотипическими признаками показало наличие между ними корреляционной связи разной силы. У обоих экотипов масса побега тесно коррелирует с числом боковых побегов, меньше – с размерами листьев. Значения коэффициента корреляции между высотой растений и основными морфологическими признаками показывают среднюю зависимость между высотой генеративного побега и размерами междоузлий у растений, с другими фенотипическими признаками она не выявлена.

И.И. Шмальгаузен [10] подчеркивал эволюционное значение сбалансированных систем. Стабилизация нормы происходит через усложнение системы внутренних связей, обеспечивающих надежное развитие фенотипа. На уровне

морфологических систем это реализуется в усложнении корреляционных связей между отдельными органобразовательными процессами и увеличивает их устойчивость. В своих исследованиях мы имеем дело с небольшой частью различных ценопопуляций. В то же время известно, что дрейф гена усиливается с уменьшением популяции, т. е. выращивание небольшой по численности группы растений усиливает в них изменения генетической структуры. При этом, как указывает В.М. Некрасов [3], генофонд новой популяции остается в пределах исходной группировки.

Рисунок 2 - **Результаты дискриминантного анализа по семи признакам 120 особей из четырех популяционных выборок *Thalictrum minus* L. различного эколого-географического происхождения в системе координат первого и третьего факторов. 1-4 - номера популяций.**

Популяции, которые вводятся в культуру, обычно характеризуются внутрипопуляционным разнообразием биотипов. Для более эффективного отбора высокопродуктивных форм и гармонично сформированных генотипов нами применялся метод структурного анализа популяций. Авторы метода исходят из того, что уровень развития каждого признака обусловлен его наследственными возможностями, и по степени развития отдельных признаков можно определить степень интенсивности процессов, ответственных за формирование каждого признака. Несмотря на то, что для развития разных количественных признаков растение имеет свой ход морфогенеза, можно обнаружить группы растений с одинаковыми темпами роста и развития. Для проведения индивидуального отбора в каждой популяции этикетировали по 30 особей. С каждого растения снимали все биометрические показатели: высота растений, длина и ширина листьев, средняя длина междоузлий стебля, число боковых побегов и число соцветий первого порядка на генеративный побег. Результаты распределения всех растений по 6 классам интенсивности развития признаков показали, что в популяции № 2 Прибайкальского экотипа, особи модального класса составляют

42%, сюда вошли растения №№ 3, 5-7, 9-12, 17, 21, 29, 35-37, 41, 43, 46-48. Особей высокого класса – 24%, его образуют растения №№ 1, 4, 14, 15, 19, 21, 24, 34, 38, 40, 45, 50. В популяции № 1 Западно-Саянского экотипа – 36% особей модального класса, в него вошли растения под №№ 4-7, 10, 12, 10-18, 23, 24, 33; растений высокого класса было 12%, это №№ 2, 8, 44, 45, 47, 49. Совмещение кривых распределения особей по разным признакам на одном графике (рис. 3) позволило оценить каждую популяцию по совокупности признаков.

Рисунок 3 - **Сравнительная характеристика интенсивности развития морфологических признаков растений Прибайкальского (вверху) и Западно-Саянского (внизу) экотипов в условиях культуры.**

У растений Прибайкальского экотипа распределение по высоте побегов, ширине листьев и длине междоузлий – нормальное, симметричное. Количество особей по числу боковых побегов смещено в сторону увеличения растений в низком классе. Ядро популяции составляют особи модального класса. У Западно-Саянского экотипа распределение особей по высоте побегов, ширине листьев и длине междоузлий стебля – симметричное, нормальное. Распределение особей по числу боковых побегов имеет отклонение по ширине листьев в сторону увеличения в высоких классах. Изучение внутрипопуляционной структуры Западно-Саянской и Прибайкальской популяций позволило установить, что каждому экотипу свойственны свои определенные корреляции между признаками. Растения Прибайкальской популяции имеют тенденцию к более тесной взаимосвязи всех признаков, чем растения Западно-Саянской популяции.

Выводы. 1. Реализацию потенциала продуктивности интродуцентов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, можно ожидать, осуществляя отбор растений со сбалансированными генотипическими признаками. Возможность эффективного отбора предоставляют статистические методы обработки данных интродукционного эксперимента.

2. Выявлено, что особи, обладающие сбалансированными физиолого-биохимическими процессами, адаптируются без резких фенотипических изменений. Методом структурного анализа популяций выделены растения со сбалансированными процессами роста и развития признаков, определяющих биологическую продуктивность. Следовательно, генотипически эти особи более адаптированы к условиям интродукции в Прибайкалье и перспективны для создания панмиктических высокопродуктивных устойчивых интродукционных сортопопуляций.

Ключевые слова: Урожайность, качество растительного сырья, травянистые многолетники, высокопродуктивные интродукционные сортопопуляции.

Key words: Yield, quality of plant raw material, herbaceous perennials, highly-productive introduced variety-population.

Список литературы

1. *Зайцев Г.Н.* Оптимум и норма в интродукции растений / *Г.Н. Зайцев* – М.: Наука, 1983. – 269 с.

2. *Кайданов Л.З.* Генетика популяций: Учеб. для биол., мед. и с.-х. вузов / *Л.З. Кайданов* - М.: Высшая школа, 1996. – 320 с.

3. *Некрасов В.И.* Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / *В.И. Некрасов* – К.: Наука, 1980. – 101 с.

4. *Розанова М.А.* О биологической изоляции и скрытых видах / *М.А. Розанова* // Ботан. журн. – 1960. – Т. 12. - № 2. - С. 203-234.

5. *Соболевская К.А.* Исчезающие растения Сибири в интродукции / *К.А. Соболевская* – Новосибирск: Наука, 1984. – 216 с.

6. *Терехина А.Ю.* Анализ данных методами многомерного шкалирования / *А.Ю. Терехина* М: Наука; 1986. – 139 с.

7. *Трулевич Н.В.* Темпы онтогенеза интродуцированных растений / *Н.В. Трулевич* // Популяционная экология растений. – М.: Наука, 1987. – С. 36-39.

8. *Тюрина Е.В.* Популяционные аспекты изучения исходного материала для интродукции / *Е.В. Тюрина* // Ускорение интродукции растений Сибири. – Новосибирск: Наука,

1989. – С. 34-45.

9. *Филипченко Л.Н.* Изменчивость и методы ее изучения / *Л.Н. Филипченко* – М.: Наука, 1978. – 238 с.

10. *Шмальгаузен И.И.* Естественный отбор и его формы / *И.И. Шмальгаузен* // Вопросы эволюции, биогеографии, генетики и селекции. – К.-Л.: Наука, 1960. – С. 811-819.

References

1. Zajcev G.N. *Optimum i norma v introdukcii rastenij* / G.N. Zajcev – M.: Nauka, 1983, 269 p.

2. Kajdanov L.Z. *Genetika populjacij: Ucheb. dlja biol., med. i s.-h. vuzov* / L.Z. Kajdanov - M.: Vysshaja shkola, 1996, 320 p.

3. Nekrasov V.I. *Aktual'nye voprosy razvitija teorii akklimatizacii rastenij* / V.I. Nekrasov – K.: Nauka, 1980, 101 p.

4. Rozanova M.A. *O biologicheskoj izoljacii i skrytyh vidah* / M.A. Rozanova // Bo-tan. zhurn. – 1960. – T. 12. - № 2, pp. 203-234.

5. Sobolevskaja K.A. *Ischezajuwie rastenija Sibiri v introdukcii* / K.A. Sobolevskaja – Novosibirsk: Nauka, 1984, 216 p.

6. Terehina A.Ju. *Analiz dannyh metodami mnogomernogo shkalirovanija* / A.Ju. Terehina M: Nauka; 1986, 139 p.

7. Trulevich N.V. *Tempy ontogeneza introducirovannyh rastenij* / N.V. Trulevich // Populjacionnaja jekologija rastenij. – M.: Nauka, 1987, pp. 36-39.

8. Tjurina E.V. *Populjacionnye aspekty izuchenija ishodnogo materiala dlja intro-dukcii* / E.V. Tjurina // Uskorenie introdukcii rastenij Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1989, pp. 34-45.

9. Filipchenko L.N. *Izmenchivost' i metody ee izuchenija* / L.N. Filipchenko – M.: Nauka, 1978, 238 p.

10. Shmal'gauzen I.I. *Estestvennyj otbor i ego formy* / I.I. Shmal'gauzen // Vopro-sy jevoljucii, biogeografii, genetiki i selekcii. – K.-L.: Nauka, 1960, pp. 811-819.

UDC 582.675.1+581.19(571.53)

Summary

BIOLOGICAL POTENTIAL OF INTRODUCED PLANTS' PRODUCTIVITY IN BAIKAL REGION

Belykh O.A.

The increase in the productivity and quality of plant raw material of herbaceous perennials is possible through the creation of highly productive and sustainable introduced sort-variation. The implementation of the potential of productivity of exotic species that have complex agronomic traits can be expected due to the selection of plants with the balanced genotypic characteristics. The biometric study on the introduced price-populations *Thalictrum minus* L. of various eco-geographical origins has revealed that the plants retain the natural rhythms of growth, and significantly differs in some biometric features.

Сведения об авторе:

Белых Ольга Александровна - кандидат биологических наук, доцент кафедры логистики и коммерции. Институт торговли Байкальского государственного университета экономики и права (664003, Россия, Иркутск, ул. Ленина, 11, тел. 8(3952)225868, e-mail: olga-irk@mail2k.ru).

Information about the author:

Belykh Olga A. – PhD in biology, candidate of biological sciences, associate professor of department of logistics and commerce, Institute of Trade, Baikal State University of Economics and Law. (Lenina st., 11, Irkutsk, Russia, 664003, phone: 8(3952)225868, e-mail: olga-irk@mail2k.ru).

УДК 631.879.3

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТА НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

И.В. Волчатова, С.А. Медведева

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет,
г. Иркутск, Россия
Институт недропользования
Кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности

Изучено действие органо-минерального удобрения (компоста), полученного в результате биоконверсии гидролизного лигнина в промышленных условиях, на урожайность пшеницы на серых лесных почвах. Анализ агрохимической характеристики почв опытного участка осеннего отбора показал, что внесение компоста оказывало положительное влияние на содержание гумуса не только пахотного, но и подпахотного горизонта. Показана существенная прибавка урожая (в среднем на 72%) при внесении компоста в почву. Использование удобрения на основе гидролизного лигнина позволило получить растительную продукцию с повышенным содержанием питательных веществ.

Органическое вещество почвы является регулятором расходования элементов питания и предотвращает их вымывание, благодаря чему повышает эффективность минеральных удобрений [5]. Гумусированные почвы отличаются лучшими физическими свойствами, водно-воздушным и тепловым режимами. Особенно возрастает роль гумусированности почв при неблагоприятных условиях погоды.

Земледелие Иркутской области находится в довольно сложных условиях. Особенностями климата являются засушливая весна, ранние заморозки и много осадков в период уборки [4]. Учитывая очень низкое содержание гумуса в пахотном горизонте почвы, повышение содержания ее органической составляющей весьма актуально.

Источник гумуса для агроценозов - органические удобрения. В условиях нехватки последних альтернативным вариантом могут быть компосты, приготовленные на основе отходов деревообработки. В Иркутской области таким, практически неисчерпаемым субстратом для компостирования, является гидролизный лигнин (ГЛ) – отход производства, в огромных количествах скопившийся на свалках гидролизных предприятий за время их существования. Благодаря финансовой поддержке Администрации губернатора Иркутской области в 2005 г. был заложен крупномасштабный эксперимент по компостированию ГЛ по разработанной нами технологии [1].

Целью данной работы была оценка эффективности органо-минерального удобрения (компоста), полученного в результате биоконверсии ГЛ в промышленных условиях, при выращивании пшеницы.

Объектом исследования служил компост, полученный путем микробиологической переработки ГЛ ассоциацией микроорганизмов и названный “Лигнат”. Полевые испытания были проведены в 2006 г. на поле крестьянско-фермерского хозяйства “Красный бор” Зиминского района Иркутской области (руководитель Якушенко Н.И.) сотрудниками лаборатории полевых опытов

Федерального государственного учреждения “Станция агрохимической службы “Тулунская”.

Почва на опытном поле – светло-серая лесная, песчаная, слабокислая, малогумусная. Предшественниками были пропашные культуры. При закладке участок каждого опыта разбивали на повторения, а внутри них - на делянки. На каждой делянке реализовали условия варианта опыта.

В опыте изучали действие компоста в сравнении с контролем и действием эквивалентных по питательным веществам доз минеральных удобрений на урожай и качество зерна пшеницы. Схема опыта:

1. Контроль без удобрений.
2. “Лигнат” – 30 т/га.
3. Минеральные удобрения – $N_{165}P_{57}K_{57}$.
4. Минеральные удобрения – $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Доза $N_{165}P_{57}K_{57}$ соответствовала содержанию питательных веществ в компосте. Доза $N_{60}P_{60}K_{60}$ – наиболее часто рекомендуемая доза. Минеральные удобрения вносили в виде аммофоса (N – 12%, P_2O_5 – 52%), аммиачной селитры (N – 34 %) и хлористого калия (K_2O – 60%), рассчитанных согласно схемы опыта на делянку. Для соблюдения принципа единственного различия после внесения минеральных удобрений и компоста все делянки, в том числе и контрольные, культивировали на глубину 12-14 см для заделки удобрений.

Повторность опытов двукратная. Площадь каждой делянки 1750 $м^2$. Расположение вариантов внутри опыта - систематическое (шеренговое).

Перед внесением удобрений весной с каждой делянки опыта были отобраны смешанные образцы почвы из пахотного слоя для агрохимического анализа. Смешанный образец составляли из 30-ти индивидуальных, отобранных с глубины 0-20 см тростьевидным буром равномерно со всей площади делянки. Кроме весеннего отбора образцов почв, был проведен осенний отбор после уборки урожая, также поделяночно по аналогичной методике.

В образцах почвы были определены значения следующих агрохимических показателей: фосфора, калия (по Кирсанову), гумуса (ГОСТ 26213-91), нитратного азота (ГОСТ 26488-85), кислотность (ГОСТ 26483-85), влажность (ГОСТ 26713-85). Дополнительно в почвенных образцах определяли содержание микроэлементов и тяжелых металлов: меди, марганца, цинка, магния, свинца, кадмия, никеля, ртути [3].

Этапы проведения опыта:

а) Разбивка опытного участка на делянки (всего 8 делянок) и отбор смешанных образцов - 26 мая.

б) Внесение удобрений, заделка тракторным культиватором - 28 мая.

в) Посев пшеницы сорта Тулунская-12 (массовой репродукции) сеялкой СЗП-3 – 5 июня.

г) Химическая прополка гербицидом диален-супер ранцевым опрыскивателем - 29 июня.

д) Уборка урожая комбайном “Енисей-1200” с последующим взвешиванием урожая зерна на площадочных весах (точность 100 г) – 22 октября.

Урожайные данные учитывали по каждой делянке отдельно и пересчитывали в ц/га. Математическая обработка данных опытов была проведена методом дисперсионного анализа [2]. Существенность различий данных между вариантами оценивали по критерию $НСР_{0.95}$ (наименьшая существенная разность с вероятностью 95%).

Качество урожая оценивали, определяя массовую долю клейковины (ГОСТ 13586.1-68), содержание азота (ГОСТ 13496.4-93), фосфора (ГОСТ 26657-97), калия (ГОСТ 30504-97), кальция (ГОСТ 26428-85), а также содержание токсичных элементов - ртути, меди, свинца, кадмия, цинка [3].

Результаты и их обсуждение. Агрохимическая характеристика почвы пахотного слоя опытного участка весеннего и осеннего отбора представлена в таблице 1. Анализ агрохимической характеристики почв под пшеницу до внесения и после уборки урожая показал, что внесение минеральных удобрений практически не изменило обеспеченность почвы биогенными элементами. В варианте без удобрений (контроль) от весны к осени заметно уменьшились значения pH, гумуса, подвижных форм фосфора и обменного калия. В вариантах с компостом в дозе 30 т/га, наоборот, увеличилось содержание фосфора (в среднем на 32 мг/кг почвы), при снижении его в других вариантах на 10-60 мг/кг. Сравнение динамики содержания гумуса при использовании минеральных удобрений и органо-минерального удобрения “Лигнат” показало явное преимущество последнего. Гумус вырос в вариантах с “Лигнатом” на 0.7%, в отличие от контроля и NPK, где произошло его сезонное снижение. Почвы делянок, где испытывалось удобрение “Лигнат”, после уборки показали реакцию pH, равную весенней. Содержание тяжелых металлов осталось на уровне фона.

Анализ агрохимической характеристики почв опытного участка осеннего отбора (табл. 2) показал, что внесение компоста оказывало положительное влияние на содержание гумуса не только пахотного, но и подпахотного горизонта. Динамика остальных показателей подпахотного горизонта осталась прежней, хотя можно было бы ожидать вымывания подвижных питательных веществ осадками в нижние слои из-за легкого механического состава почвы.

Вегетационный период проведения опытов был удовлетворительным: с избыточным увлажнением (1.3 нормы) и недостаточно теплым периодом. В целом погодные условия лета 2006 г. были мало благоприятными для роста пшеницы, выразившиеся в затягивании созревания урожая из-за недополучения тепла и переувлажнения. Визуальные наблюдения посевов в период вегетации выявили заметные различия в вариантах опыта. Растения, выращенные на удобрении “Лигнат”, отличались более темной окраской, заметно большей высотой и листовой массой, кроме того, отмечено более раннее кущение, колошение и созревание. Использование такого удобрения в Сибири может стать одним из путей решения проблем созревания для сортов интенсивного типа.

Таблица 1 - **Агрохимическая характеристика почвы пахотного горизонта опытного участка**

Вариант	Сроки отбора	$pH_{сол}$	Гумус, %	P_2O_5	K_2O	Тяжелые металлы (подвижные формы), мг/кг				Микроэлементы, мг/кг	
				мг/кг		цинк	медь	свинец	кадмий	марганец	магний
1. Контроль (без удобрений)	26.05.06	5.5	1.9	366	156	1.8	2.9	3.2	0.18	47.0	1.5
	23.10.06	5.2	1.6	317	106	1.7	2.5	2.5	0.16	39.0	1.4
2. “Лигнат”, 30 т/га	26.05.06	5.5	1.6	348	170	1.7	4.6	3.1	0.18	56.6	1.5
	23.10.06	5.5	2.3	363	129	1.7	5.9	2.4	0.11	56.2	1.7
3. $N_{165}P_{57}K_{57}$	26.05.06	5.6	2.6	331	180	2.4	5.9	3.4	0.18	49.7	1.5
	23.10.06	5.3	2.1	289	94	2.2	4.4	2.8	0.16	48.4	1.5
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	26.05.06	5.5	1.8	332	120	2.4	5.7	3.2	0.19	55.5	1.5
	23.10.06	5.6	1.9	329	81	2.4	3.7	3.3	0.14	54.6	1.5

Таблица 2 - **Агрохимическая характеристика почвы пахотного и подпахотного горизонта опытного участка (осень)**

Вариант	Глубина, см	$pH_{сол}$	Гумус, %	Влага, %	NO_3	P_2O_5	K_2O	Тяжелые металлы и микроэлементы (подвижные формы), мг/кг						Валовое содержание мг/кг
					мг/кг			цинк	медь	никель	марганец	свинец	кадмий	ртуть
1. Контроль (без удобрений)	0-20	5.2	1.6	12.5	1.94	317	106	1.7	2.5	5.4	95.5	2.5	0.16	0.021
	20-40	4.9	1.1	10.9	1.18	298	64	1.8	1.9	5.4	46.6	3.4	0.19	0.019
2. “Лигнат”, 30 т/га	0-20	5.5	2.3	14.8	2.13	363	129	1.7	1.6	5.5	56.9	2.4	0.11	0.020
	20-40	4.9	1.2	8.6	1.55	254	76	1.7	2.3	4.7	44.8	3.1	0.12	0.017
3. $N_{165}P_{57}K_{57}$	0-20	5.3	2.1	14.5	1.97	289	94	2.2	4.4	5.9	46.3	2.8	0.16	0.020
	20-40	5.4	0.7	7.7	1.19	245	50	2.4	2.0	5.9	50.0	3.7	0.19	0.018
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	0-20	5.6	2.0	15.2	1.61	329	81	2.5	3.7	5.4	71.3	3.3	0.14	0.021
	20-40	5.4	1.0	13.8	1.43	251	50	2.7	2.0	5.9	45.6	3.6	0.19	0.016

Анализ данных по урожайности пшеницы (табл. 3) показал, что внесение органо-минерального удобрения “Лигнат” в дозе 30 т/га дало достоверное увеличение урожая зерна в среднем на 72% по сравнению с контролем. Прибавка урожая в вариантах с минеральными добавками оказалась ниже наименьшей существенной разности. Важный фактор положительного влияния компоста - величина колоса и масса 1000 зерен. Проанализировав данные по этим показа-

телям вместе с урожайностью, можно сделать вывод о том, что рост последней произошел не только из-за увеличения количества зерен в колосе, но и в связи с повышением массы (наполнением) одного зерна.

Таблица 3 – **Действие удобрений на урожайность пшеницы**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая		Длина колоса, см	Масса 1000 зерен, г
		ц/га	%		
1. Контроль	14.2	-	-	4.8	21.2
2. “Лигнат”, 30 т/га	24.4	10.2	71.8	7.3	30.0
3. $N_{165}P_{57}K_{57}$	20.1	5.9	41.5	6.2	27.3
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	18.6	4.4	31.0	5.4	24.9
$НСР_{05}$		6.4			

Зерно поздней уборки в неустойчивую погоду чаще всего имеет низкие хлебопекарные качества [6]. В этой связи немаловажным оказывается увеличение содержания клейковины, отмеченное в варианте с компостом (табл. 4) и повышающее класс зерна. Содержание питательных веществ (азота, фосфора, калия, кальция) в продукции варианта с “Лигнатом” было также выше. Содержание тяжелых металлов не превышало норм ПДК и ОДК.

Таблица 4 – **Действие удобрений на качество пшеницы**

Вариант	Содержание питательных веществ в зерне, %				Клейковина, %	Тяжелые металлы (подвижные формы), мг/кг				Валовое содержание, мг/кг
	N	P_2O_5	K_2O	Ca		цинк	медь	свинец	кадмий	ртуть
1. Контроль	2.4	0.32	0.45	0.10	15.6	0.28	0.48	0.18	0.010	0.024
2. “Лигнат”, 30 т/га	2.8	0.35	0.50	0.12	18.6	0.32	0.65	0.19	0.009	0.022
3. $N_{165}P_{57}K_{57}$	2.7	0.32	0.48	0.09	17.1	0.32	0.73	0.14	0.010	0.018
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$	2.6	0.32	0.47	0.11	15.3	0.35	0.58	0.16	0.007	0.026

Выводы. Проведенный опыт по применению органо-минерального удобрения “Лигнат”, полученного на основе гидролизного лигнина, под пшеницу в дозе 30 т/га показал, что компост дает существенную прибавку урожая на светло-серой лесной песчаной почве с повышением содержания клейковины, азота, фосфора и калия в продукции, а также увеличивает содержание в почве подвижного фосфора и гумуса.

Ключевые слова: Компост, органо-минеральное удобрение, урожайность, пшеница, агрохимическая характеристика почвы.

Key words: Compost, organic and mineral fertilizer, productivity, wheat, agrochemical characteristics of soil.

Список литературы

1. *Волчатова И.В.* Способ получения органо-минерального удобрения / *И.В. Волчатова, С.А. Медведева, Э.И. Коломиец, А.Г. Лобанок* // Патент РФ № 2192403, 2000.

2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / *Б.А. Доспехов* - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

3. Методические указания по определению тяжелых металлов в кормах и растениях и их подвижных соединений в почвах. - М.: Мин сельского хоз-ва, 1993. - 22 с.

4. *Минеев В.Г.* Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы / *В.Г. Минеев, А.Н. Павлов* - М.: Колос, 1981. – 288 с.

5. *Минеев В.Г.* Химизация земледелия и природная среда / *В.Г. Минеев* - М.: Агропромиздат, 1990. - 287 с.

6. *Сапрыкин В.С.* Пути интенсификации растениеводства в Сибири / *В.С. Сапрыкин, Р.П. Голиков, К.С. Темиров* // Сибирский вестник с/х науки, 2005. № 5. - С. 44-52.

References

1. Volchatova I.V. *Sposob poluchenija organo-mineral'nogo udobrenija* / I.V. Volchatova, S.A. Medvedeva, Je.I. Kolomiec, A.G. Lobanok // Patent RF № 2192403, 2000.

2. Dospehov B.A. *Metodika polevogo opyta* / B.A. Dospehov - M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.

3. *Metodicheskie ukazanija po opredeleniju tjazhelyh metallov v kormah i rastenijah i ih podvizhnyh soedinenij v pochvah.* - M.: Min sel'skogo hoz-va, 1993, 22 p.

4. Mineev V.G. *Agrohimicheskie osnovy povyshenija kachestva zerna pshenicy* / V.G. Mineev, A.N. Pavlov - M.: Kolos, 1981, 288 p.

5. Mineev V.G. *Himizacija zemledelija i prirodnaja sreda* / V.G. Mineev - M.: Agropromizdat, 1990, 287 p.

6. Saprykin V.S. *Puti intensifikacii rastenievodstva v Sibiri* / V.S. Saprykin, R.P. Golikov, K.S. Temirov // Sibirskij vestnik s/h nauki, 2005. № 5, pp. 44-52.

UDC 631.879.3

Summary

THE COMPOST'S INFLUENCE BASED THE HYDROLYSIS LIGNIN ON EFFICIENCY OF WHEAT IN THE FIELD EXPERIMENT

Volchatova I.V., Medvedeva S.A.

The effect of organic-mineral fertilizer (compost) obtained from the bioconversion of hydrolytic lignin in the industrial conditions on the yield of wheat in the gray forest soils has been studied. The analysis of agrochemical characteristics of soil experimental plot of the autumn sampling showed that the addition of compost had a positive influence on the content of humus not only plowed horizons, but subsoil ones. It is shown that a significant yield increase (on average 72%) takes place by the application of compost into the soil. The use of fertilizers on the basis of hydrolytic lignin allowed to obtain the vegetable products with a high content of nutrients.

Сведения об авторах:

Волчатова Ирина Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 8(3952)40-51-06, e-mail: belyana64@inbox.ru).

Медведева Светлана Алексеевна – доктор химических наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел 8(3952)40-51-06, e-mail: jrsam@mail.ru).

Information about the authors

Volchatova Irina V. – PhD in Biology, Assistant Professor of Department of Industrial Ecology and Life Safety, Irkutsk State Technical University. (Lermontova st., 83, Irkutsk, 664074, Russia, phone: 8(3952)40-51-06, e -mail: belyana64@inbox.ru).

Medvedeva Svetlana A. – PhD in Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Department of Industrial Ecology and Life Safety, Irkutsk State Technical University. (Lermontova st., 83, Irkutsk, Russia, 664074, phone: 8(3952)40-51-06, e -mail: belyana64@inbox.ru).

УДК 631.45

ЗЕМЛЯ КАК ПРИРОДНЫЙ РЕСУРС И ОБЪЕКТ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

Н.И. Гранина

Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета, *г. Иркутск, Россия*

Представлен анализ состояния почв и почвенного покрова, анализ экологической ситуации и экономики сельского хозяйства региона. Дана характеристика уровня правовой защиты окружающей среды. Обсуждаются проблемы подготовки кадров для сельского хозяйства. Сегодня, в условиях нарастающего мирового экономического кризиса, экологическая ситуация в регионах и в стране в целом становится наиболее значимым фактором развития экономики и обеспечения устойчивого развития общества. Способность природы восстанавливать и поддерживать развитие жизни оказалась не безграничной.

Цель работы – акцентировать внимание на уникальности почвенных ресурсов, невосполнимость их природных богатств, обеспечивающих конкурентные преимущества и устойчивое развитие региона; обосновать необходимость подготовки кадров, в современных условиях.

Результаты и их обсуждение. Почва - основной компонент биосферы. Кроме средства производства, в земледелии и лесном хозяйстве почва выполняет ряд важных функций. В качестве природного ресурса - обеспечивает человечество сырьем и продуктами питания. По сравнению с другими компонентами биосферы почва более управляема и ее рациональное использование - один из путей повышения биологической продуктивности [6].

Современное состояние почв и почвенного покрова рассмотрено в данной работе в двух аспектах. Во-первых, почва как природный ресурс и условия жизни и деятельности местного населения, во-вторых, почва в системе государственного регулирования.

Наша страна богата природными ресурсами. Земли у России – 1.7 млрд.га. Все города и населенные пункты страны, с населением в 100 млн.чел., умещаются на 2% территории (сравнимой с двумя территориями Москвы и Московской области) и это всего 35 млн.га. Остальные 40 млн. человек проживают на оставшейся огромной территории - 95% всей земельной площади страны, которую на 70% покрывают леса и на 25% - сельскохозяйственные земли. Россия располагает 9% пашни и 40% черноземов мира, а это - 20% всех продуктивных земельных ресурсов мира, поэтому Россия могла бы прокормить 1.5 млрд.чел. При этом богатстве экономика страны могла быть более независимой [4].

Богата землями и Иркутская область. Большая часть территории занята землями лесного фонда – 89.5% (69329.9 тыс. га) от общей площади земель ного фонда области (77484.6 тыс.га), и только 10.5% площади приходится на остальные 6 категорий, из них: на долю земель сельскохозяйственного назначения приходится всего 3.7% (2901.2 тыс. га), земель поселений – 0.5% (369.9 тыс. га). Земли промышленности и иного специального назначения (572.7 тыс.

га), а также земли запаса (509 тыс. га) занимают по 0.7%. На долю земель, особо охраняемых территорий и объектов приходится 2% (1552.1 тыс. га), земли водного фонда составляют 2.9% (2249.8 тыс. га) [7].

В период, когда земельный фонд был объектом исключительной государственной собственности и хозяйственного использования, учет земель осуществлялся по фактическому использованию и носил ведомственный характер. В результате земельных преобразований появился новый вид права на землю – собственность, новые формы хозяйствования и, как следствие, произошли и происходят изменения площадей по землям сельскохозяйственного назначения, землям населенных пунктов, лесного фонда [7]. В связи с активной антропогенной нагрузкой на окружающую среду области, становится актуальной проблема деградации почв и сельскохозяйственных угодий, их загрязнение и засорение отходами производства, тяжелыми металлами, нефтепродуктами. Активно уничтожается верхний гумусоаккумулятивный горизонт [2]. Повсеместно происходит безвозвратная потеря торфяных почв, одной из плодородной группы почв России. Так, начиная с засушливого 1972 года, в стране интенсивно горят леса и торфяники. Пожары возникали и прежде, но по масштабам и разрушительным последствиям они не были столь опасны. Пожары лесов и торфяников взаимосвязанные явления. Однако, лес - возобновляемый ресурс, тогда как торфяные почвы, аккумуляторы парниковых газов, в том числе диоксида углерода, метана, ресурс не возобновляемый. Подсчитайте, сколько стоит восстановить слой чернозема в 30 см., имеющий огромную потенциальную продуктивность, а ведь природа его создавала на протяжении 12 тыс. лет!

Для превращения сельской экономики на всех этапах производства, переработки и сбыта требуются огромные инвестиции в 1 трлн.долл. Сейчас объем российского экспорта составляет 260 млрд долл., а объем экспорта продукции АПК имеет потенциал - 400 млрд долларов. В России стоимость 1 га. сельхозземли в 30-50 раз ниже стоимости такой же по качеству земли, чем в Европе. По этой причине в наше сельское хозяйство невозможно привлечь инвестиции. Остаются старые технологии, степень износа технологического оборудования в базовых отраслях экономики составляет 65-75% и более [8]. Нет прибыли, источника воспроизводства, а в связи с низкой залоговой стоимостью земли - нет и капитализации. Это проблема не только Иркутской области, но и России в целом.

К сожалению, в России у почв нет “единого хозяина”, нет слаженной системы управления земельными ресурсами. В период преобразований, повсеместно были реорганизованы Госкомэкологии, их функцию распределили между разными ведомствами – Ростехнадзором, Росприроднадзором и Россельхознадзором, есть надзорные функции и у других ведомств. При этом нет четкого разграничения полномочий, т.е. кто должен заниматься экологической экспертизой и экологическим контролем, лицензированием и сертификацией природоохранной деятельности, страхованием экологических рисков и экологическим аудитом. Принятые, за последние 15 лет, законодательные акты фактически не работают, а лишь усугубляют ситуацию. Так, Земельный, Лесной, Водный ко-

дексы РФ привели к приватизации природных объектов и неконтрольному их использованию. Вопросами управления земельными ресурсами сегодня занимаются 8 министерств, 12 комитетов, служб и агенств [5]. Например: 1) Министерством экономразвития – почва (земля) рассматривается как объект недвижимости, обладающий определенной стоимостной ценностью; 2) Минприроды и экологии обеспечивает рациональное использование окружающей среды, между тем чаще рассматривают вопросы, связанные с охраной биоресурсов, водных экосистем, атмосферы, сохранением биоразнообразия; 3) Министерство сельского хозяйства имеет отраслевую направленность, почва оценивается как главный источник и основа производства продуктов питания и сырья для многих отраслей промышленности [3]. Кроме того, между министерствами нет взаимосвязи. Так, Министерство экономразвития РФ, без учета рекомендаций и методических подходов, рекомендуемых Министерством сельского хозяйства РФ, продолжает формировать кадастровую оценку земли и капитального строительства – кадастр недвижимости. Именно на основе данного кадастра предполагается введение в России с 2013 года налога на недвижимость.

Действующее ресурсное законодательство далеко от совершенства, остается слабой правовая защита окружающей среды, практически отсутствует уголовное преследование за нарушение природоохранного законодательства. Нет единого комплексного закона об охране окружающей среды, единой системы контроля и единой системы мониторинга за состоянием окружающей среды. Как следствие, повсеместно происходит бесконтрольное бесплатное использование высокоценных земельных участков, их безнаказанный “самозахват” и использование сельскохозяйственных угодий не по назначению [8]. Все это способствует негативному состоянию окружающей среды.

Имеются проблемы с подготовкой кадров и специалистов для сельского хозяйства и почвоведов. К сожалению, в настоящее время почвоведение, как и многие другие специальности естественной направленности в нашей стране, испытывает “невостребованность” со стороны государственных ведомств и бизнеса и, более того, у большинства населения нет представления о том, что такое почва. Понятие “земля” у российских граждан чаще ассоциируется с недвижимым имуществом. Это связано с тем, что в современной системе государственного регулирования использования земельных ресурсов главную роль играет кадастр недвижимости. Почву рассматривают с позиции сельскохозяйственной ценности, изучают самый верхний ее слой. Между тем, почва – это и верхний двадцатисантиметровый слой, и та часть почвенного тела, которая уходит в глубину на полтора-два метра. Сельскохозяйственная ценность почвы не подлежит сомнению, но она затмевает в сознании людей другую ценность – способность почвы выполнять в биосфере глобальные экологические функции, которые не могут быть выполнены никакими другими ее компонентами. Почва - главный источник и основа производства почти всех продуктов питания и сырья для многих отраслей промышленности. Однако повсеместно на земле происходит процесс деградации почв. Он мало заметен людям, не имеющим дела с почвами. На сегодняшний день площадь деградированных земель составляет

130 млн. га, а доля пашни с отрицательным балансом гумуса - 100%. В этих условиях крайне важно изучать всю почвенную толщу и все процессы, протекающие в ней. Главная задача ученых и специалистов, изучающих почву – показать незаменимую экологическую роль и ценность почв во всех областях жизни и хозяйственной деятельности, а также целесообразность и необходимость подготовки специалистов сельского хозяйства и почвоведов.

Сегодня подготовку студентов-почвоведов осуществляют: единственный в России факультет почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и соответствующие кафедры классических университетов (10-15 по стране) с немногочисленным штатом сотрудников. Так, на обширной территории от Томска до Владивостока существует только одна кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов – кафедра Иркутского государственного университета. В течение 80 лет кафедра осуществляет подготовку почвоведов для служб экологического контроля и мониторинга природных сред, ведомств по оценке земель, землеустроительных и природоохранных предприятий.

В последнее время ситуация в подготовке специалистов (не только почвоведов) существенно изменилась и усложнилась. Вузы вынуждены заниматься изысканием внебюджетных источников финансирования, и характер подготовки студентов все более ориентируется на непосредственные запросы рынка образовательных услуг. Введено обучение студентов с полной компенсацией затрат. Между тем иногородние студенты не “выдерживают” таковых условий. Сельские территории из года в год отстают экономически и социально.

Кроме того, имеются трудности с набором студентов-почвоведов и низким проходным баллом при поступлении. Многие ребята, заканчивая школу, практически не имеют ни малейшего представления о почвах. Поэтому у них не возникает желания продолжить изучение почвоведения в дальнейшем. Не поддается разумному объяснению и тот факт, что в современных условиях почва практически не изучается в школе. Небольшой раздел о почве есть в дисциплинах: “Окружающий мир” в начальных классах и “Экология”. Изучение экологии в рамках школьного курса обсуждается уже более 20 лет. В 90-е годы предмет вводился в программу, однако, спустя несколько лет, от него отказались. Сейчас школы самостоятельно могут вводить экологию в качестве предмета по выбору. Предполагается “экологизация” разных предметов (химии, биологии, геогафии, истории, математики и др.), но для этого нужно подготовить учителя. В связи с реформой высшего образования и переходом на двухступенчатый уровень подготовки специалистов (бакалавр, магистр), в государственных стандартах подготовки специалистов естественных специальностей нет отдельного курса по почвоведению. Студенты (геологи, географы, экологи и др.) получают представление о почве, прослушав незначительный раздел общего почвоведения в семестровом курсе наук о Земле.

Кроме того, требует внимание вопрос трудоустройства выпускников. В целом образование, полученное почвоведами, позволяет большинству из них не испытывать затруднение с устройством на работу, однако эта работа не всегда

связана с полученной специальностью. Фундаментальное образование в области почвоведения, наряду с прикладными знаниями, позволяет выпускнику-почвоведу быстро ориентироваться в окружающей ситуации, при перемене рода деятельности быстро осваивать новую специальность, иметь возможность работать в различных областях.

Ключевые слова: Анализ, состояние почв, почвенный покров, экологическая ситуация, защита окружающей среды.

Key words: Analysis, soil composition, soil cover, environmental situation, environment protection.

Список литературы

1. *Гранина Н.И.* Состояние и перспективы подготовки почвоведов в Иркутском государственном университете / *Н.И. Гранина* // Почвы как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: Матер. междунар. науч.-практ. конф. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. - С. 2-6.

2. *Гранина Н.И.* Функционирование почв Южного Предбайкалья в условиях антропогенеза / *Н.И. Гранина, А.А. Козлова, Н.В. Вашукевич* // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН, 2006, № 2 (48). – С. 22-28.

3. *Гранина Н.И.* Почвы, как средство производства, национальное богатство и экономический потенциал Байкальского региона / *Н.И. Гранина* // “Стратегические направления устойчивого развития Байкальского региона”. Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с участием иностранных ученых и экспертов 21-22 апреля 2010 г. БГУЭП (электронный журнал), г. Иркутск. [Интернет ресурс: http://strategy.isea.ru/section 3.aspx]

4. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. - М.: Издательский Дом “Панорама”, № 1, 2011. - С. 14-15.

5. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. - М.: Издательский Дом “Панорама”, № 3, 2011. - С. 16-28.

6. *Кузьмин В.А.* Функционально-экологический подход к оценке почв горного Прибайкалья / *В.А. Кузьмин* // Почвы как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем: Матер. междунар. науч.-практ. конф. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2001. - С. 16-17.

7. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2008 году // Государственный доклад министерства природных ресурсов Иркутской области. - Иркутск, 2009. - С. 42-60.

8. Природно-ресурсные ведомости. - М., 2010, № 10-11.

References

1. Granina N.I. *Sostojanie i perspektivy podgotovki pochvovedov v Irkutskom gosudarstvennom universitete* / N.I. Granina // Pochvy kak svjazujuwee zveno funkcionirovanija prirodnyh i antropogenno-preobrazovannyh jekosistem: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - Irkutsk: Izd-vo IGU, 2011, pp. 2-6.

2. Granina N.I. *Funkcionirovanie pochv Juzhnogo Predbajkal'ja v uslovijah antropogeneza* / N.I. Granina, A.A. Kozlova, N.V. Vashukevich // Bjull. VSNC SO RAMN, 2006, no. 2 (48), pp. 22-28.

3. Granina N.I. *Pochvy, kak sredstvo proizvodstva, nacional'noe bogatstvo i jekonomicheskij potencial Bajkal'skogo regiona* / N.I. Granina // “Strategicheskie napravlenija ustojchivogo razvitija Bajkal'skogo regiona”. Mater. Vseross. nauch.-prakt. konf. s uchastiem inostrannyh uchenyh i jekspertov 21-22 aprelja 2010 g. BGUJeP (jelektronnyj zhurnal), g. Ir-kutsk. [Internet resurs: http://strategy.isea.ru/section 3.aspx]

4. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. - M.: Izdatel'skij Dom “Panora-ma”, no.1, 2011, pp. 14-15.

5. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. - M.: Izdatel'skij Dom “Panora-ma”, no.3,

2011, pp. 16-28.

6. Kuz'min V.A. *Funkcional'no-jekologicheskij podhod k ocenke pochv gornogo Pribajkal'ja* / V.A. Kuz'min // Pochvy kak svjazujuwee zveno funkcionirovanija prirodnyh i antropogenno-preobrazovannyh jekosistem: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. - Irkutsk: Izd-vo IGU, 2001, pp. 16-17.

7. *O sostojanii i ob ohrane okruzhajuwej sredy Irkutskoj oblasti v 2008 godu* // Gosudarstvennyj doklad ministerstva prirodnyh resursov Irkutskoj oblasti. - Irkutsk, 2009, pp. 42-60.

8. *Prirodno-resursnye vedomosti*. - M., 2010. no.10-11.

UDC.631.45

Summary

LAND AS A NATURAL RESOURCE AND OBJECT OF MANAGEMENT. PECULIARITIES OF PERSONNEL TRAINING

Granina N.I.

The analysis of soil and soil cover and the analysis of the environmental situation and the agricultural economy of the region are presented. The characteristic of the level of legal protection of the environment is given. The problems of personnel training in agriculture are discussed. Today, in the conditions of growing global economic crisis, the ecological situation in regions and in the whole country becomes the most significant factor of economic development and sustainable development of society. The ability of nature to restore and maintain the development of life was not limitless.

Сведения об авторе:

Гранина Наталья Ивановна - кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов биолого-почвенного факультета. Иркутский государственный университет (664000, Россия, г.Иркутск, ул.Сухэ-Батора, 5, тел. 8(3952)24-19-27, e-mail: granina_n@list.ru).

Information about the author:

Granina Natalia I. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Head of Department of Soil Science and Assessment of Land Resources, Scientific-Research Institute of Biology. Irkutsk State University (Suche-Batora st., 5, Irkutsk, Russia, 664000, phone: 8(3952)24-19-27, e-mail: granina_n@list.ru).

УДК 574.5

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЭКО-ЭКСЕРГИИ В ЖЕНЕВСКОМ ОЗЕРЕ

[1]Е.А. Зилов, [2]О. Анневиль, [2]Б. Монтюэль

[1] Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета, *г. Иркутск, Россия*

Кафедра водных ресурсов ЮНЕСКО

[2] Альпийский центр исследований трофических связей в озерных экосистемах Савойского университета, *г. Тонон, Франция*

Кафедра водных ресурсов ЮНЕСКО

Структурная эко-эксергия отражает 1) эффективность использования энергии экосистемой; 2) относительное содержание информации в экосистеме и, следовательно, способность экосистемы к саморегуляции.

Представлена долговременная динамика эко-эксергии в Женевском озере. Результаты указывают на существенные колебания эксергических индексов в 1970-е – 1990-е гг., ко-

гда озеро страдало от загрязнений и относительную стабилизацию показателей к настоящему времени.

Продемонстрирована плодотворность использования эко-эксэргии и структурной эко-эксэргии, как одного из параметров экологического мониторинга.

Женевское озеро – одно из самых знаменитых озер мира, место зарождения лимнологии как науки. На берегах озера расположено несколько городов с многочисленным населением (Женева, Лозанна, Тонон и др.), в его водосборном бассейне развито интенсивное сельское хозяйство. Мы рассчитали динамику целевой функции – эксергии [1, 9] пелагического сообщества озера для того, чтобы **определить** – наблюдаются ли изменения эко-эксергии экосистемы и если да, то как они отражают антропогенное воздействие на озеро?

Материалы и методы исследований. Общая эксергия экосистемы, складывающаяся из химической энергии органического вещества биомассы и информации, заключенной в живых организмах, рассчитывается как [1]:

$$Ex / RT = \sum_{i=1}^{N} c_i \cdot \beta_i \ , \qquad [\text{г детритного эквивалента м}^{-3}] \quad (1)$$

где Ex –эксергия, Дж; R – газовая постоянная, Дж Моль$^{-1}$ К$^{-1}$; T – температура, К; c_i – биомасса компонента i, г·м$^{-3}$; β_i – пересчетный коэффициент, отражающий содержание информации в данном организме. Эксергия, рассчитанная таким образом, сейчас обычно называется эко-эксергией (иногда индексом эксергии) для того, чтобы отличать её от физической или технологической эксергии [7].

Другой индикатор состояния здоровья экосистемы, основанный на эко-эксергии, - структурная (специфическая, удельная) эко-эксергия. Это эко-эксергия, отнесенная к общей биомассе [1, 8]. В отличие от эко-эксергии она не зависит от общей биомассы и отражает способность экосистемы принимать и перерабатывать поток энергии из внешних источников, одновременно указывая на степень развитости экосистемы, её сложность и уровень эволюционного развития составляющих её организмов. Она рассчитывается как

$$Ex_{str} = (\sum_{i=1}^{N} c_i \cdot \beta_i) \cdot (\sum_{i=1}^{N} c_i)^{-1} . \qquad [1] \qquad (2)$$

С помощью эко-эксергии мы можем оценивать следующие аспекты состояния экосистемы: 1) удаленность от термодинамического равновесия, т.е. общую меру сложности экосистемы; 2) структурные (биомассу и развитость трофической сети) и функциональные (информационная насыщенность) параметры; 3) способность экосистемы к выживанию.

Структурная эко-эксергия отражает 1) эффективность использования энергии экосистемой; 2) относительное содержание информации в экосистеме и, следовательно, способность экосистемы к саморегуляции.

Расчет эксергии осуществлялся по данным, собранным на Женевском озере за 30 лет. Отбор проб осуществлялся ежемесячно с 1974 по 1981 гг., затем – дважды в месяц на станции, расположенной в середине озера (рис. 1). Температура воды, содержание растворенного неорганического фосфора определя-

лись от поверхности до дна. Пробы фитопланктона отбирались с глубин от поверхности до 10 м с 1974 до 2001 г., затем – до 20 м с помощью пробоотборника (оригинальная конструкция Ж.П. Пеллетье, Тононская лимнологическая станция). Пробы фитопланктона фиксировались раствором Люголя. Зоопланктон отбирался планктонной сетью с диаметром пор 200 мкм от поверхности до глубины 50 м и фиксировался формалином. Пробы фитопланктона разбирались в счетных камерах с помощью инверсионного микроскопа, для определения биомассы рассчитывались биообъемы по геометрическим моделям. Пробы зоопланктона обрабатывались под световым микроскопом. Определялись стадии развития копепод. До 1984 г. Зоопланктон определялся до семейств, позже – до видового уровня.

Рисунок 1 – **Батиметрическая карта Женевского озера. SH2 – станция отбора проб.**

Расчет эко-эксэргии выполнялся с учетом следующих компонентов планктона: диатомовые, динофитовые, синезеленые водоросли, остальной фитопланктон, кладоцеры и копеподы. Все биомассы взяты из прямого обсчета проб, коэффициэнты β взяты из [9] и составляли 66 для диатомовых водорослей, 15 - для синезеленых, 18 - для динофитовых, 20 - для остального фитопланктона, 232 – для кладоцер и 240 – для копепод.

Результаты и обсуждение. Из результатов, представленных на рис. 2, видны колебания биомассы планктона, причем заметна тенденция роста биомассы фитопланктона. Значения эко-эксергии также колеблются, то превышая, то опускаясь ниже границ зоны “среднее значение ± среднеквадратичное отклонение”. То же самое касается и структурной эко-эксэргии, которая, к тому же, демонстрирует тенденцию к снижению. Колебания значений эко-эксэргии и структурной эко-эксэргии были более выражены и часты в период, когда озеро подвергалось эвтрофированию до середины 1990-х годов [4 - 6]. Интересно, что при анализе динамики эко-эксэргии байкальского планктона [2, 3] было показано, что колебания эко-эксэргии и структурной эко-эксэргии в районе БЦБК значительно сильнее, чем в чистом районе озера.

Рисунок 2 – **Долговременная динамика среднегодовых значений биомассы планктона (г·м$^{-3}$), эко-эксэргии (г детритного эквивалента ·м$^{-3}$) и структурной эко-эксергии. Горизонтальная линия – среднемноголетнее значение, пунктир – “± среднеквадратичное отклонение”.**

Очевидна необходимость более тщательного анализа динамики пелагической экосистемы озера для объяснения нарастания биомассы фитопланктона после снижения поступления фосфатов в озеро и, особенно, снижения структурной эко-эксэргии, которое, как правило, указывает на неблагоприятные изменения [1, 8, 9]. Now it is clear the necessity to analyse these phenomena in details and to find the reasons of exergy disturbances, especially of eco-exergy decrease for Lake Leman.

Выводы. 1. Продемонстрирована плодотворность использования эко-эксэргии и структурной эко-эксэргии, как одного из параметров экологического мониторинга.

2. Колебания эко-эксэргии и структурной эко-эксэргии в период, когда озеро подвергалось эвтрофированию, были значительно сильнее, чем при снятии значительной части фосфорной нагрузки. Современное снижение структурной эко-эксэргии требует пристального изучения, поскольку является косвенным индикатором неблагоприятных изменений в экосистеме.

Ключевые слова: Целевая функция, эксергия, структурная эксергия, эко-эксергия, индекс эксергии, Женевское озеро, здоровье экосистем.

Key words: Goal function, exergy, structural exergy, eco-exergy, exergy index, Lake Geneva, health of ecosystems.

Список литературы

1. *Зилов Е.А.* Возможность использования целевых функций для оценки “здоровья” водных экологических систем: эксэргия / *Е.А. Зилов* // Сибирс. экол. журн. 2006, № 3. – С. 269-284.

2. *Мокрый А.В.* Динамика эксэргии в районе города Байкальска / *А.В. Мокрый, Е.А. Зилов,* Ф.-Л. Шу // Изв. Иркутс. гос. эконом. академии (Байкальский государственный университет экономики и права). 2010, № 4. – С. 328 – 333.

3. *Мокрый А. В.* Использование структурной эксэргии в качестве интегрального показателя состояния экосистемы / *А.В. Мокрый, Е.А. Зилов* // Изв. Самарс. НЦ РАН. 2006, vol. 8, № 3. – С. 93-98.

4. *Anneville O.* Long-term study (1974-1998) of seasonal changes in the plankton in Lake Geneva: a multi-table approach / *O. Anneville, V. Ginot, J.-C. Druart, N. Angeli* // Journal of Plankton Research. 2002, Vol. 24. – P. 993–1007.

5. *Anneville O.* Long-term changes in the copepod community of Lake Geneva / *O. Anneville, J.C. Molinero, S. Souissi, G. Balvay, D. Gerdeaux* // Journal of Plankton Research. 2007, vol. 29. – P. 145–159.

6. *Anneville O.* Influences of human activity and climate on the stock-recruitment dynamics of whitefish, *Coregonus lavaretus*, in Lake Geneve / *O. Anneville, S. Soussi., J.C. Molinero, D. Gerdeaux* // Fisheries Management and Ecology. 2009, Vol. 16. – P. 492-500.

7. *Jørgensen S.E.* Application of holistic thermodynamic indicators / *S.E. Jørgensen* // Ecological Indicators. 2006, vol. 6. – 24–29.

8. *Silow E.A.* The changes of ecosystem goal functions in stressed aquatic communities / *E.A. Silow* // The Journal of Lake Science. 1998, Vol. 10, Suppl. – P. 421–435

9. *Silow E.A.* Exergy as a Tool for Ecosystem Health Assessment / *E.A. Silow, A.V Mokry* // Entropy. 2010, V. 12, № 4. – P. 902-925.

References

1. Zilov E.A. *Vozmozhnost' ispol'zovanija celevyh funkcij dlja ocenki “zdorov'ja” vodnyh jekologicheskih sistem: jeksjergija* / E.A. Zilov // Sibirs. jekol. Zhurn, 2006, no. 3, pp. 269-284.

2. Mokryj A.V. *Dinamika jeksjergii v rajone goroda Bajkal'ska* / A.V. Mokryj, E.A. Zilov, F.-L. Shu // Izv. Irkuts. gos. jekonom. akademii (Bajkal'skij gosudarstvennyj uni-versitet jekonomiki i prava), 2010, no. 4, pp. 328 – 333.

3. Mokryj A. V. *Ispol'zovanie strukturnoj jeksjergii v kachestve integral'nogo pokazatelja sostojanija jekosistemy* / A.V. Mokryj, E.A. Zilov // Izv. Samars. NC RAN, 2006, vol. 8, no.3, pp. 93-98.

4. Anneville O. *Long-term study (1974-1998) of seasonal changes in the plankton in Lake Geneva: a multi-table approach* / O. Anneville, V. Ginot, J.-C. Druart, N. Angeli // Journal of Plank-ton Research, 2002, vol. 24, pp. 993–1007.

5. Anneville O. *Long-term changes in the copepod community of Lake Geneva* / O. Anneville, J.C. Molinero, S. Souissi, G. Balvay, D. Gerdeaux // Journal of Plankton Research, 2007, vol. 29, pp. 145–159.

6. Anneville O. *Influences of human activity and climate on the stock-recruitment dynamics of whitefish, Coregonus lavaretus, in Lake Geneve* / O. Anneville, S. Soussi., J.C. Molinero, D. Gerdeaux // Fisheries Management and Ecologym, 2009, vol. 16, pp. 492-500.

7. Jørgensen S.E. *Application of holistic thermodynamic indicators* / S.E. Jørgensen // Ecological Indicators, 2006, vol. 6, pp.24–29.

8. Silow E.A. *The changes of ecosystem goal functions in stressed aquatic communities* / E.A. Silow // The Journal of Lake Science, 1998, Vol. 10, no.l, pp. 421–435

9. Silow E.A. *Exergy as a Tool for Ecosystem Health Assessment* / E.A. Silow, A.V. Mokry // Entropy, 2010, Vol. 12, no.4, pp. 902-925.

UDC 574.5

Summary

LONG-TERM DYNAMICS ECO-EXERGY IN LAKE GENEVA

Zilov E.A., Anneville O., Montuel B.

The structure of eco-exergy reflects 1) the energy efficiency of the ecosystem, and 2) the relative content of the information in the ecosystem, and consequently, the ability of ecosystems to its self-regulation.

The long-term dynamics of the eco-exergy in Lake Geneva has been presented. The results indicate significant variations of exergy indices in the period of 1970 - 1990, when the lake has suffered from pollution, and the relative stabilization of the performance to date.

The fruitfulness of the use of eco-exergy and structural eco-exergy as one of the parameters for environmental monitoring is shown.

Сведения об авторах:

Зилов Евгений Анатольевич - доктор биологических наук, профессор кафедры водных ресурсов ЮНЕСКО. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8 9025780068, e-mail: eugenesilow@gmail.com).

Анневиль Орлэйн - доктор философии, ассистент кафедры водных ресурсов ЮНЕСКО. Савойский университет (Université de Lyon Quartier Sergent Blandan 37, rue du Repos 69361 Lyon cedex 07+33(0)4 37 37 26 70 contact(at)universite-lyon.fr, phone: +33(0)450267803, e-mail: orlane.anneville@tho-non. inra.fr).

Монтюэль Бернар - доктор философии, профессор кафедры водных ресурсов ЮНЕСКО. Савойский университет (Université de Lyon Quartier Sergent Blandan 37, rue du Repos 69361 Lyon cedex 07+33(0)4 37 37 26 70 contact(at)universite-lyon.fr, phone:тел. 833 (0)4 50267803, e-mail: bernard.montuelle@thonon.inra.fr).

Information about the authors:

Zilov Evgeny A. – PhD in Biology, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Water Resources UNESCO, Irkutsk State University (Lenina, 3, Irkutsk, Russia, 664003, phone: 8 9025780068, e-mail: eugenesilow@gmail.com).

Anneville Orlain – PhD in Philosophy, Doctor of Philosophical Sciences, Assistant of Department of Water Resources UNESCO, University of Savoy (Université de Lyon Quartier Sergent Blandan 37, rue du Repos 69361 Lyon cedex 07+33(0)4 37 37 26 70 contact(at)universite-lyon.fr, phone:phone: 833 (0)4 50267803, e-mail: orlane.anneville@tho-non.inra.fr).

Montuel Bernard Монтюэль Бернар - – PhD in Philosophy, Doctor of Philosophical Sciences, Professor of Department of Water Resources UNESCO, University of Savoy (Université de Lyon Quartier Sergent Blandan 37, rue du Repos 69361 Lyon cedex 07+33(0)4 37 37 26 70 contact(at)universite-lyon.fr, phone:phone: 833 (0)4 50267803, e-mail: bernard.montuelle@thonon.inra.fr).

УДК 574.5

ЗАДАЧИ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ СООБЩЕСТВ ОЗЕР БАЙКАЛ И ХУБСУГУЛ

[1]Е.А. Зилов, [2]Б. Болдгив

[1] Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета, *г. Иркутск, Россия*
Кафедра водных ресурсов ЮНЕСКО
[2] Национальный университет Монголии, *г. Улан-Батор, Монголия*
Кафедра экологии

Предлагается провести инвентаризацию результатов, накопленных за 50 лет (1960-1995 гг. - советско-монгольская экспедиция, 1990-е гг. - монголо-американо-японская экспедиция, 2004-2009 гг. - американо-монгольская экспедиция) наблюдений за гидрометеорологическими показателями и параметрами состояния планктонного и бентосного сообществ, населения рыб и птиц озера Хубсугул. выявить лакуны в имеющемся массиве данных, провести работу по сбору необходимых для анализа данных, создать соответствующие базы данных, провести сбор дополнительных гидрометеорологических и биологических данных в полевых условиях, проанализировать долговременную пространственно-временную динамику показателей, выявить наличие трендов, с помощью методов многомерной статистики установить наличие или отсутствие ее связи с гидрометеорологическими показателями.

В настоящее время стало чрезвычайно популярно списывать экологические проблемы на глобальные изменения. Не обошел этот процесс и вопросы охраны водных ресурсов, в частности, состояния озерных экосистем. Действительно, средняя глобальная температура на Земле поднялась на 0,74 °С за последние 100 лет. Согласно современной, но все же не общепринятой точке зрения, рост средней глобальной приземной температуры воздуха в будущем составит от 0.1 до 0.3 °С в десятилетие, и к 2100 г. превышение “нормального” значения температуры будет составлять 1.8-5.0 °С [25].

Представить последствия климатических изменений для озерных экосистем не очень сложно. Хотя изменения климата сказываются на всех важных метеорологических факторах, однако ведущим процессом является, очевидно, изменение температуры воздуха. Долговременное повышение температуры воздуха, которого следует ожидать в результате парникового эффекта, неизбежно должно вызывать общее повышение температуры поверхности озера и усиливать его температурную стратификацию. За повышением температуры поверхностного слоя воды должно последовать повышение температуры воды всего эпилимниона, а затем и гиполимниона. Можно с уверенностью предсказать, что рост температуры воды эпилимниона усилит температурный и плотностной градиенты в металимнионе (термоклине) и, следовательно, температурная стратификация водного тела будет более устойчивой. Равномерное увеличение температуры воды для всех глубин приведет к большему уменьшению плотности в эпилимнионе, чем в гиполимнионе, и, соответственно, к росту градиента плотности в металимнионе. Если климатические изменения имеют место, то они должны отразиться и на гидрохимическом режиме озер, так как эти

изменения могут сказываться на физико-химических процессах как в водосборном бассейне, так и в самом водном теле. Так, следует ожидать снижения концентрации кислорода и роста концентрации биогенных элементов, в частности, фосфатного фосфора и нитратного азота в гиполимнионе, которые должны последовать за ужесточением температурной стратификации. Кроме того, прогрев воды гиполимниона может увеличить бактериальное разложение и последующие дефицит кислорода и снижение концентрации растворенных органических веществ в воде. С другой стороны, укорочение подледного периода должно снижать вероятность установления аноксии в эвтрофных водоемах подо льдом. Понятно, что столь серьезные изменения гидрологического режима и гидрохимической обстановки в водоеме должны сказаться и на биоте. Следует ожидать усиления развития фитопланктона, возможно, изменения его состава, интенсификации микробиальных процессов, изменений в видовом составе зоопланктона и населения рыб [1].

Следует отметить, что в очень многих озерах действительно наблюдаются указанные гидрофизические и гидрохимические явления: повышение температуры воды, увеличение объема эпилимниона, удлинение сроков прямой стратификации, сокращение времени ледового сезона, снижение концентрации кислорода (вплоть до аноксии) в гиполимнионе, рост концентрации фосфора в гиполимнионе. Среди биологических процессов можно отметить и участившиеся случаи массового развития цианобактерий и других водорослей, существенное увеличение первичной продукции в течение XX в., увеличение доли мелких водорослей в фитопланктоне.

В настоящее время существует менее 50 рядов наблюдений продолжительностью дольше 35-ти лет для озерных экосистем [18]. Наша база данных для озера Байкал охватывает 65 лет наблюдений, для озера Хубсугул собраны, но не организованы в базы данных материалы за 50 лет наблюдений. Из того, что уже сделано и опубликовано, можно заключить, что озерные экосистемы – исключительно удобные индикаторы изменения климата. В отличие от наземных экосистем они суммируют и усиливают самую разную информацию со всего водосбора [7, 11]. Многие интегральные показатели состояния экосистем измеряются в озерах проще, чем в наземных биоценозах. Реакция биологических компонентов экосистем на климатические изменения часто регистрируется раньше, чем мы можем с уверенностью говорить о достоверных изменениях климата [27].

Сейчас уже отмечено, что глобальные изменения климата определенно вызывают постепенное усиление роли в фитопланктоне мелкоклеточных форм, по сравнению с крупноклеточными во многих озерах. Увеличение доли мелкоклеточных, быстро делящихся водорослей в сообществе, приводит, с одной стороны, к улучшению кормовых условий для инфузорий, жгутиконосцев, кладоцер-фильтраторов, ухудшая, с другой стороны, кормовые условия копеподхватателей и макрозоопланктона. Изменения видового состава и/или соотношения систематических групп в раковом зоопланктоне отмечается многими исследователями. Среди других факторов, влияющих на всю структуру сообщества, следует упомянуть кроме отмечавшегося изменения размеров автотрофов,

обрыв трофических связей из-за сдвигов сроков стратификации и перемешивания, возрастание роли микробиальной петли в трофической структуре сообщества. Однако отмечаются и процессы прямо противоположной направленности [1].

В регионе озера Байкал также отмечаются процессы, которые, в принципе, можно связать с глобальными изменениями [21]. Приземная температура воздуха за последние 100 лет здесь выросла на 1.2 °С, начало ледостава на Байкале теперь запаздывает на 10 дней, а вскрытие ото льда начинается раньше на 7 дней [6]. Температура верхнего 50-метрового слоя воды для сезона максимального прогрева выросла на 1.9 °С за последние 40 лет [12]. Последние работы коллектива НИИ биологии ИГУ, проведенные в соавторстве с коллегами из Германии и Чехии [7, 26], США [5, 10, 15], выявили, что температура воды Байкала на разных глубинах повышается, отмечаются некоторые изменения биологических параметров. Но эти изменения, включая усиление развития летнего мелкоклеточного фитопланктона [13], снижение доли в зимнем фитопланктоне крупноклеточных диатомовых эндемичных водорослей [20], снижение численности и биомасс подледных эндемичных коловраток, рост доли циклопа и кладоцер в летнем зоопланктоне [17] могут быть вызваны и не изменениями температурного режима, а либо антропогенным химическим воздействием (эвтрофированием, токсификацией), достаточно заметным на Байкале [2], либо внутренними автоколебательными процессами [3, 4, 21-24].

Для выяснения – являются ли наблюдаемые процессы результатом климатических изменений, или последствиями загрязнения идеально было бы сравнить динамику планктона озера Байкал (“эксперимент”) с динамикой планктона такого же озера, испытывающего те же климатические воздействия, но не подверженного химическим антропогенным воздействиям (“контроль”). Такое озеро есть.

Озеро Хубсугул является уникальной лабораторией для исследования воздействия климатических изменений на крупные водные экосистемы. В регионе озера отмечается быстрый рост температуры воздуха, таяние вечной мерзлоты [19], сопровождающееся изменением сезонного притока с водосбора [14], пересыхание многих притоков. Период ледостава на оз. Хубсугул сократился за последние 40 лет на 40 дней, температура воздуха в регионе исследований выросла в среднем на 1.7 °С [19]. Более быстрый рост температуры отмечен для зимы [16] участились экстремальные климатические явления.

В то же время оз. Хубсугул практически не подвержено антропогенному воздействию - в его бассейне не строились плотины, не происходило перестройки ландшафтов, нет городов, не отмечено биоинвазий, нет точечных источников химического загрязнения. Это отсутствие дополнительных воздействий делает оз. Хубсугул уникальным объектом для изучения воздействия климатических изменений на природные водные экосистемы.

Оз. Хубсугул (площадь поверхности: 2760 кв. км, максимальная глубина: 262 м) - 17-е по объему пресноводное озеро мира и самое большое озеро Монголии. Из озера вытекает р. Эг, впадающая в р. Селенга - крупнейший приток оз. Байкал. Оз. Хубсугул, как и Байкал, - древнее (его возраст определяется в 2-

5 млн. лет) ультраолиготрофное рифтовое озеро, характеризующееся своеобразной флорой и фауной.

Экосистема озера Хубсугул представляет уникальную возможность исследования воздействия климатических изменений на экологию озера. До сих пор, под таким углом зрения, материалы по озеру Хубсугул не рассматривались, временная динамика не изучалась, параллельного сравнения изменений экосистем озер Хубсугул и Байкал не выполнялось.

Материалы для такого сравнения, тем не менее, есть. Самый первый договор о международном научном сотрудничестве ИГУ заключил в ноябре 1958 г. с Монгольским государственным университетом (МоГУ) о совместном проведении научно-исследовательских работ на озере Хубсугул. В 1960-е гг. регулярно проводились совместные исследования оз. Хубсугул. В феврале 1970 г. было подписано соглашение о дружбе и сотрудничестве между двумя университетами. Тогда и была основана Советско-Монгольская комплексная Хубсугульская экспедиция на базе ИГУ и Монгольского государственного университета при активном участии ученых Монгольской Академии наук, СО АН СССР и других вузов г. Иркутска. В работе комплексной Хубсугульской экспедиции ежегодно участвовали от 50 до 70 человек с советской и 20 чел. с монгольской стороны. В задачу экспедиции входило комплексное исследование природных условий и ресурсов Монголии, обучение студентов, подготовка высококвалифицированных научных и педагогических кадров. Участниками экспедиции проведено комплексное изучение экосистемы озера, природных вод бассейна озера Хубсугул, минеральных вод Монголии, издан “Атлас озера Хубсугул” (1989), карта “Минеральные воды Монголии” (2 издания), выпущено 10 монографий и 15 сборников трудов экспедиции, подготовлено и защищено более 300 курсовых и дипломных работ, 30 кандидатских и 6 докторских диссертаций. Таким образом, наши университеты располагают материалами о состоянии планктона озера Хубсугул в 1950-е – 1980-е гг.

В 1990-е годы Национальный университет Монголии был одним из организаторов комплексной монголо-американо-японской экспедиции, в 2000-е – американо-монгольской экспедиции. Материалы этой работы и части предшествующих исследований были также монографически обобщены [9].

Для решения проблемы – что является ведущим фактором отмечающихся в планктоне озера Байкал явлений, следует провести инвентаризацию результатов накопленных за 50 лет (1960-1995 гг. - советско-монгольская экспедиция, 1990-е гг. - монголо-американо-японская экспедиция, 2004-2009 гг. - американо-монгольская экспедиция) наблюдений за гидрометеорологическими показателями и параметрами состояния планктонного и бентосного сообществ, населения рыб и птиц озера Хубсугул, выявить лакуны в имеющемся массиве данных, провести работы по сбору необходимых для анализа данных, создать соответствующие базы данных, провести сбор дополнительных гидрометеорологических и биологических данных в полевых условиях, проанализировать долговременную пространственно-временную динамику показателей, выявить наличие трендов, с помощью методов многомерной статистики установить наличие или отсутствие ее связи с гидрометеорологическими показателями.

Ключевые слова: Озеро Байкал, озеро Хубсугул, планктон, климатические изменения, антропогенное воздействие.

Key words: Lake Baikal, Lake Hovsgol, plankton, climate change, human impact.

Список литературы

1. *Зилов Е. А.* Современная лимноэкология – смена парадигм? / *Е. А. Зилов* // Изв. ИГУ. Серия "Биология. Экология". 2009, Т. 2, № 1. – С. 35-39.

2. *Зилов Е.А.* Современное состояние химического загрязнения озера Байкал: Источники и агенты / *Е.А. Зилов, П.А. Орлов* // Вестник ИрГСХА. 2011, Вып. 45. – С. 32-37.

3. *Зилов Е. А.* Анализ и прогноз изменений водных экосистем на основе модельных экспериментов / *Е. А. Зилов.* - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010. – 231 с.

4. *Зилов Е. А.* Математическое моделирование экосистемы озера Байкал: вчера, сегодня, завтра / *Е. А. Зилов* // Изв. Самарского НЦ РАН. 2006, Т. 8, № 3. – С. 58-64.

5. *Изместьева Л. Р.* Сезонная динамика массовых родов фитопланктона в озере Байкал / *Л. Р. Изместьева, М. В. Мур, С. Э. Хэмптон, Е. А. Зилов* // Изв. Самарского НЦ РАН. 2006, Т. 8, № 3. – С. 191-196.

6. *Шимараев М. Н.* О влиянии Северо-Атлантического колебания (NAO) на ледово-термические процессы на Байкале / *М. Н. Шимараев* // Доклады АН. 2008, Т. 423. № 3. – С. 397-400.

7. *Fietz S.* Regional, vertical and seasonal distribution of phytoplankton and photosynthetic pigments in Lake Baikal / *S. Fietz, G. Kobanova, L. Izmest'eva, A. Nicklisch* // J. Plankton Res. 2005, V. 27. – P. 793-810.

8. *Gerten D.* Climate-driven changes in spring plankton dynamics and the sensitivity of shallow polymictic lakes to the North Atlantic Oscillation / *D. Gerten, R. Adrian* // Limnol. Oceanogr. 2000, Vol. 45. – P. 1058–1066.

9. *Goulden C.E.* The geology, biodiversity and ecology of Lake Hövsgöl (Mongolia) *C.E.Goulden, T Sitnikova, J.Gelhaus, B. Boldgiv* - Leiden: Backhuys Publishers, 2006. - 525 p.

10. *Hampton S.E.* Sixty years of environmental change in the in the world's largest freshwater lake – Lake Baikal, Siberia / *S.E. Hampton, L.R. Izmest'eva, M V. Moore, S.L. Katz, B. Dennis, E.A. Silow* // Global Change Biology. 2008, Vol.14. – P. 1947-1958.

11. *Hostelter S.W.* Response of North American freshwater lakes to simulated future changes / *S.W. Holstelter, E.E. Small* // J. Amer. Water Resour. Assoc. 1999, V. 35. – P. 1625-1637.

12. *Izmest'eva L.R.* Long-Term Dynamics of Lake Baikal Pelagic Phytoplankton under Climate Change / *L. R. Izmest'eva, E. A. Silow, and E. Litchman* // Inland Water Biology. 2011, Vol. 4, No. 3. – P. 301–307.

13. *Izmestyeva L.* Long-term dynamics of summer community of Baikal phytoplankton and climate change / *L. Izmestyeva, E. Silow* // 13th World Lake Papers. – Shiga: ILEC. 2010, 4 p. - http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/others/9.pdf

14. *Ma X.* Hydrological regime analysis of the Selenge River basin, Mongolia. // *X. Ma, T. Yasunari, T. Ohata, L. Natsagdorj, G. Davaa, D. Oyunbaatar* // Hydrological Processes. 2003, Vol. 17. – P. 2929-2945.

15. *Moore M V.* Climate Change and the World's "Sacred Sea"—Lake Baikal, Siberia / *M V Moore, S. E. Hampton, L. R. Izmest'eva, E. A. Silow, E. V Peshkova, B. K. Pavlov* // BioScience. 2009, Vol. 59, N 5. – P. 405-417.

16. *Nandintsetseg B.* Trends in extreme daily precipitation and temperature near Lake Hovsgol, Mongolia / *B. Nandintsetseg, J.S. Greene, C.E. Goulden* // International Journal of Climatology. 2007, Vol. 27. – P. 341-347.

17. *Pislegina E.* Long-term dynamics of Baikal zooplankton and climate change / *E. Pislegina, E. Silow* // 13th World Lake Conference Papers. – Shiga: ILEC. 2010, 4 p. - http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/others/10.pdf

18. *Rosenzweig C.* Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change / *C. Rosenzweig, D. Karoly, M. Vicarelli, P. Neofotis, Q. Wu, G. Casassa, A. Menzel, T. L. Root, N. Estrella, B. Seguin, P. Tryjanowski, C. Liu, S. Rawlins, A. Imeson* // Nature. 2008, Vol. 453. – P. 353-357.

19. *Sharkhuu A.* Permafrost monitoring in the Hovsgol mountain region, Mongolia / A.

Sharkhuu, N. Sharkhuu, B. Etzelmuller, E.S.F. Heggem, F.E. Nelson, N.I. Shiklomanov, C.E. Goulden, J. Brown // Journal of Geophysical Research. 2007, Vol. 112. – P. F02S06

20. *Shimaraeva S.* Long-term dynamics of under-ice community of Baikal phytoplankton and climate change / *S. Shimaraeva, L. Izmestyeva, E. Silow* // 13th World Lake Conference Papers. – Shiga: ILEC, 2010. – 4 p. - http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/others/13.pdf

21. *Silow E.* Lake Baikal as possible sentinel of the Climate Change / *E. Silow* // 13th World Lake Papers. – Shiga: ILEC, 2010. – 4 p. - http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/ WLC13_Papers/S2/s2-6.pdf

22. *Silow E.A.* Mathematical models of lake Baikal ecosystem / *E. A. Silow, V. J. Gurman, D. J. Stom, D. M. Rosenraukh, V I. Baturin* // Ecological Modelling. 1995, Vol. 82. – P. 27-39.

23. *Silow E. A.* Prediction of Lake Baikal ecosystem behaviour using an ecosystem disturbance model / *E. A. Silow, V. A. Baturin, D. J. Stom* // Lakes & Reservoirs: Research and Management. 2001, Vol. 6, N 1. – P. 33-36.

24. *Silow E. A.* The use of two lumped models for the analysis of consequences of external influences on the lake Baikal ecosystem / *E. A. Silow* // Ecological Modelling. 1999, Vol. 121. – P. 103 – 113.

25. *Solomon S.* IPCC, 2007: Summary for Policymakers / *S. Solomon* [et al.] // Climate Change 2007 :The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge : Cambridge University Press. 2007. – P. 79-131.

26. *Straškrabova V.* Primary production and microbial activity in the euphotic zone of Lake Baikal (Southern Basin) during late winter / *V Straškrabova, L.R. Izmest'yeva, E.A. Maksimova, S. Fietz, J. Nedoma, J. Borovec, G.I. Kobanova, E.V Shchetinina, E.V. Pislegina* // Global and Planetary Change. 2005, 46. – P. 57-73.

27. *Williamson C.E.* Lakes and reservoirs as sentinels, integrators, and regulators of climate change / *C.E. Williamson, J.E. Saros, W F. Vincent, J.P. Smol* // Limnol. Oceanogr. 2009, Vol. 54. – P. 2273 – 2282

References

1. Zilov E. A. *Sovremennaja limnojekologija – smena paradigm?* / E. A. Zilov // Izves-tija Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija "Biologija. Jekologija", 2009, vol. 2, no. 1, pp. 35-39.

2. Zilov E.A. *Sovremennoe sostojanie himicheskogo zagrjaznenija ozera Bajkal: Istochniki i agenty* / E.A. Zilov, P.A. Orlov // Vestnik IrGSHA, 2011, vol. 45, pp. 32-37.

3. Zilov E. A. *Analiz i prognoz izmenenij vodnyh jekosistem na osnove model'nyh jeksperimentov* / E. A. Zilov. - Irkutsk: Izd-vo IGU, 2010, 231 p.

4. Zilov E. A. *Matematicheskoe modelirovanie jekosistemy ozera Bajkal: vchera, segodnja, zavtra* / E. A. Zilov // Izvestija Samarskogo NC RAN, 2006, vol 8, no.3, pp. 58-64.

5. Izmest'eva L. R. *Sezonnaja dinamika massovyh rodov fitoplanktona v ozere Bajkal* / L. R. Izmest'eva, M. V. Mur, S. Je. Hjempton, E. A. Zilov // Izvestija Samarskogo NC RAN, 2006, vol. 8, no3, pp. 191-196.

6. Shimaraev M. N *O vlijanii Severo-Atlanticheskogo kolebanija (NAO) na ledovo-termicheskie processy na Bajkale* / M. N. Shimaraev // Doklady Akademii Nauk, 2008,vol. 423, no. 3, pp. 397-400.

7. Fietz S. *Regional, vertical and seasonal distribution of phytoplankton and photosynthetic pigments in Lake Baikal* / S. Fietz, G. Kobanova, L. Izmest'eva, A. Nicklisch // J. Plankton Res, 2005, vol. 27, pp. 793-810.

8. Gerten D. *Climate-driven changes in spring plankton dynamics and the sensitivity of shallow polymictic lakes to the North Atlantic Oscillation* / D. Gerten, R. Adrian // Limnol. Oceanogr, 2000, vol. 45, pp.1058–1066.

9. Goulden C.E. *The geology, biodiversity and ecology of Lake Hövsgöl (Mongolia) C.E.Goulden, T Sitnikova, J.Gelhaus, B. Boldgiv*. - Leiden: Backhuys Publishers, 2006, 525 p.

10. Hampton S.E. *Sixty years of environmental change in the in the world's largest freshwater lake – Lake Baikal, Siberia* / S.E. Hampton, L.R. Izmest'eva, M.V. Moore, S.L. Katz, B. Dennis, E.A. Silow // Global Change Biology, 2008, vol.14, pp. 1947-1958.

11. Hostelter S.W. *Response of North American freshwater lakes to simulated future changes* / S.W. Holstelter, E.E. Small // J. Amer. Water Resour. Assoc, 1999, vol. 35, pp. 1625-1637.

12. Izmest'eva L.R. *Long-Term Dynamics of Lake Baikal Pelagic Phytoplankton under Climate Change* / L. R. Izmest'eva, E. A. Silow, and E. Litchman // Inland Water Biology, 2011, vol. 4, no. 3, pp. 301–307.

13. Izmestyeva L. *Long-term dynamics of summer community of Baikal phytoplankton and climate change* / L. Izmestyeva, E. Silow // 13th World Lake Papers. – Shiga: ILEC, 2010, 4 p, http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/others/9.pdf.

14. Ma X. Hydrological *regime analysis of the Selenge River basin, Mongolia* // X. Ma, T. Yasunari, T. Ohata, L. Natsagdorj, G. Davaa, D. Oyunbaatar // Hydrological Processes, 2003, vol. 17, pp.2929-2945.

15. Moore M. V. *Climate Change and the World's "Sacred Sea"—Lake Baikal, Siberia* / M. V. Moore, S. E. Hampton, L. R. Izmest'eva, E. A. Silow, E. V. Peshkova, B. K. Pavlov // BioScience, 2009, vol. 59, no. 5, pp. 405-417.

16. Nandintsetseg B. *Trends in extreme daily precipitation and temperature near Lake Hovsgol, Mongolia* / B. Nandintsetseg, J.S. Greene, C.E. Goulden. // International Journal of Climatology, 2007, vol. 27, pp.341-347.

17. Pislegina E. *Long-term dynamics of Baikal zooplankton and climate change* / E. Pislegina, E. Silow // 13th World Lake Conference Papers. – Shiga: ILEC, 2010, 4 p., http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/others/10.pdf

18. Rosenzweig C. *Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change* / C. Rosenzweig, D. Karoly, M. Vicarelli, P. Neofotis, Q. Wu, G. Casassa, A. Menzel, T. L. Root, N. Estrella, B. Seguin, P. Tryjanowski, C. Liu, S. Rawlins, A. Imeson // Nature, 2008, vol. 453, pp. 353-357.

19. Sharkhuu A. *Permafrost monitoring in the Hovsgol mountain region, Mongolia* / A. Sharkhuu, N. Sharkhuu, B. Etzelmuller, E.S.F. Heggem, F.E. Nelson, N.I. Shiklomanov, C.E. Goulden, J. Brown // Journal of Geophysical Research, 2007, vol. 112, pp. F02S06

20. Shimaraeva S. *Long-term dynamics of under-ice community of Baikal phytoplankton and climate change* / S. Shimaraeva, L. Izmestyeva, E. Silow // 13th World Lake Conference Papers. – Shiga: ILEC, 2010, 4 p. - http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/others/13.pdf.

21. Silow E. *Lake Baikal as possible sentinel of the Climate Change* / E. Silow // 13th World Lake Papers. – Shiga: ILEC, 2010, 4 p., http://wldb.ilec.or.jp/data/ilec/WLC13_Papers/S2/s2-6.pdf.

22. Silow E.A. *Mathematical models of lake Baikal ecosystem* / E. A. Silow, V. J. Gurman, D. J. Stom, D. M. Rosenraukh, V. I. Baturin // Ecological Modelling, 1995, vol. 82, pp. 27-39.

23. Silow E. A. *Prediction of Lake Baikal ecosystem behaviour using an ecosystem disturbance model* / E. A. Silow, V. A. Baturin, D. J. Stom // Lakes & Reservoirs: Research and Management, 2001, vol. 6, no. 1, pp. 33-36.

24. Silow E. A. *The use of two lumped models for the analysis of consequences of external influences on the lake Baikal ecosystem* / E. A. Silow // Ecological Modelling, 1999, vol. 121, pp. 103 – 113.

25. Solomon S. *IPCC, 2007: Summary for Policymakers* / S. Solomon [et al.] // Climate Change 2007 :The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge : Cambridge University Press, 2007, pp. 79-131.

26. Straškrabova V. *Primary production and microbial activity in the euphotic zone of Lake Baikal (Southern Basin) during late winter* / V. Straškrabova, L.R. Izmest'yeva, E.A. Maksimova, S. Fietz, J. Nedoma, J. Borovec, G.I. Kobanova, E.V. Shchetinina, E.V. Pislegina // Global and Planetary Change, 2005, 46, pp.57-73.

27. Williamson C.E. *Lakes and reservoirs as sentinels, integrators, and regulators of climate change* / C.E. Williamson, J.E. Saros, W.F. Vincent, J.P. Smol // Limnol. Oceanogr, 2009, vol. 54, pp. 2273 – 2282.

UDC 574.5

Summary

OBJECTIVES OF THE COMPARATIVE STUDY ON THE LONG-TERM DYNAMICS OF COMMUNITIES IN LAKE BAIKAL AND LAKE HOVSGOL

Zilov E.A., Boldgiv B.

It is proposed to make an inventory of the results, accumulated over 50 years (1960-1995 - The Soviet-Mongolian expedition, 1990 - Mongolian-American-Japanese expedition, 2004-2009 - American-Mongolian expedition), of the observations of hydro-meteorological parameters and parameters of the state of planktonic and benthic communities, population of fish and birds of Lake Hovsgol, to identify gaps in the existing data sets, to carry out the collection of necessary data for analysis, to create the appropriate database, to collect additional meteorological and biological data in the field, to analyze the long-term spatio-temporal dynamics of indicators, to identify the presence of trends, using multivariate statistical methods to establish the presence or absence of its connection with the hydro-meteorological parameters.

Сведения об авторах:

Зилов Евгений Анатольевич - доктор биологических наук, профессор кафедры водных ресурсов ЮНЕСКО. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8 9025780068, e-mail: eugenesilow@gmail.com).

Болдгив Базарцэрэн - доктор философии, профессор кафедры экологии. Национальный университет Монголии (Бага тойруу, 1, Сухабаторский район, Улан-Батор, Монголия, phone: (976 11) 323970, http://num.edu.mn, e-mail: boldgiv@biology.num.edu.mn).

Information about the authors:

Zilov Evgeny A. – PhD in Biology, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Water Resources UNESCO, Irkutsk State University (Lenina, 3, Irkutsk, Russia, 664003, phone: 8 9025780068, e-mail: eugenesilow@gmail.com).

Boldgiv Bazartseren – PhD in Philosophy, Doctor of Philosophical Sciences, Professor, Department of Environment, National University of Mongolia (Baga toiruu 1, Sukhbaatar district, Ulaanbaatar, Mongolia, phone: (976 11) 323970, http://num.edu.mn, e-mail: boldgiv@biology.num.edu.mn).

УДК 595.(57.2)

ХИРОНОМИДЫ ЛИТОРАЛИ УТУЛИК-МУРИНО, 1975-2011 гг.

Э.А. Ербаева, Г.П. Сафронов

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

В результате многолетнего исследования хирономид “мягких” грунтов в литорали Южного Байкала установлено 62 вида и формы, из них в районе сброса ПОСВ - 53, на контрольном участке – 26, в том числе эндемики: *D.baicalensis*, *O.setosus*, *S.albodentata*, *S.baicalensis*, *S.brachycephala*, *S.flavodentata*, *S.nebulosa*, *S.rhynocephala* и *P.baicalensis*. Сделано предположение, что на глубине 5-20 м *S.baicalensis*, *S.flavodentata* и *P.baicalensis* относительно устойчивы к влиянию ПОСВ БЦБК. Нахождение не свойственных открытому Байкалу видов хирономид, в том числе индикаторов загрязнения, в районе сброса ПОСВ свидетельствует об ухудшении экологических условий этого участка, что наблюдается и в настоящее время.

Наиболее достоверная оценка состояния экологической системы испытывающей антропогенное влияние возможна только при проведении долговре-

менных наблюдений, на основе которых можно установить изменения, происходящие в экосистеме как естественным путем, так и под влиянием деятельности человека. НИИ биологии проводит с 1961 г. режимные наблюдения за состоянием донных беспозвоночных, в том числе хирономид, в условиях антропогенного воздействия в районе Южного Байкала.

Цель работы – дать оценку многолетнего влияния сточных вод БЦБК на фауну хирономид "мягких" донных отложений литорали (5-20 м) Южного Байкала.

Материал и методы. Материалом для работы послужили многолетние сборы макрозообентоса, проведенные в июле 1975-2011 гг. Всего для сравнимости данных проанализированы материалы за 18 лет, так как пробы макрозообентоса были отобраны не вовсе годы и не всегда в один и тот же сезон. Работы проводились в районе Утулик–Мурино в литорали на глубине 5-20 м на "мягких" донных отложениях на 6 разрезах. Четыре разреза расположены в районе сброса промышленно-очищенных сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (ПОСВ БЦБК): 1 разрез в 150 м восточнее сброса; 2 разрез – 50 м восточнее; 3 разрез – против труб сброса; 4 разрез – 50 м западнее. Два контрольных разреза расположены западнее сброса: I разрез – в 14 км, II разрез – в 5 км. Отбор и камеральная обработка проб проведены по общепринятым в гидробиологии методам. Всего было отобрано с использованием дночерпателя Петерсена (0,025 м^2) в районе сброса ПОСВ БЦБК – 146, на контрольных разрезах - 72 количественные пробы.

Результаты и обсуждение. На исследованном участке литорали Южного Байкала в 1975-2011 гг. встречено 62 вида и личиночные формы, в том числе 9 эндемиков, из следующих подсемейств: Tanypodinae – 4, Diamesinae – 6, Orthocladiinae 29, Chironominae – 23. Это 43 % от всех известных для открытого Байкала и его прибрежно-соровой зоны 144 видов и личиночных форм [2, 4, 6-8, 12]. Фауна хирономид района представлена преимущественно палеарктическими и голарктическими видами. В целом хирономидам свойственно мозаичное распределение, наибольшее их разнообразие отмечено на каменистой литорали [3].

Нет ни одного вида, который бы встречался постоянно на протяжении всего 18 летнего периода исследований. Более чем в 50 % исследованных лет встречались всего четыре вида: палеарктические *M.junci, O.saxicola* и эндемики *P.baicalensis, S.baicalensis*: в районе сброса они найдены в 16, 9, 16 и 12; на контрольном участке в 8, 0, 14 и 11 годах соответственно (табл. 1, 2)

Только в районе сброса ПОСВ БЦБК встречены *P.ferrugineus, P.choreus, P.longimana, P.branickii, C.piger, C.bicinctus, C,pulchripes, C,sylvestris, Cricotopus sp., D.cultriger, E.gracei, E.coerulescens. Heterotrissocladius* sp., *H.lugubris, L.prolongatus, L.transcaucasicus, O.frigidus, O.saxicola, O.setosus, P.conversus, P.psilopterus, R.effusus, T.brevipalpis, Trissocladius* sp., *Z.mucronata, Ch.plumosus, Ch*.f.l.*thummi, Chironomus* sp., *Cr*.sp.(gen.N 9), *Polypedilum* sp. Только на контрольном участке встречены *C.celeripes, C.ussouriensis, Endochironomus* sp., *H.curtilamellata, S.brachicephala, S.albodentata, C*.gr.*mancus.*

Таблица 1 – **Многолетние изменения состава хирономид на глубине 5-20 м, 1-4 разрезы, 1975-2011 гг.**

Таксон	1975	1976	1977	1978	1984	1985	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996	2000	2002	2004	2010	2011
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Подсемейство **Tanypodinae**																		
Род *Procladius* Skuse, 1889																		
P.ferrugineus (Kieffer, 1918)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
P.choreus (Meigen, 1804	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Psilotanypus* Kieffer, 1906																		
P.ruffovittatus (van der Wulp, 1874)	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Thienemannimyia* Fittkau, 1957																		
T.lentiginosa (Fries, 1823	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Подсемейство **Diamesinae**																		
Род *Diamesa* Meigen, 1835																		
D.baicalensis Chernovskij, 1949 *	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
Род *Pagastia* Oliver, 1954																		
P.orientalis Chernovskij, 1949	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Potthastia* Kieffr, 1922																		
P.longimana Kieffer, 1922	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
Род *Psedodiamesa* Goetghebuer, 1939																		
P.branickii (Nowicki, 1873)	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Подсемейство **Prodiamesinae**																		
Род *Prodiamesa* Kieffer, 1906																		
P.olivacea (Meigen, 1918)	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Подсемейство **Orthocladiinae**																		
Род *Chaetocladius* Kieffer, 1911																		
C.piger (Goetghebuer, 1913)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Cricotopus* van der Wulp, 1874																		
C.algarum (Kieffer, 1911)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
C.bicinctus (Meigen, 1818)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C.pulchripes Verrall,1912	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 1

Cricotopus sp.	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Diplocladius* Kieffer, 1908																		
D.cultriger Kieffer, 1908	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Eukiefferiella* Thienemann, 1926																		
E.gracei (Edwards, 1929)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
E.coerulescens (Kieffer, 1926)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–
Род *Heterotrissocladius* Sparck, 1923																		
H.marcidus (Walker, 1856)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
Heterotrissocladius sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Hydrobaenus* Fries, 1830																		
H.lugubris Fries,1830	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Limnophyes* Eaton, 1875																		
L.prolongatus (Kieffer, 1922)	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
L.transcaucasicus Chernovskij, 1949	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–
Род *Orthocladius* van der Wulp, `1874																		
O.olivaceus Kieffer, 1911	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	+	+	–	+
O.decoratus (Holmgren, 1869	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–
O.frigidus (Zetterstedt, 1838	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
O.saxicola Kieffer,1911	–	–	–	+	+	–	–	–	+	+	+	–	+	+	+	+	–	–
O.setosus Linevich, 1961 *	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
O.thienemanni Kieffer, 1906	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Род *Paracladius* Hirvenoja, 1973																		
P.conversus (Walker, 1856)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
Род *Psectrocladius* Kieffer, 1906																		
P.barbimanus (Edwards, 1929)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
P.psilopterus Kieffer, 1906	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Rheocricotopus* Thien. Et Harn., 1932																		
R.effusus (Walker, 1856)	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Trissocladius* Kieffer, 1908																		
T.brevipalpis Kieffer, 1908	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Trissocladius sp.	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Zalutschia* Lipina, 1939																		

Окончание таблицы 1

Z.mucronata (Brundin, 1949)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
Orthocladiinae sp.juv.	+	+	+	–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	+
Подсемейство **Chironominae**																		
Род *Chironomus* Meigen, 1803																		
Ch.plumosus (Linnaeus, 1758	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
Ch. gr,*thummi*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chironomus sp.	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Cryptochironomus* Kieffer, 1918																		
Cryptochironomus sp.(gen.№9) Lipina, 1929	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Microtendipes* Kieffer, 1915																		
M.pedellus (De Geer, 1776)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Polypedilum* (van der Wulp. 1874)																		
Polypedilum sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Sergentia* Kieffer, 1922																		
S.baicalensis Chernovskij, 1949 *	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+	–	–	+	+	+	+	+	+
S.baueri Wulker et all, 1992	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S flavodentata Chrernovskij, 1949 *	+	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+	+	–	+	–	+	–
S.nebulosa Linevich et all, 1984 *	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
S rhynocephala Linevich, 1964 *	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–
Sergentia sp.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
Род *Micropsectra* Kieffer. 1909																		
M.junci (Meigen, 1818)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–
Род *Paratanytarsus* Thien. Et Bause, 1913																		
P.baicalensis (Chernovskij, 1949) *	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Род *Tanytarsus* van der Wulp, 1874																		
*T.*gr.*gregarius* Kieffer, 1909	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chironominae sp.juv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–
Куколки	+	+	–	–	–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	+	–	–
Число проб	15	12	7	2	15	12	7	2	2	10	12	5	14	6	10	5	4	6

Примечание: Примечание. * – эндемики.

Таблица 2 – **Многолетние изменения состава хирономид на глубине 5-20 м, I-II разрезы, 1975-2011 гг.**

Таксон	1975	1976	1977	1978	1984	1985	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996	2000	2002	2004	2010	2011
Подсемейство **Tanypodinae**																		
Род *Thienemannimyia* Fittkau, 1957																		
T.lentiginosa (Fries, 1823	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Подсемейство **Diamesinae**																		
Род *Pagastia* Oliver, 1954																		
P.orientalis Chernovskij, 1949	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
Подсемейство **Prodiamesinae**																		
Род *Monodiamesa* Kieffer, 1922																		
M.bathyphila (Kieffer, 1918	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Подсемейство **Orthocladiinae**																		
Род *Corynoneura* Winnertz, 1846																		
C.celeripes Winnertz, 1852	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
Род *Cricotopus* van der Wulp, 1874																		
C.sylvestris (Fabricius, 1794)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Род *Orthocladius* van der Wulp, `1874																		
O.olivaceus Kieffer, 1911	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
O.decoratus (Holmgren, 1869	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Orthocladiinae sp.juv.	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Подсемейство **Chironominae**																		
Род *Cryptochironomus* Kieffer, 1918																		
C.ussouriensis (Goetghebuer, 1933)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
Род *Endochironomus* Kieffer, 1918																		
Endochironomus sp.	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Род *Harnischia* Kieffer, 1921																		
H.curtilamellata (Malloch, 1915)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
Род *Microtendipes* Kieffer, 1915																		
M.pedellus (De Geer, 1776)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 2

Род *Sergentia* Kieffer, 1922																		
S.albodentata Linevich, 1964 *	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
S.baicalensis Chernovskij, 1949 *	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+
S.baueri Wulker et all, 1992	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S.brachicephala Linevich, 1964 *	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+
S flavodentata Chrernovskij, 1949 *	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	+	+	–	–	–
S.nebulosa Linevich et all, 1984 *	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	–
S rhynocephala Linevich, 1964 *	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Sergentia sp.	+	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Род *Cladotanytarsus* Kieffer, 1921																		
C.gr.*mancus* (Walker, 1856)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
Род *Micropsectra* Kieffer. 1909																		
M.junci (Meigen, 1818)	–	+	–	+	–	–	+	–	–	+	–	+	+	–	+	+	–	–
Род *Paratanytarsus* Thien. et Bause, 1913																		
P.baicalensis (Chernovskij, 1949) *	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+
Род *Tanytarsus* van der Wulp, 1874																		
*T.*gr.*gregarius* Kieffer, 1909	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
Chironominae sp.juv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
Куколки	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
Число проб	7	3	5	7	7	3	6	7	0	4	2	2	9	1	2	2	3	2

Примечание. * – эндемики.

По данным А.А. Линевич [7] до пуска БЦБК (1963-1966 гг.) в районе Утулик-Мурино на “мягких” донных отложениях найдено 35 видов и форм хи-

рономид, в том числе 9 эндемиков: *D.baicalensis, Orthocladius compactus, O.gregarius, O.setosus, S.baicalensis, S.flavodentata, S.koschowi, Neozavrelia minuta, P.baicalensis*. В первые годы работы БЦБК (1968-1970 гг.) по данным В.Э. Самбуровой [12] общее число видов хирономид возросло до 44, состав эндемиков оставался прежним. В 1975-2011 гг. число найденных эндемиков составляло также 9, но ни разу не встретились *N.minuta*, *O.compactus*, *O.gregarius* и *S.koschowi*. Первые два вида входили в число доминирующих видов в допусковой период, а *N.minuta* продолжал доминировать и в первые годы поступления ПОСВ БЦБК. Таким образом, всего в районе Утулик–Мурино зарегистрировано 13 эндемичных видов хирономид.

В 1975-2011 гг. в районе сброса ПОСВ БЦБК обнаружено 53 видов и форм, а на контрольных участках – 26 (см. табл. 1, 2). Общими оказались 17 видов и форм хирономид. Коэффициент сходства Серенсена этих двух участков составил 43%.

Разнообразие хирономид района сброса ПОСВ и контрольных разрезов не оставалось постоянным и было в районе сброса ПОСВ значительно чаще выше, чем на контрольных участках (табл. 3). Сравнительный анализ фауны хирономид в районе сброса ПОСВ по годам показал, что межгодовой коэффициент сходства фауны хирономид низкий и колеблется от 11 до 44%.

Таблица 3 – **Число видов и личиночных форм хирономид в районе Утулик-Мурино, 1975-2011 гг.**

Район	1975	1976	1977	1978	1984	1985	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996	2000	2002	2004	2010	2011
Сброс	12	6	4	7	10	4	4	10	2	15	19	9	8	8	10	7	5	5
Контроль	8	4	3	3	3	4	4	–	–	5	7	5	8	3	5	4	6	3

Примечание. “–“ – нет данных.

В районе сброса ПОСВ БЦБК в 1975-2011 гг. найдено 7 эндемиков: *D. baicalensis* и *O. setosus* обнаружены по одному разу; *S. baicalensis* – 12, *S. flavodentata* – 8, *S. nebulosa* и *S. rhynocephala* – 2, *P. baicalensis* – 16 раз, из которых первые два вида не встречены на контрольном участке. На контрольных участках встречены тоже 7 эндемиков: *S. albodentata, S. brachicephala* и *S. rhynocephala* – 1, *S. baicalensis* – 11, *S. flavodentata* – 5, *S. nebulosa* – 5, *P. baicalensis* – 14 раз, из которых первые два вида не встречены в районе сброса сточных вод. В состав доминирующего комплекса хирономид из эндемиков на обоих участках входили *S. baicalensis* и *P. baicalensis*.

Обращает на себя внимание единичное нахождение некоторых эндемиков на мягких донных отложениях в исследуемой зоне глубин. Из приведенного списка только 4 вида являются обычными обитателями этой зоны: *S. baicalensis, S. flavodentata*, *S. nebulosa* и *P. baicalensis*. Нахождение остальных видов, скорее всего случайное, так как они занимают другую экологическую нишу. *D. baicalensis* и *O. setosus* – обитают преимущественно на каменистых отложениях на глубине до 20 м, *S. albodentata* – на песчаных отложениях на глубине 1.5-2.5 м, *S. brachicephala* – на глинистых илах на глубине 9.5-19 м и *S.*

rhynocephala – на 3-6 м [11].

Таким образом, можно предположить, что на глубине 5-20 м *P. baicalensis, S. baicalensis* и *S. flavodentata* и оказались относительно более устойчивыми к влиянию сточных вод БЦБК, чем другие эндемики.

В результате поступления сточных вод БЦБК изменились экологические условия, о чем свидетельствует присутствие в фауне хирономид района сброса ПОСВ не свойственных открытому Байкалу видов. В 1975-1978 гг. только в районе сброса ПОСВ найден *P. olivacea*, который, по мнению А.А. Линевич [7], является неспецифическим индикатором антропогенного загрязнения. В 1978 г. обнаружен на заиленном песке *P. psilopterus* (8±8 экз.м$^{-2}$), не свойственный открытому Байкалу. В 1984 г. обнаружены на заиленном песке в небольшом количестве *T. brevipalpis* (20±20 экз. м$^{-2}$), обычно обитающие в лужах [9] и *Ch.* f.l. *thummi* (10±10 экз. м$^{-2}$), обитатели мезотрофно-эвтрофных водоемов. Ряд лет встречался *R. effusus* на песке в 1984 и на заиленном песке в 1987, 1991-1994 гг., обитающий в загрязненных водах [9]. По данным О.М. Кожовой и Л.С. Кравцовой [5] этот вид в 90-е годы имел у сброса ПОСВ БЦБК относительно высокую численность. В 1985 г. обнаружены на заиленном песке единичные экземпляры *H. lugubris*, обитателя канав [9]. В 1993 г. найдены на заиленном песке единичные экземпляры *M. pedellus*, обитающего в эвтрофных озерах [10]. По сведениям О.М. Кожовой и Л.С. Кравцовой [5] этот вид встречен в 90-е годы в большом количестве (1110 экз. м$^{-2}$) в районе сброса ПОСВ на каменистой литорали (0-5 м). В 1994 г. обнаружены на песке единичные экземпляры *P.choreus* (6±6 экз. м$^{-2}$), являющегося индикатором антропогенного загрязнения [7] и *C. piger* (11±11 экз.м$^{-2}$), обитатель канав [9], на песке единичные экземпляры *P. barbimanus*, обитателя зарослей озер [9]. В 2000 г. найдены на песке единичные экземпляры *Ch. plumosus* (8±8 экз.м$^{-2}$), обитателя мезотрофно-эвтрофных водоемов. В 2011 г. найден на песке в небольшом количестве *P. ferrugineus* (40 экз. м$^{-2}$), относящийся к видам индикаторам загрязнения [1].

Таким образом, в районе сброса ПОСВ БЦБК в небольшом количестве постоянно встречаются виды, характерные для загрязненных водоемов и нехарактерные для открытого Байкала. Нахождение этих видов свидетельствует об изменении экологических условий обитания и что поступление ПОСВ БЦБК вызывает локальное эвтрофирование участка Байкала, прилегающего к месту поступления сточных вод.

В 2010-2011 гг. в районе сброса ПОСВ были найдены эндемики *S. baicalensis, P. baicalensis*, голаркты *O. decoratus, H. lugubris*, палеаркты *E. coerulescens, P. ferrugineus* и молодь хирономин. Разнообразие хирономид по сравнению с предыдущими годами понизилось. Впервые в районе Южного Байкала найден *P. ferrugineus* – индикатор загрязнения [1], что свидетельствует о неблагополучных экологических условиях. Этот вид ранее на Байкале был обнаружен только однажды в бухте Заворотная на иле на глубине 3 м [11]. Среди хирономид доминировали эндемики *S. baicalensis* (320±160 экз. м$^{-2}$) и *P. baicalensis* (173±140 экз. м$^{-2}$).

На контроле встречены эндемики *S.baicalensis*, P.*baicalensis, S.albodentata, S.brachicephala* и голаркт *C.celeripes,* палеаркты *H.curtilamellata,*

*T.*gr.*gregarius*. Состав хирономид заметно отличается от такового в районе сброса. Доминирует *S.baicalensis* (160±40 экз. м$^{-2}$) так же, как и в районе сброса, а доминирующий в районе сброса *P.baicalensis* на контрольном участке имеет второстепенное значение (40±40 экз. м$^{-2}$).

Выводы.

Хирономиды "мягких" отложений литорали Южного Байкала в зоне глубин 5-20 м представлены 62 видами и личиночными формами, в том числе 9 эндемиками. В районе сброса ПОСВ найдены 53, на контроле – 26, общими оказались 17, коэффициент сходства всего 43%.

Состав хирономид в разные годы не оставался постоянным и был в районе сброса ПОСВ значительно чаще выше, чем на контрольных участках. Более или менее часто встречались только 4 вида: палеарктические *M. junci, O. saxicola* и эндемики *P. baicalensis, S. baicalensis*.

Из найденных эндемиков, только *S. baicalensis, S. flavodentata*, *S. nebulosa* и *P. baicalensis* являются обычными обитателями "мягких" отложений на глубине 5-20 м. Нахождение остальных видов, скорее всего случайное, так как они занимают другую экологическую нишу. Можно предположить, что *P. baicalensis, S. baicalensis* и *S. flavodentata* и оказались относительно более устойчивыми к влиянию сточных вод БЦБК

Нахождение не свойственных открытому Байкалу видов хирономид, в том числе индикаторов загрязнения, в районе сброса ПОСВ свидетельствует об ухудшении экологических условий этого участка. Неблагоприятные условия для обитания гидробионтов наблюдаются на протяжении практически всего периода работы БЦБК и в настоящее время, несмотря на снижение объемов производства и годичный простой комбината.

Ключевые слова: Хирономиды, эндемики, Южный Байкал, литораль.

Key words: Chironomides, endemics, Southern Baikal, littoral.

Список литературы

1. *Балушкина Е.В.* Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах / *Е.В. Балушкина*. – Л.: Наука, 1987. – 179 с.

2. *Ербаева Э.А.* О фауне донных животных в районе Утулик-Мурино в 1961-1984 гг./ *Э.А. Ербаева, Т.В. Акиншина, И.Ф. Лезинская, Л.С. Кравцова, Г.П. Сафронов, Т.И. Кицук, Н.А. Рожкова, Л.К. Жарикова, А.В. Шошин, К.В. Варыханова* Рук. деп. в ВИНИТИ, № 557–В88. Иркутск, 1988 – 27 с.

3. *Ербаева Э.А.* Хирономиды каменистой литорали Утулик-Мурино (Южный Байкал) в районе влияния БЦБК, 1964-1996 годы / *Э.А. Ербаева, Г.П. Сафронов* // Изв. ИГУ. Серия биология, экология. Иркутск, 2008. Т. 1, №1. – С. 117-130.

4. *Ербаева Э.А.* Хирономиды мягких грунтов Утулик-Мурино (Южный Байкал) в районе влияния БЦБК, 1975-2004 годы / *Э.А. Ербаева, Г.П. Сафронов* // Изв. ИГУ. Серия биология, экология. Иркутск, 2010. Т.3, № 1. – С.12-21.

5. *Кожова О.М.* Chironomidae Байкала в районе антропогенного воздействия / *О.М. Кожова, Л.С. Кравцова* // Энтомологические проблемы Байкальской Сибири. – Новосибирск: Наука, 1998. – С. 39-43.

6. *Кравцова Л.С.* Видовое разнообразие и распределение хирономид в районе Утулик-Мурино (Южный Байкал) / *Л.С. Кравцова, Э.А. Ербаева* // Биология внутр. вод. Информ. бюлл. – Л.: Наука, 1990, № 88. С. 47-52.

7. *Линевич А.А.* Хирономиды Байкала и Прибайкалья /*А.А. Линевич*. – Новосибирск: Наука, 1981. – 153 с.

8. *Линевич А.А.* Хирономиды Байкала и Прибайкалья: Podonominae, Tanypodinae, Diamesinae, Prodiamesinae, Orthocladiinae / *А.А. Линевич, Е.А. Макарченко, В.Н. Александров.* – Новосибирск: Наука, 2002. – 135 с.

9. *Панкратова В.Я.* Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae) / *В.Я. Панкратова* – Л.: Наука, 1970. – 344 с.

10. *Панкратова В.Я.* Личинки и куколки хирономид комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera Chironomidae=Tendipedidae) / *В.Я. Панкратова.* – Л.: Наука, 1983.– 196 с.

11. *Провиз В.И.* Хирономиды (Diptera, Chironomidae / *В.И. Провиз*// Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. – Новосибирск: Наука, 2004. – Т. 1. Озеро Байкал, кн. 2 – С.878-984.

12. *Самбурова В.Э.* Хирономиды / *В.Э. Самбурова* // Состояние сообществ Южного Байкала – Иркутск:Изд-во ИГУ, 1982. – С. 94-104.

References

1. Baluschkina E.V. *Funkcional'noe znachenie lichinok hironomid v kontinental'nyh vodoemah* / E.V. Balushkina. – L.: Nauka, 1987, 179 p.

2. Erbaeva E.A. *O faune donnyh zhivotnyh v rajone Utulik-Murino v 1961-1984 gg.* / E.A. Erbaeva, T.V. Akinshina, I.F. Lezinskaja, L.S. Kravcova, G.P. Safronov, T.I. Kicuk, L.K. Zharikova, A.V. Shoshin, K.V. Varyhanova / Irkutsk, 1988 /, 27 p. Ruk. Dep.v VINITI no. 557-B88.

3. Erbaeva E.A. *Hironomidy kamenistoj litorali Utulik-Murino (Juzhnyj Bajkal) v rajone vlijanija BCBK, 1964-1996 gg.* /E.A.Erbaeva, G.P.Safronov / Izv. Irkut. gos. un-ta. Serija biologija 'ekologija. – Irkutsk, 2008, vol. 1, no 1, pp.117-130.

4. Erbaeva E.A. *Hironomidy mjagkih gruntov Utulik-Murino (Juzhnyj Bajkal) v rajone vlijanija BCBK, 1975-2004 gody* / E.A.Erbaeva, G.P.Safronov / Izv. Irkut. gos. un-ta. Serija biologija, ekologija – Irkutsk, 2010, vol. 3, no.1, pp.12-31.

5. Kozhova O.M. *Chironiomidae Bajkala v rajone antropogennogo vozdejstvija* / O.M. Kozhova, L.S. Kravcova // Entomologicheskie problemy Bajkal'skoj Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1998, pp. 39-43.

6. Kravcova L.S. *Vidovoe raznoobrazie i raspredelenie hironomid v rajone Utulik-Murino (Juzhnyj Bajkal)* / L.S. Kravcova, E.A. Erbaeva // Biologija vnutr. vod. Inform. bjull.– L.: Nauka, 1990, no. 88, pp. 47-52.

7. Linevich A.A. *Hironomidy Bajkala i Pribajkal'ja* / A.A. Linevich. – Novosibirsk: Nauka, 1981, 153 p.

8. Linevich A.A. *Hironomidy Bajkala i Pribajkal'ja: Podonominae, Tanypodinae, Diamesinae, Orthocladiinae* / A.A. Linevich E.A. Makarchenko V.N. Alexandrov. – Novosibirsk: Nauka, 2002, 135 p.

9. Pankratova V.Ja. *Lichinki i kukolki komarov podsemejstva Orthocladiinae fauny SSSR (Diptera,Chironomidqe=Tendipedidae)* / V.Ja. Pankratova. – L.: Nauka, 1970, 344 p.

10. Pankratova V.Ja. *Lichinki i kukolki hironomid komarov podsemejstva Chironominae fauny SSSR (Diptera,Chironomidqe=Tendipedidae)* / V.Ja. Pankratova. – L.: Nauka, 1983, 196 p.

11. Proviz V.I. *Hironomidy (Diptera, Chironomidae) / V.I. Proviz // Annotirovannyj spisok fauny ozera Bajkal i ego vodosbornogo bassejna.* – Novosibirck: Nauka, 2004, vol.1, Ozero Baikal, kn. 2, pp. 878-984.

12. Samburova V.E. *Hironomidy* / V.E. Samburova // Sostojanie soobschestv Juzhnogo Bajkala. – Irkutsk: Isd-vo Irkut. un-ta, 1982, pp. 94-104.

UDC 595.(57.2)

Summary

LITTORAL CHIRONOMIDS OF UTULIK-MURIN, 1975-2011

Erbaeva E.A., Safronov G.P.

The long-term study on the chironomids of “soft” soils in the littoral of the southern Baikal resulted in 62 species and forms, among them in the discharge area there were 53 species, in the control plot - 26, including endemics: *D.baicalensis, O.setosus, S.albodentata, S.baicalensis,*

S.brachycephala, S.flavodentata, S.nebulosa, S.rhynocephala and *P.baicalensis*. It is suggested that at the depth of 5-20 m *S.baicalensis, S.flavodentata* and *P.baicalensis* are relatively resistant to the effects of BPPM. The given findings of chironomids that are not peculiar uncharacteristic for the open Baikal area, including indicators of pollution in the area witness the deterioration of environmental conditions of the site, which is observed in the present.

Сведения об авторах:

Ербаева Энгельсина Александровна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией "Экологический мониторинг". Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел (3952) 243077, e-mail: gsafro@bio.isu.runnet.ru).

Сафронов Геннадий Петрович - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории "Экологического мониторинга" Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел (3952) 243077, e-mail: gsafro@bio.isu.runnet.ru).

Information about the authors:

Erbaeva Engelsina A. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of Laboratory "Ecological Monitoring", Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: (3952) 243077, e-mail: gsafro@bio.isu.runnet.ru).

Safronov Gennady P. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Head Specialist of Laboratory "Ecological Monitoring", Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: (3952) 243077, e-mail: gsafro@bio.isu.runnet.ru).

УДК 575.23:582.951.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ПРИРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ *EPISCHURA BAICALENSIS* SARS ИЗ ЮЖНОГО БАЙКАЛА ПО КОЛИЧЕСТВЕННЫМ МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ В 2001 И 2004 гг.

Е.Л. Ермаков, О.О. Русановская

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Проводили сравнительный анализ сезонной динамики длины цефалоторакса (ДЦФ), длины 5-й пары плавательных ног (ДПН), длины 5-го и 6-го сегментов антеннулы (5СА и 6СА соответственно) и числа антеннуальных щетинок (ЩА) в 2001 и 2004 гг. в природной популяции *Epischura baicalensis* Sars из Южного Байкала. Оказалось, что фенотипическая структура по ДЦФ и ДПН обнаруживает нормальное распределение, доминирование особей с промежуточными размерами признаков и повторяющийся за оба года ход сезонной динамики. Признаки 5СА, 6СА и ЩА обнаруживают бимодальное распределение: доминирование особей с малыми и большими размерами (числом) признаков, закономерная сезонная динамика отсутствует.

К настоящему времени *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) – зоопланктонный эндемик-доминант является одним из наиболее хорошо изученных байкальских планктонных беспозвоночных. Тем не менее комплексных

исследований популяционной морфологии этого рачка до сих пор не проводилось. Имеются сведения об общей длине тела эпишуры и её сезонной и межгодовой динамике у взрослых самок и науплий за 1961-1963 гг., полученные Э.Л. Афанасьевой на большом материале. Другие работы в основном выполнены на ограниченном материале и посвящены проблемам составления определителей [1] и таксономии [10] этого байкальского эндемика.

Вместе с тем, морфологические признаки отражают размеры и форму практически всех органов и оценка их сезонной динамики является очень эффективным подходом в исследовании реакции отдельных организмов и популяции в целом на изменение условий жизни [14, 16].

С другой стороны, в популяционной экологии байкальской эпишуры сейчас накопилось немало спорных вопросов [5, 6, 8, 10]. Эта ситуация, очевидно, является следствием фрагментарности и неполноты имеющихся сведений о популяционной морфологии рачка и факторах, определяющих её сезонную динамику.

Цель – сравнение различий между 2001 и 2004 гг. в целом и оценка повторяемости сезонной динамики количественных морфологических признаков в природной популяции *Epischura baicalensis* Sars из Южного Байкала.

Материалы и методы. Материалом данного исследования стали зоопланктонные пробы, которые отбирали еженедельно в 2001 и 2004 гг. в пелагиали Южного Байкала, на станции №1 НИИ биологии, расположенной в пос. Большие Коты, на расстоянии 2.7 км от берега (51°54`105`` с. ш., 105°04`235`` в. д.) в слое 0-250 м над глубиной 800 м. Отлов осуществляли сетью Джеди с диаметром входного отверстия 37.5 см, ячеи – 0.099 мм [11], после чего организмы наркотизировали карбонизированной водой и фиксировали в 4%-ном растворе формальдегида [10]. Выбор именно этих двух лет определялся параллельным исследованием сезонной динамики возрастной и половой структуры в тот же временной отрезок.

В связи с тем, что морфологический анализ более трудоёмок и требует большей сохранности материала, чем это необходимо для учёта численности зоопланктона, нам необходимо было выбрать только часть гидробиологических зоопланктонных проб для последующего учёта морфологических признаков. При выборе сезонных проб исходили из следующих критериев. Для адекватного описания сезонной динамики по возможности проводили охват всех сезонов активной жизнедеятельности. Для учёта случайной и неконтролируемой вариации в пределах каждого сезона использовали по 2-3 взятых подряд пробы. Учитывая отличия в календаре отбора проб за 2001 и 2004 гг., стремились проанализировать за оба года одни и те же месяцы. Поскольку предварительный анализ сезонных выборок в 2004 году обнаружил более высокую изменчивость морфологических признаков [6, 7], чем ожидалось, было принято решение сократить количество сезонных выборок в 2001 году.

Исходя из этих критериев, морфологическому анализу подвергли 9 сезонных проб 2001 г., охватывающие весну (1 и 22 марта, 30 мая), лето (20 и 28 июня, 7 и 24 июля) и осень (14 и 25 ноября) и 16 сезонных проб 2004 г., вклю-

чающие все сезоны года (10 и 17 марта, 3 мая, 4, 16, 22 июня, 1 июля, 2 и 20 августа, 20 сентября, 15, 22, 28 октября, 25 ноября, 17 и 28 декабря). В каждой сезонной пробе морфологические признаки оценивали у 50 взрослых самок. Всего было исследовано 1250 особей.

При выборе морфологических признаков исходили из следующих критериев: учёт мерных и счётных признаков, использование признаков с различной физиологической специализацией и различным местонахождением на теле организма. Эти критерии вполне согласуются с принципами выбора и учёта морфологических признаков, применяющихся в популяционных исследованиях [15, 17, 18].

Морфологический анализ включал оценку 4 мерных и 1-го счётного признаков (рис. 1): длина цефалоторакса (ДЦФ); длина 5-й пары плавательных ног (ДПН); длина 5-го сегмента антеннулы (5СА); длина 6-го сегмента антеннулы (6СА); число щетинок на 5-м и 6-м сегментах антеннулы (ЩА). Признак ДЦФ, представляя собой важнейший компартмент тела ракообразного, тесно связан с общими размерами тела, ДПН является копулятивным органом у взрослых особей обоего пола. Антеннулы у эпишуры являются локомоторным органом рачка, у взрослых самцов они играют важную роль в репродуктивном поведении [9]. Щетинки на антеннулах у ракообразных, как и соответствующие морфологические структуры у насекомых [4], являются хеморецепторами.

Рисунок 1 – **Исследованные морфологические признаки *Epischura baicalensis* Sars. Примечание: 1 – длина цефалоторакса; 2 – длина 5-й пары плавательных ног; 3 – длина 5-го сегмента антеннулы; 4-длина 6-го сегмента антеннулы; 5 – число щетинок на 5-м и 6-м сегментах антеннулы.**

Все билатеральные признаки оценивались с левой и правой сторон тела, за варианту принимали сумму измерений (подсчётов) признака на особь. Все измерения (подсчёт) проводили под микроскопом марки “Carl Zeiss Jena” при увеличении 10×6.3 в единицах шкалы окуляр-микрометра.

Статистический анализ включал два этапа обработки. Для сравнения общих различий между годами (первый этап) использовали средние арифметические, CV и статистическую группировку данных [12] с целью выявления и по-

следующего сравнения годовой динамики фенотипической структуры. Для оценки повторяемости сезонной динамики в 2001 и 2004 гг. (второй этап) вначале проводили оценку достоверности сезонной динамики с помощью однофакторного дисперсионного анализа с последующим выделением статистически отличных групп сезонных выборок с помощью метода редукции выборки [2, 5]. Затем – оценивали фенотипическую структуру у статистически отличающихся групп сезонных проб. Всю статистическую обработку проводили с помощью программы Microsoft Excel 2007 © Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation).

Результаты и обсуждение. Как видно из таблицы 1, средние ДПН, 5СА и ЩА выше в 2004, по ДЦФ различия отсутствуют, а по 6СА больше в 2001 г. Изменчивость ДПН выше в 2001, а по 6СА – в 2004 гг., по остальным признакам достоверные различия отсутствуют. Сравнивая изменчивость разных признаков можно заметить, что максимальные значения обнаружили ДЦФ и ДПН – мерные признаки, а минимальные – ЩА – счётный признак, что, вероятно, связано с высокой консервативностью последнего. Изменчивость 5СА значительно выше, чем 6СА, что может свидетельствовать о значительной метамерной изменчивости антеннул у байкальской эпишуры.

Таблица 1 – **Средние и CV количественных морфологических признаков *E. baicalensis* из природной популяции Южного Байкала в 2001 и 2004 гг.**

Признаки	Показатели			
	среднее		CV	
	годы			
	2001	2004	2001	2004
ДЦФ	2.99±0.022	2.99±0.016	15.67±0.522	15.09±0.377
ДПН	4.26±0.033	4.37±0.021	16.31±0.544	13.45±0.336
5СА	0.66±0.004	0.67±0.003	14.10±0.470	14.44±0.361
6СА	0.78±0.004	0.76±0.003	9.68±0.323	12.25±0.306
ЩА	7.62±0.037	7.65±0.027	10.43±0.348	9.90±0.247

Примечание: размер выборки в 2001 г. всегда 450, в 2004 г. – 800 особей.

Для оценки фенотипической структуры за варианту брали индивидуальный показатель каждой особи, таким образом, выборка 2001 г. насчитывала 450 вариант, а 2004 г. – 800 вариант. Все данные за оба года по каждому признаку объединяли в единый массив с последующей оценкой количества классов по общей шкале [3, 5]. Оказалось (рис. 2), что признак 5ПН обладает 6-ю фенотипическими классами (классовый интервал 0.16), ДФЦ – 5-ю (классовый интервал 0.5). Эти два признака являются классическими мерными с непрерывным распределением, поэтому в этом случае классы выделяли с учётом обычных статистических принципов [13]. Признаки 5СА и 6СА обладали пятью фенотипическими классами, т.к. классовый интервал оказался равным минимальной разнице между вариантами (0.1), поэтому характер изменчивости этих мерным признаков в нашем исследовании был аналогичен дискретным признакам и в каждый класс попадали особи с одним и тем же значением. Признак ЩА –

классический счётный с классовым интервалом – 1. Исходно по нему было получено 8 классов в соответствии с дискретным проявлением признака, однако крайние классы с очень большим и очень малым числом щетинок включали менее 1-2% вариант от всей совокупности данных, поэтому их объединили с соседними классами и получили 4 фенотипических класса.

Рисунок 2 – **Годовая динамика фенотипической структуры по количественным морфологическим признакам *E. baicalensis*.**
Примечание: А – ДЦФ, Б – ДПН, В – 5СА, Г – 6СА, Д – ЩА; в легенде приведены границы классов

Использование критерия хи-квадрат показало, что по всем изученным признакам, кроме ДЦФ, наблюдаются межгодовые различия по фенотипической структуре, что вполне согласуется с результатами сравнения средних арифметических.

Как видно из рисунка 2, межгодовые различия в фенотипической структуре значительно менее существенны различий между признаками. Так, для признаков ДЦФ и ДПН характерно типичное нормальное распределение частот фенотипических классов с выраженной модой, особи в которой имеют промежуточные значения признаков. Это классические мерные признаки с большей адаптивной ценностью. Признаки 5СА, 6СА и ЩА характеризуется принадлежностью от 60 до 90% всех особей к одному мощному модальному классу с мелкими (5СА) и крупными (6СА и ЩА) значениями признака. Кроме того, специфичным для распределения этих признаков в 2001 г. является ярко выраженная бимодальность, т.е. наличие в распределении значительных частот фенотипов с мелкими и крупными значениями признаков и очень незначительное, вплоть до полного отсутствия количеством фенотипов с промежуточными значениями. Такой характер распределения типичен для признаков с дискретной

изменчивостью, которые слабо связаны с общими размерами тела.

Таким образом, выбранные нами признаки показывают достаточно разнообразную картину при сравнении данных разных лет. Это подтверждает правильность использованных критериев подбора признаков для исследования, так как позволяет охарактеризовать разнообразные сценарии сезонной динамики количественных морфологических признаков и обобщить причинно-следственные связи межгодовых различий.

Следовательно, для получения информации, объясняющей полученный спектр межгодовых различий, необходимо провести анализ сезонной динамики исследованных количественных морфологических признаков.

Как видно из таблицы 2, однофакторный дисперсионный анализ показал отсутствие достоверной сезонной динамики только в двух случаях: 5СА и ЩА за 2001 г., во всех остальных случаях она имела место. Использование критерия хи-квадрат показало отсутствие сезонной динамики фенотипической структуры также в двух случаях: 5СА и 6СА за 2001 г.

Таблица 2 – **Дисперсионный анализ количественных морфологических признаков *E. baicalensis* из природной популяции Южного Байкала в 2001 и 2004 гг.**

Признак	Год	Источник изменчивости	SS	df	MS	F
ДЦФ	2001	Общая	29.8	8	3.72	23.78***
		Проба	69.0	441	0.16	
		Случайная	98.8	449		
	2004	Общая	39.8	15	2.65	16.87***
		Проба	123.3	784	0.16	
		Случайная	163.1	799		
ДПН	2001	Общая	58.53	8	7.32	20.35***
		Проба	158.57	441	0.36	
		Случайная	217.10	449		
	2004	Общая	39.48	15	2.63	8.71***
		Проба	236.80	784	0.30	
		Случайная	276.28	799		
5СА	2001	Общая	0.12	8	0.01	1.71
		Проба	3.73	441	0.01	
		Случайная	3.85	449		
	2004	Общая	0.53	15	0.04	3.95***
		Проба	6.95	784	0.01	
		Случайная	7.48	799		
6СА	2001	Общая	0.10	8	0.01	2.25*
		Проба	2.44	441	0.01	
		Случайная	2.54	449		
	2004	Общая	0.67	15	0.04	5.60***
		Проба	6.21	784	0.01	
		Случайная	6.88	799		
ЩА	2001	Общая	4.46	8	0.56	0.88
		Проба	279.32	441	0.63	
		Случайная	283.78	449		
	2004	Общая	19.80	15	1.32	2.36**
		Проба	438.20	784	0.56	
		Случайная	458.00	799		

Примечание: * - P<0.05, ** - P<0.01, *** - P<0.001.

Использование метода редукции выборки в большинстве случаев привело к выделению трёх типов сезонных выборок: с мелким (М), промежуточным (П) и крупным (К) размером признака. По 6СА в 2001 г. и ЩА в 2004 г. выделено два типа: П и К в первом и М и К – во втором.

По признакам ДЦФ и ДПН отличия между выделенными типами фенотипической структуры заключаются лишь в соотношении фенотипов с мелкими и крупными размерами признаков, фенотипические классы с промежуточными значениями признаков является модальными.

По признакам 5СА, 6СА и ЩА группировка более чётко вскрывает характерное бимодальное распределение признаков для сезонных выборок 2004 г., которое особенно хорошо заметно по 5СА в М и П-классах, а по 6СА в К-типах, т.е. фенотипической структуре, средние значения которой соответствуют моде признака (рис. 3). Интересно, что типы фенотипической структуры по этим признакам в 2004 г., обладающими средними, противоположными моде признака, т.е. К-тип для 5СА и М-тип для 6СА, имели нетипичное для этих признаков нормальное распределение. В этих случаях мода принадлежала фенотипическому классу с промежуточными значениями признака, а частоты классов с мелкими и крупными размерами признаков примерно соответствовали друг другу.

Сравнительный анализ выделенных типов сезонных выборок показывает значительное сходство между годами. Следовательно, и в 2001 и в 2004 гг. выделяются одни и те же типы фенотипической структуры по всему комплексу признаков, независимо от степени и характера межгодовых различий. Следовательно, объяснить межгодовые различия можно различными сценариями сезонной динамики фенотипической структуры в разные годы, в частности, последовательностью смены основных типов структуры в течение смены сезонов года, количества и продолжительности сезонных циклов в течение года.

Наиболее чётко сезонная динамика трёх выделенных нами типов фенотипической структуры прослеживается по ДЦФ и ДПН. Так, М-тип доминирует весной, К-тип – летом и осенью, а П-тип – зимой, поздней осенью и, иногда, летом. Анализ фенотипической структуры показывает, что переход между различными типами структуры происходит за счёт перегруппировки соотношения особей в классах с мелкими и крупными размерами признака. Модальным в этом случае являются классы с промежуточными размерами признака, при этом количество особей в них меняется незначительно.

Для признаков 5СА, 6СА и ЩА сезонная динамика не выражена: в 2001 г сезонные различия чаще всего статистически недостоверны, в 2004 г. не имеют каких-либо чётких тенденций. Вместе с тем, большинство типов фенотипической структуры, выделенных у этой категории признаков, обнаруживают бимодальное распределение, слабо меняющееся от сезона к сезону. Два случая нормального распределения К-тип для 5СА и М-тип для 6СА в 2004 г. встречались лишь в 3-х сезонных пробах. Интересно, что по обоим признакам эти пробы почти совпадали в датах и приходились на март, сентябрь-октябрь и декабрь, т.е. при весенней и осенней гомотермии и зимней диапаузе – неблагоприятные периоды года для эпишуры.

Таблица 3 – **Сезонная динамика количественных морфологических признаков *E. baicalensis* из природной популяции Южного Байкала в 2001 и 2004 гг.**

Признак	Год	Класс проб	N	Среднее	Сезон года
ДЦФ	2001	М	150	2.68±0.028	весна
		П	200	3.04±0.029	лето, осень
		К	100	3.36±0.045	лето
	2004	М	200	2.67±0.024	весна, лето
		П	400	3.03±0.020	все сезоны
		К	200	3.24±0.033	осень
ДПН	2001	М	150	3.84±0.046	весна
		П	100	4.22±0.056	осень
		К	200	4.60±0.047	лето
	2004	М	100	3.97±0.052	весна
		П	450	4.32±0.026	все сезоны
		К	250	4.63±0.035	лето, осень
5СА	2001	П	450	0.66±0.004	все сезоны
	2004	М	200	0.63±0.006	весна, лето
		П	450	0.68±0.005	лето, осень
		К	150	0.70±0.008	все сезоны
6СА	2001	П	350	0.77±0.004	все сезоны
		К	100	0.80±0.011	лето
	2004	М	150	0.71±0.008	все сезоны
		П	550	0.76±0.004	лето
		К	100	0.80±0.011	осень
ЩА	2001	R	450	7.62±0.037	все сезоны
	2004	П	50	7.24±0.173	весна
		К	750	7.68±0.026	все сезоны

Таким образом, на основании сделанных нами наблюдений, можно сделать вывод, что динамика сезонных условий жизни практически не влияет на бимодальное распределение особей с короткими и длинными сегментами, а также с малым и большим числом антеннуальных щетинок. Наличие чёткого перерыва в распределении признаков, вызванное очень незначительным количеством особей с промежуточными значениями, в соответствии с фенетическим подходом [13, 19] даёт основание полагать, что фенотипическая структура по данным признаков в значительной степени определяется влиянием селекционно-генетических факторов.

Выводы

- при сравнении межгодовых различий каких-либо общих тенденций по всему комплексу количественных морфологически признаков не выявлено

- признаки ДЦФ и ДПН обнаруживают классическое нормальное распределение и повторяющийся в 2001 и 2004 гг. ход сезонной динамики: весной больше особей с мелкими размерами признаков, летом и осенью – с крупными, а зимой и поздней осенью наблюдается приблизительное равновесие мелких и крупных, особи с промежуточными размерами признаков доминируют в течение всего года.

- признаки 5СА, 6СА и ЩА обнаруживают бимодальное распределение: доминирование особей с малыми и большими размерами (числом) признаков при незначительном количестве особей с промежуточными размерами призна-

ков, закономерная сезонная динамика отсутствует

- фенотипическая структура ДЦФ и ДПН определяется преимущественно сезонной динамикой условий жизни, по 5СА, 6СА и ЩА – в значительной мере – влиянием генетических факторов.

Ключевые слова: Длина цефалоторакса, 5-я пара плавательных ног, длина 5го и 6-го сегментов антеннулы, число антеннуальных щетинок, фенотиипическая структура, Южный Байкал, сезонная динамика, популяция, морфологические признаки.

Key words: Cephalothorax length, length of 5th pair of swimming legs, 5th and 6th antennual segments length, number antennual bristles, phenotypic structure, Southern Baikal, seasonal dynamics, population, morphological traits.

Список литературы

1. *Афанасьева Э.Л.* Биология байкальской эпишуры / *Э.Л. Афанасьева* – Новосибирск: Наука, 1977. – 144 с.

2. Генотипическая структура природной популяции дафнии по фенотипической реакции особей на изменение количества корма / Е.Л. Ермаков [и др.] // Генетика. 2010, Т. 46, № 2. – С. 239-248.

3. *Гречаный Г. В.* Популяционная структура дрозофилы по количественным мерным признакам и ее сезонное изменение / Г.В. Гречаный, Е.Л. Ермаков, И.А. Сосунова // Журн. общей биологии. 2004, Т. 65. №. 1. – С. 39-51.

4. *Ермаков Е.Л.* Сезонная динамика структуры природной популяции *Drosophila melanogaster* Mg. по количественным морфологическим признакам: Дисс. … канд. биол. наук / *Е.Л. Ермаков*. – Иркутск. – 2000. – 236 с.

5. *Ермаков Е.Л.* Оценка сезонной динамики численности и возрастной структуры южно-байкальской природной популяции *Epischura baicalensis* Sars с использованием дисперсионного анализа / *Е.Л. Ермаков* // Сибир. экол. журн. 2011, Т. 18, № 1. – С. 51-58.

6. *Ермаков Е.Л.* Сезонная динамика количественных мерных морфологических признаков *Epischura baicalensis* в южнобайкальской природной популяции / *Е.Л. Ермаков, О.О. Русановская* // Изв. ИГУ, Сер. “Биология. Экология”. 2010, Т. 3, № 1. – С. 86-91.

7. *Ермаков Е.Л.* Сезонная динамика изменчивости количественных морфологических признаков *Epischura baicalensis Sars* в южно-байкальской природной популяции / *Е.Л. Ермаков, О.О. Русановская* // Наукові записки Тернопільського націон. пед. уні. ім. Володимера Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. вип.: Гідроекологія. 2010, Т. 43, № 2 – С. 175-177.

8. *Ермаков Е.Л.* Влияние трофических условий на сезонную динамику популяционной структуры и численности в южно-байкальской природной популяции *Epischura baicalensis Sars / Е.Л. Ермаков, О.О. Русановская, Г.И. Кобанова* // Изв. ИГУ, Сер. “Биология. Экология”. 2009, Т. 2, № 2. –С. 87-90.

9. *Кожов М. М.* Биология озера Байкал / *М. М. Кожов*. – М.: АН СССР, 1962. – 315 с.

10. *Наумова Е.Ю.* Жизненные циклы и морфология представителей рода *Epischura Forbes, 1882 (Copepoda: Calanoida)*: Автореф. дис. … канд. биол. наук / *Е.Ю. Наумова*. – Иркутск, 2006. – 23 с.

11. *Павлов Б. К.* Оценка состояния популяций *Epischura baicalensis* Sard в озере Байкал при осуществлении экологического мониторинга / *Б. К. Павлов, Е. В. Пислегина* // Матер. 1-го Междунар. Симп.: “Байкал. Современное состояние поверхностной и подземной гидросферы горных стран”. − Новосибирск: Наука, 2004. − С. 120-123.

12. *Рокицкий П. Ф.* Биологическая статистика / *П. Ф. Рокицкий*. – Минск: Вышэйш. шк., 1973. – 320 с.

13. *Яблоков А.В.* Состояние исследований и некоторые проблемы фенетики популяций / *А.В. Яблоков* // В сб.: Фенетика популяций. - М.: Наука, 1982. - С. 3-14.

14. *Belmonte G.* Copepod fauna (Calanoida and Cyclopoida) in small ponds of the Pollino National Park (South Italy), with notes on seasonality and biometry of species / *G. Belmonte, G. Alfonso, S. Moscatello* // J. Limnol. 2006, Vol. 65, № 2. – P. 107-113.

15. Ecological and biological notes on the brine shrimp Artemia (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) from Carmen Island, Baja California Sur, Mexico / [G. A. Rodrıгguez-Almaraz et al.] //

Hydrobiologia. 2006, Vol. 560. – P. 417-423.

16. Morphological analysis of some cryptic species in the *Acanthocyclops vernalis* species complex from North America / [Dodson S. I. et al.] // Hydrobiologia. 2003, Vol. 500. – P. 131-143.

17. Pilla E. J. S. Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of *Artemia* (the brine shrimp) / E.J.S. Pilla, J. A. Beardmore // Heredity. 1994, Vol. 73. – P. 47-56.

18. Population features of *Microphrys bicornutus* Latreille, 1825 (Brachyura, Majidae) from Isla Margarita, Venezuela // Hydrobiologia. 2000, Vol. 439. – P. 151-159.

19. Soule M.E. Phenetics of natural populations / M.E. Soule // Amer. Natur. 1967, Vol. 101. – P. 141-160.

References

1. Afanas'eva Je. L. *Biologija bajkal'skoj jepishury* / Je. L. Afanas'eva. – Novosibirsk : Nauka, 1977, 144 p.

2. *Genotipicheskaja struktura prirodnoj populjacii dafnii po fenotipicheskoj reak-cii osobej na izmenenie kolichestva korma* / E.L. Ermakov [i dr.] // Genetika, 2010, vol. 46, no. 2, pp. 239-248.

3. Grechanyj G. V. *Populjacionnaja struktura drozofily po kolichestvennym mernym priznakam i ee sezonnoe izmenenie* / G.V. Grechanyj, E.L. Ermakov, I.A. Sosunova // Zhurnal obwej biologii, 2004, vol. 65. no. 1, pp. 39-51.

4. Ermakov E.L. *Sezonnaja dinamika struktury prirodnoj populjacii Drosophila melanogaster Mg. po kolichestvennym morfologicheskim priznakam*: Diss. … kand. biol. nauk / E.L. Ermakov. – Irkutsk, 2000, 236 p.

5. Ermakov E.L. *Ocenka sezonnoj dinamiki chislennosti i vozrastnoj struktury juzhnobajkal'skoj prirodnoj populjacii Episshura baisalensis Sars s ispol'zovaniem dispersionnogo analiza* / E.L. Ermakov // Sibir. jekol. Zhurn, 2011, vol.18, no.1, pp. 51-58.

6. Ermakov E.L. *Sezonnaja dinamika kolichestvennyh mernyh morfologicheskih pri-znakov Epischura baicalensis v juzhnobajkal'skoj prirodnoj populjacii* / E.L. Ermakov, O.O. Rusanovskaja // Izv. IGU, Ser. "Biologija. Jekologija", 2010, vol. 3, no.1, pp. 86-91.

7. Ermakov E.L. *Sezonnaja dinamika izmenchivosti kolichestvennyh morfologicheskih priznakov Episshura baisalensis Sars v juzhno-bajkal'skoj prirodnoj populjacii* / E.L. Ermakov, O.O. Rusanovskaja // Naukovi zapiski Ternopil's'kogo nacion. ped. uni. im. Volodimera Gnatjuka. Serija: Biologija. Spec. vip.: Gidroekologija, 2010, vol. 43, no. 2, pp. 175-177.

8. Ermakov E.L. *Vlijanie troficheskih uslovij na sezonnuju dinamiku populjacionnoj struktury i chislennosti v juzhno-bajkal'skoj prirodnoj populjacii Epischura baicalensis Sars* / E.L. Ermakov, O.O. Rusanovskaja, G.I. Kobanova // Izv. IGU, Ser. "Biologija. Jekologija", 2009, vol. 2, no.2, pp. 87-90.

9. Kozhov M. M. *Biologija ozera Bajkal* / M. M. Kozhov. – M.: AN SSSR, 1962, 315 p.

10. Naumova E.Ju. *Zhiznennye cikly i morfologija predstavitelej roda Epischura Forbes, 1882 (Copepoda: Calanoida)*: Avtoref.dis.kand. biol. nauk / E.Ju. Naumova. – Irkutsk, 2006, 23 p.

11. Pavlov B. K. *Ocenka sostojanija populjacij Epischura baicalensis Sard v ozere Baj-kal pri osuwestvlenii jekologicheskogo monitoringa* / B. K. Pavlov, E. V. Pislegina // Ma-ter. 1-go Mezhdunar. Simp.: "Bajkal. Sovremennoe sostojanie poverhnostnoj i podzemnoj gidrosfery gornyh stran". – Novosibirsk: Nauka, 2004, pp. 120-123.

12. Rokickij P. F. *Biologicheskaja statistika* / P. F. Rokickij. – Minsk: Vyshjejsh. shk., 1973, 320 p.

13. Jablokov A.V. *Sostojanie issledovanij i nekotorye problemy fenetiki populja-cij* / A.V. Jablokov // V sb.: Fenetika populjacij. - M.: Nauka, 1982, pp. 3-14.

14. Belmonte G. *Copepod fauna (Calanoida and Cyclopoida) in small ponds of the Pollino National Park (South Italy), with notes on seasonality and biometry of species* / G. Belmonte, G. Alfonso, S. Moscatello // J. Limnol, 2006, vol. 65, no.2, pp. 107-113.

15. *Ecological and biological notes on the brine shrimp Artemia (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) from Carmen Island, Baja California Sur, Mexico* / [G. A. Rodrirguez-Almaraz et al.] // Hydrobiologia, 2006, vol. 560, pp. 417-423.

16. *Morphological analysis of some cryptic species in the Acanthocyclops vernalis species complex from North America* / [Dodson S. I. et al.] // Hydrobiologia, 2003, vol. 500, pp. 131-143.

17. Pilla E. J. S. *Genetic and morphometric differentiation in Old World bisexual species of Artemia (the brine shrimp)* / E.J.S. Pilla, J. A. Beardmore // Heredity, 1994, vol. 73, pp. 47-56.

18. *Population features of Microphrys bicornutus Latreille, 1825 (Brachyura, Majidae) from Isla Margarita, Venezuela* // Hydrobiologia, 2000, vol. 439, pp. 151-159.

19. Soule M.E. *Phenetics of natural populations* / M.E. Soule // Amer. Natur, 1967, vol. 101, pp. 141-160.

UDC 575.23:582.951.4

Summary

COMPARATIVE ANALYSIS OF SEASONAL DYNAMICS OF NATURAL POPULATIONS OF *EPISCHURA BAICALENSIS* SARS FROM SOUTHERN BAIKAL ACCORDING TO ITS QUANTITATIVE MORPHOLOGICAL TRAITS IN 2001 AND 2004

Ermakov E.L., Rusanovskaya O.O.

The comparative analysis of seasonal dynamics of the length of cephalothorax (LC), the length of the 5th pair of swimming legs (LSL), the length of the 5th and 6th segments of the antennule (5SA and 6SA, respectively) and the number of antenatal bristles (NAB) in the natural population of *Epischura baicalensis Sars* from southern Lake Baikal has been conducted in 2001 and 2004. It was found that the phenotypic structure of LC and LSL has a normal distribution, dominance of species with intermediate sizes of signs and repeated seasonal dynamics over the course of two years. The features of 5SA, 6SA, and NAB have a bimodal distribution: the dominance of species with small and large size (number) of features, regular seasonal dynamics is absent.

Сведения об авторах:

Ермаков Евгений Леонидович - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952)324386, e-mail: ermakov_eugeny@mail.ru).

Русановская Ольга Олеговна - аспирант очного отделения. Иркутский государственный университет (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: live.oly@mail.ru).

Information about the authors:

Ermakov Evgeny L. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952)324386, e-mail: ermakov_eugeny@mail.ru).

Rusanovskaya Olga O. - PhD student, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: live.oly@mail.ru).

УДК (57.2)(285.2):574.583

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ РОДА *AULACOSEIRA* В БАЙКАЛЕ

Л.Р. Изместьева, С.В. Шимараева

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Представлены результаты анализа многолетней изменчивости численности эндемичных диатомовых водорослей. Данные получены с 1951 по 2010 гг. в трофогенном слое (0-50 м) на постоянной пелагической станции, расположенной в Южном Байкале против пос. Большие Коты, на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м (51°52'48" с.ш., 105°05'02" в.д.). Охарактеризована сезонная и межгодовая динамика максимальной численности и частоты встречаемости *Aulacoseira baicalensis* и *Aulacoseira skvortzowi*. В многолетней динамике численности вида *A. baicalensis* наблюдается отрицательный линейный тренд. Установлено, что четкой периодичности в межгодовой динамике рассматриваемых видов не наблюдается.

Цель работы – исследование многолетней динамики численности эндемичных диатомовых водорослей рода *Aulacoseira* в Байкале

Объекты исследования, результаты и их обсуждение

Рассмотрена многолетняя изменчивость численности эндемичных (*Aulacoseira baicalensis*, *Aulacoseira skvortzowi)* диатомовых водорослей в Байкале по максимальным в месяце значениям. Данные получены в период с 1951 по 2010 гг. на постоянной пелагической станции, расположенной в Южном Байкале против пос. Большие Коты, на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м (51°52'48" с.ш., 105°05'02" в.д.). Анализ проведен по пробам, отобранным в слое 0-50 м, который в Байкале практически является трофогенным.

Aulacoseira baicalensis – эндемичный байкальский вид диатомовых водорослей. Ранее [1, 2] было установлено, что наиболее интенсивно этот вид развивается в подледный период, создавая в некоторые годы численность, составляющую более миллиона кл./л. Такие годы с массовым развитием *A. baicalensis* и некоторых других видов этого рода, по прежнему названию рода – *Melosira* – были названы мелозирными [1]. По наблюдениям, проведенным в 50-60-е годы (по 10-15-20-летним рядам наблюдений), было установлено, что массовые вспышки численности *A. baicalensis* наблюдаются с довольно строгой периодичностью – через 2-3 года [3].

Поскольку в нашем распоряжении имеется ряд наблюдений с 1951 по 2010 гг., мы провели анализ изменчивости численности *A. baicalensis* и *A. skvortzowii* по первичным материалам, вне зависимости от того, какие выводы были сделаны ранее по более коротким рядам на основе этих материалов.

Всего в слое 0–50 м за период 1951-2010 гг. отобрано и просчитано 8709 проб, из которых *A. baicalensis* встречалась в 3620 пробах. Таким образом, частота встречаемости этого вида составляет около 40%. Частота встречаемости сильно варьирует по годам – от 0 (полного отсутствия) до 93% (практически круглогодичного присутствия в толще воды) (рис. 1).

Рисунок 1 – **Динамика частоты встречаемости *Aulacoseira baicalensis* в 1951-2010 гг. в слое 0–50 м. Южный Байкал, ст. № 1.**

Прямые линии на этом и других аналогичных графиках показывают среднее многолетнее значение плюс-минус среднее квадратичное отклонение (m±δ), а также линейный тренд.

Динамика частоты встречаемости испытывает отчетливый статистически значимый (p = 0.009) линейный отрицательный тренд с долей объясненной вариации 0.17. Кроме линейного тренда, динамика изменчивости частоты встречаемости *A. baicalensis* с еще большей долей объясненной вариации (R^2=0.33) описывается полиномом 6-ой степени. Полином выделяет 3 периода спада частоты встречаемости и 3 периода ее увеличения (рис. 1). Наиболее отчетливо прослеживаются 2 периода подъема и спада. Первый период увеличения частоты встречаемости наблюдался с середины 50-х до середины 60-х годов. В этот период не наблюдалось случаев полного отсутствия водорослей в течение годового цикла. С середины 60-х до начала 80-х частота встречаемости снижается, в некоторые годы, в частности в 1977 г., мы впервые наблюдаем отсутствие *A. baicalensis* в толще воды в течение всего года. С начала и до конца 90-х годов наблюдается повышение частоты встречаемости. За этим периодом с конца 90-х годов до 2007 г. вновь следует период снижения частоты встречаемости. В этот период частота встречаемости крайне низка, а в некоторые годы *A. baicalensis* практически выпадает из состава альгоценоза. В настоящее время наметилось увеличение частоты встречаемости *A. baicalensis*, но насколько продолжительным будет этот период, пока судить трудно.

Среднемноголетняя частота встречаемости (m), как уже было сказано ранее, составляет около 40%. Если воспользоваться в качестве критерия изменчивости значением m±σ (см. рис.1), оказывается, что за пределы значения m+σ частота встречаемости выходит в 1951, 1953, 1957, 1960, 1961, 1963, 1964, 1968, 1991, 1992, 1994, 2007 гг. Видно, что в 1951–1968 гг. частота встречаемости была очень высокой каждые 2–4 года, наблюдались случаи, когда она была высокой два года подряд – это 1960–1961 гг., а также 1963–1964 гг. После 1968 г. последовал длительный перерыв в 23 года, когда частота встречаемости не выходили за пределы m±σ, вслед за этим высокие значения наблюдалась два года подряд, после чего вновь последовал длинный перерыв в 13 лет. Как видно из этих данных, четкой периодичности в частоте встречаемости *A. baicalensis* не наблюдается.

Для оценки вариации частоты встречаемости по сезонам года мы также рассмотрели весь ряд наблюдений, с 1951 по 2010 гг. – выбрали все данные за январь, февраль и т.д., а затем отнесли их к общему числу проб в эти же месяцы за весь период. Как и следовало ожидать, частота встречаемости *A. baicalensis* так же, как и по годам, варьирует по сезонам года. Водоросли этого вида присутствуют в толще воды во все месяцы. Наиболее часто они встречаются в мае – в 70% проб, а наиболее редко – в августе, в 23% проб. Максимальная частота встречаемости превышает, таким образом, минимальную в 3 раза. Увеличение частоты встречаемости начинается в марте, продолжается в апреле, еще подо льдом, после вскрытия водоема, в мае и июне она продолжает увеличиваться. В июле–августе, с наступлением летнего прогревания и установлением прямой термической стратификации, частота встречаемости *A. baicalensis* снижается, а

затем вновь увеличивается в осенние месяцы с началом осенней гомотермии и последующим периодом обратной температурной стратификации. Таким образом, по частоте встречаемости этот вид можно отнести к весеннему–раннелетнему комплексу, развивающемуся в конце подледного периода и сразу после вскрытия водоема, т.е. в периоды интенсивной весенней турбуленции водных масс и установления весенней гомотермии.

Численность *A. baicalensis* крайне изменчива, в целом по всей выборке она изменяется от 7 кл./л до 2.01 млн. кл./л, соответственно, коэффициент вариации численности очень велик и составляет 480%. Межгодовые изменения численности мы рассмотрели по логарифмам максимальных в году значений, вне зависимости от того, в каком месяце и на какой глубине они зарегистрированы.

Оказалось, что межгодовая динамика численности – это колебательный процесс и годы с более высокими значениями чередуются с годами низкой численности (рис. 2).

Рисунок 2 – **Межгодовая изменчивость максимальных в году значений численности *Aulacoseira baicalensis* в слое 0–50 м в 1951–2010 гг. Южный Байкал, ст. №1.**

Для *A. baicalensis* обнаружен отрицательный статистически значимый (p=0.0035) линейный тренд с долей объясненной вариации 0.17. Динамику изменчивости максимальных значений так же, как и динамику частоты встречаемости, лучше всего описывает полином 6 степени, доля объясненной вариации этой зависимости 0.24. Полином 6 степени выделяет те же периоды подъемов и спадов максимальной численности, как и частоты встречаемости. За пределы m+δ численность *A. baicalensis* выходила в 1953, 1955, 1960, 1961, 1964, 1968, 1971, 1974, 1982, 1994, 1997, 2007 гг. Промежутки между годами с высокой численностью составили соответственно 2, 5, 1, 3, 4, 3, 3, 8, 12, 3 и 10 лет. Хорошо видно, что четкой периодичности в появлении высоких значений численности *A. baicalensis* не существует. Рассмотрев более подробно периодичность появления высоких значений численности *A. baicalensis,* с учетом не только года, но и месяца появления значений, выходящих за пределы m+δ, получили ре-

зультаты, представленные в таблице 1.

Промежуток времени между появлением высоких значений изменялся в исследуемый период от 7 до 120 месяцев, причем промежуток этот с 1950-х годов до настоящего времени увеличивается.

Таблица 1 – **Характеристика максимумов численности *Aulacoseira baicalensis.* Южный Байкал, 1951–2010 гг.**

Год	Месяц	Численность, тыс. кл./л	Промежуток времени между предыдущим и последующим максимумом численности, мес.
1953	Апрель	2012.43	
1955	Июнь	125.93	26
1960	Сентябрь	282.45	63
1961	Апрель	168.00	7
1961	Декабрь	919.00	8
1964	Апрель	580.85	28
1968	Апрель	136.8	48
1971	Май	49.2	37
1974	Май	140.51	36
1982	Июнь	311.85	97
1990	Июнь	68.08	96
1994	Май	192.41	47
1997	Май	131.02	36
2007	Май	67.75	120

Второй рассмотренный нами представитель рода *Aulacoseira* – *Aulacoseira skvortzowii*. Всего в слое 0-50 м за период 1951-2010 гг. *A. skvortzowii* встречалась в 1665 пробах. Таким образом, частота встречаемости этого вида составляет около 20%, что в два раза меньше, чем частота встречаемости *A. baicalensis*. Она сильно варьирует по годам – от 0 (полного отсутствия в пробах) до 60% (рис. 3).

Рисунок 3 – **Динамика частоты встречаемости *Aulacoseira skvortzowii* в слое 0–50 м в 1951–2010 гг. Южный Байкал, ст. № 1.**

Динамика частоты встречаемости *A. skvortzowii* не испытывает какого-либо тренда. В отличие от *A. baicalensis,* не выявлено и каких-либо периодов спадов и подъемов частоты встречаемости этого вида.

Если воспользоваться в качестве критерия изменчивости значением m±σ (рис. 3), оказывается, что за пределы значения m+σ частота встречаемости выходит в 1953, 1957, 1961, 1964, 1968, 1976, 1979, 1990, 1991, 2002 и 2007 гг. Видно, что в 1953–1968 гг. частота встречаемости была очень высокой каждые 3–4 года. С 1968 по 1979 г. промежуток составил 8 лет. Особенно длительный промежуток времени, когда данный вид встречался крайне редко, составил 11 лет и наблюдался с 1979 по 1990 г. Годы, когда частота встречаемости выходила за пределы значения m +σ два раза подряд – это 1990 и 1991 гг. После 1991 г. частота встречаемости выходила за пределы m+σ только в 2002 и 2007 гг.

Для оценки вариации частоты встречаемости по сезонам года мы также рассмотрели весь ряд наблюдений. Как и следовало ожидать, частота встречаемости *A. skvortzowii* так же, как и по годам, варьирует по сезонам года. Водоросли этого вида присутствуют в толще воды во все месяцы. Наиболее часто они встречаются в мае – в 46% проб, а наиболее редко – в августе и в сентябре – в 4% проб. Таким образом, максимальная частота встречаемости превышает минимальную более чем в 11 раз. Увеличение частоты встречаемости начинается уже в декабре, продолжается в январе – апреле следующего года подо льдом, после вскрытия водоема в мае частота встречаемости продолжает увеличиваться. Уже в июне, а затем в июле–августе, с наступлением летнего прогревания и установлением прямой термической стратификации, частота встречаемости *A. skvortzowii* снижается, а затем вновь увеличивается в осенние месяцы с началом осенней гомотермии и последующим периодом обратной температурной стратификации. Таким образом, по частоте встречаемости этот вид также можно отнести к весеннему–ранне-летнему комплексу, развивающемуся подо льдом и сразу после вскрытия водоема, т.е. в периоды весенней турбуленции водных масс и установления весенней гомотермии.

Статистический анализ изменчивости численности *A. skvortzowii* мы провели по всем значащим цифрам, т.е. численности во всех пробах из слоя 0-50 м, в которых она встречалась. Численность *A. skvortzowii* так же, как и *A. baicalensis*, крайне изменчива. В период исследований она колеблется от 22 кл./л до 1.23 млн. кл./л. Соответственно, коэффициент вариации численности велик и составляет 298%. Анализ межгодовой изменчивости численности *A. skvortzowii* проведен так же, как и для *A. baicalensis* (рис. 4).

Несмотря на то, что в некоторые годы *A. skvortzowii* отсутствовала в составе альгоценоза – это 1959, 1981 и 2006 гг., какого-либо направленного тренда в межгодовых изменениях численности, в отличие от *A. baicalensis*, не наблюдается. В 1953, 1957, 1964, 1968, 1976, 1979, 1983, 1984, 1990, 1991, 1997, 2000, 2002, 2007, 2010 гг. максимальная численность была равна среднему для всей выборки значению плюс среднее квадратичное (m+δ) или превышала его. Отрезки времени между годами с высокой численностью составили 4, 7, 4, 8, 3, 4, 6, 1, 6, 3, 2, 5 и 3 года соответственно. Эти значения свидетельствуют о том, что четкой периодичности в появлении высоких значений численности

A. skvortzowii также не существует.

Рисунок 4 – **Межгодовая изменчивость максимальных в году значений численности *Aulacoseira skvortzowii* в 1951–2010 гг. Южный Байкал, ст. № 1.**

Годы с низкой численностью, равной или выходящей за пределы m–δ это 1959, 1966, 1970, 1973, 1981, 1992, 2005 и 2006. Отрезки времени между ними составили 7, 4, 3, 8, 11, 13 и 1 год соответственно. Всего за 60-летний период исследований наблюдалось 15 лет с экстремально высокой численностью и 8 лет с экстремально низкой, вплоть до полного отсутствия водорослей этого вида. Численность в остальные годы укладывалась в коридор m±σ.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие **выводы:**

- в многолетней динамике численности вида *A. baicalensis* наблюдается отрицательный линейный тренд;
- многолетняя динамика численности *A. skvortzowii* не испытывает какого-либо тренда;
- четкой периодичности в межгодовой динамике рассматриваемых видов не установлено.

Ключевые слова: Байкал, диатомовые водоросли, межгодовая динамика, частота встречаемости.

Key words: Baikal, diatom algae, interannual dynamics, frequency.

Список литературы

1. *Антипова Н.Л.* Материалы по сезонным и годовым колебаниям численности руководящих форм фитопланктона оз. Байкал / *Н.Л. Антипова, М.М. Кожов* // Тр. ИГУ. 1953. Вып. 7.– С. 63-68.

2. *Кожов М.М.* Биология озера Байкал / *М.М.Кожов* – М.: Изд-во АН СССР, 1962.– С. 208-254.

3. *Кожов М.М.* Очерки по байкаловедению / *М.М.Кожов*– Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1972.– С. 132-140.

References

1. Antipova N.L., Kozhov M.M. *Materialyi po sezonnyim i godovyim kolebaniyam chislennosti rukovodyaschih form fitoplanktona oz. Baykal* / N.L. Antipova, M.M. Kozhov // Tr. Irkut.

University, 1953, vol. 7, pp. 63-68.

2. Kozhov M.M. *Biologiya ozera Baykal* / M.M.Kozhov.– M.: Izd-vo AN SSSR, 1962, pp. 208-254.

3. Kozhov M.M. *Ocherki po baykalovedeniyu* / M.M.Kozhov.– Irkutsk: Vost.-Sib. kn. izd-vo, 1972, pp. 132-140.

UDC (57.2)(285.2):574.583

Summary

LONG-TERM DYNAMICS OF DIATOM ALGAE POPULATION *AULACOSEIRA* IN LAKE BAIKAL

Izmestieva L.R., Shimaraeva S.V.

The results of the analysis of long-term variability in the number of endemic diatom algae are presented. The data were obtained from 1951 to 2010 in the trophogenic layer (0-50 m) on the permanent pelagic stations located in the Southern Baikal against the Bolshie Koty village at the distance of 2.7 km from the coast over the depth of 800 m (51°52'48" N, 105°05'02" E). The seasonal and interannual dynamics of the maximum number and frequency of the occurrence of *Aulacoseira baicalensis* and *Aulacoseira skvortzowi* has been characterized. In the long-term dynamics the population of *A. baicalensis* has a negative linear trend. It has been found that a clear periodicity is not observed in the interannual dynamics of the species.

Сведения об авторах:

Изместьева Любовь Равильевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета. (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

Шимараева Светлана Владимировна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета. (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

Information about the authors:

Izmestieva Lyubov R. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

Shimaraeva Svetlana V. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

УДК 574.633

ОЦЕНКА САПРОБНОСТИ ВОД ЮЖНОГО БАЙКАЛА ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

Г.И. Кобанова, Л.С. Кращук

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Приводятся результаты оценки качества воды Байкала в районе пос. Большие Коты по составу и обилию индикаторных видов фитопланктона методом Пантле и Бука в модификации Сладечека. Анализ альгофлоры в пелагиали Южного Байкала в районе пос. Большие Коты показал, что около половины всех зарегистрированных таксонов водорослей являются индикаторами сапробности. Индикаторные виды отмечены во всех характерных для Байкала группах водорослей. Среди них преобладают β-мезосапробы и олигосапробы, полисапробы отсутствуют. Колебания индексов сапробности соответствуют переходу от олигосапробной зоны самоочищения к β-мезосапробной. Воды пелагиали Южного Байкала характеризуются как вполне чистые.

Фитопланктон, или сообщество видов планктонных водорослей, играет важную роль в крупных водоемах, в том числе и в Байкале. Осуществляемый фитопланктоном процесс продуцирования органического вещества служит источником энергии для развития всех звеньев водных экосистем. Изменения структуры фитопланктона приводят к существенным изменениям структуры всего биотического сообщества экосистемы. Высокая чувствительность водорослей к изменениям окружающей среды позволяет использовать их в качестве индикаторов загрязнения водоемов. Одним из важных показателей загрязнения воды является сапробность, т.е. способность организмов выживать в условиях загрязнения среды органическими веществами. Одни виды существуют только исключительно в чистой воде, другие выдерживают значительные концентрации органических веществ. Для оценки степени органического загрязнения водоемов используется система сапробных организмов по Кольквитцу и Марссону [цит. по 7], основанная на экспериментально установленной зависимости видового состава и численности гидробионтов от концентрации и качественного состава органических веществ, поступающих в водоемы. Эта система развивалась и послужила основой многих последующих систем биологического анализа. В России и странах ближнего зарубежья наиболее широко применяется метод Пантле-Бука в модификации Сладечека [10].

Фитопланктон Байкала достаточно хорошо изучен. В многолетних исследованиях установлены видовой состав, сезонная и межгодовая изменчивость численности и биомассы, особенности пространственного распределения фитопланктона [1, 4, 5, 6, 8, 9, 12 и др.]. Однако альгоиндикации органических загрязнений озера достаточного внимания не уделялось.

Цель данной работы – оценка качества вод пелагиали Южного Байкала по составу и обилию видов фитопланктона, являющихся индикаторами сапробности.

Материал и методы исследований. Анализировали материалы, собранные в круглогодичных наблюдениях на постоянной станции в пелагиали Южного Байкала в 1991, 1997 и 2009 гг. Станция расположена напротив пос. Большие Коты на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м (51°52' с. ш., 105°05' в. д.). Пробы отбирали батометром у поверхности воды и на глубинах 5, 10, 25 и 50 м, фиксировали раствором Утермеля и обрабатывали осадочным методом. В их обработке принимали участие сотрудники Г.И. Кобанова, С.В. Александрова, Н.А. Заусаева.

Оценка уровня сапробности проводилась на основании подсчета индекса сапробности по методу Пантле-Бука в модификации Сладечека [10]. Индексы сапробности рассчитывали по формуле

$$S = \frac{\sum s \cdot h}{\sum h},$$

где S – индекс сапробности водоема или его участка, s – индекс сапробности индикаторного вида, h – частота встречаемости сапробионта в пробе. Значение сапробного индекса для каждого индикаторного вида (s) определялось по спискам сапробных организмов [2, 11].

Результаты и их обсуждение. Анализ альгофлоры в пелагиали Южного Байкала в районе пос. Большие Коты показал, что около половины всех зареги-

стрированных таксонов водорослей являются индикаторами сапробности. Число таксонов водорослей–индикаторов сапробности достигало 48 и соответствовало 49% от общего числа таксонов. В составе показательных таксонов отмечены индикаторы всех зон сапробности, кроме полисапробной (табл. 1). Среди них преобладают β-мезосапробы, которые составляют 52% от общего числа видов-индикаторов сапробности. К олигосапробам относится 36 % таксонов. Ксеносапробы, являющиеся показателями чистых вод, немногочисленны и включают 8%. Малочисленны и индикаторы сильного загрязнения α-мезосапробы, составляющие всего 4%.

Таблица 1 – **Соотношение индикаторных видов водорослей по степени сапробности в фитопланктоне Южного Байкала в районе пос. Большие Коты в слое 0-50 м в 1991, 1997 и 2009 гг.**

Сапробиологическая группа	Степень сапробности видов–индикаторов	Число видов	% от общего числа видов
Ксеносапробы (χ), (s = 0–0.50)		4	8.3
	χ-о	3	6.2
	о-χ	1	2.1
Олигосапробы (о), (s = 0.51–1.50)		17	35.5
	χ-β	1	2.1
	о	8	16.7
	о-β	8	16.7
β-мезосапробы (β), (s = 1.51–2.50)		25	52.0
	β-о	5	10.4
	о-α	4	8.3
	β	13	27.1
	β-α	3	6.2
α-мезосапробы (α), (s = 2.51–3.50)		2	4.2
	α-β	2	4.2
Всего		48	100

Индикаторные виды отмечены во всех характерных для Байкала отделах водорослей (рис 1.). В группу диатомовых, характеризующихся значительным разнообразием (38% от общего числа таксонов-индикаторов), включена водоросль, определенная на световой микроскопии как *Nitzschia acicularis* W. Sm. Эта водоросль интенсивно развивалась в 1991 г. с максимумом численности около 300 тыс.кл.·л$^{-1}$ в марте. Надо отметить, что в результате исследований байкальской *N. acicularis* с помощью электронного микроскопа было обнаружено [9], что ее морфология, согласно монографии К. Краммера и Ланге-Берталота за 1988 г., соответствует *Nitzschia draveillensis* Coste et Ricard. В основу описания этого вида положен мало надежный для световой микроскопии признак. По рисункам, которые неоднозначны у разных авторов, принято, что *N. acicularis* имеет равномерное распределение фибул (ранее килевые точки), в то время как у *N. draveillensis* промежуток между двумя центральными фибулами, в середине которого находится центральный узелок, больше (примерно в два раза).

Рисунок 1 – **Распределение индикаторных видов водорослей по отделам в районе пос. Большие Коты в слое 0-50 м в 1991, 1997 и 2009 гг.**

Позднее, следуя указанной монографии, установлено, что электронно-микроскопические характеристики байкальской ницшии соответствуют также *Nitzschia graciliformis* Lange-Bertalot of Simonsen, описание которой опубликовано раньше, чем *N. draveillensis*. В результате предложено объединить эти два таксона с сохранением видового эпитета *Nitzschia graciliformis*. При этом указывается, что все три названные вида обладают близкой экологий и характерны для эвтрофных водоемов [3]. Поэтому мы оставили за видом прежнюю сапробную характеристику, хотя типовой *N. acicularis* в Байкале пока не найдено.

Из других диатомовых в число массовых видов входит *Synedra acus* Kütz., которая встречалась во все три года исследований круглогодично, а ее максимальная численность приходилась на весенний период и превышала 100 тыс.кл.·л$^{-1}$. Виды с более высокой степенью сапробности *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen var. *granulata, Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen var. *angustissima, Aulacoseira subarctica* (O. Müll.) Haworth встречались редко и в небольшом количестве.

Довольно высокое разнообразие отмечено для зеленых водорослей (25% от общего числа таксонов-индикаторов). Из них в число доминантных по численности видов входила *Koliella longiseta*(Vischer) Hind. f *.longiseta.* В мае 2009 г. ее максимальная численность превышала 500 тыс.кл.·л$^{-1}$. Обычным для Байкала является *Elakatothrix genevensis* (Reverdin) Hind., но его численность мала– до 12 тыс.кл.·л$^{-1}$. В 1991 г. заметную роль в планктоне играл *Monoraphidium contortum*(Thur.) Komar.-Legner. Другие показательные виды этой группы малочисленны в пелагиали озера.

Криптофитовые, золотистые и синезеленые индикаторные водоросли характеризуются невысоким разнообразием (см. рис. 1). Из отдела криптофитовые водоросли в число массовых входил *Rhodomonas pusilla* (Bachm.) Javor. Его максимальная численность наблюдалась в летний и позднелетний периоды. В 1991 г. она составила 200 тыс.кл.·л$^{-1}$, а в 2009 г. была значительно выше и приближалась к 1.3 млн.кл.·л$^{-1}$. Постоянно в зимне-весенний период встречался

олигосапробный вид *Cryptomonas gracilis* Skuja, численность которого не превышала 10 тыс.кл.·л$^{-1}$. Другие виды рода Cryptomonas с более высокой степенью сапробности отмечались в виде случайных особей.

Из золотистых водорослей виды рода Dinobryon встречались в течение почти всего года. Весной еще подо льдом максимальных значений достигал *D. cylindricum* Imh. (до 121 тыс.кл.·л$^{-1}$ в 1991 г.), поздним летом-осенью – *D. sociale* Ehrenb. (до 267 тыс.кл.·л$^{-1}$ в 1997 г.).

Синезеленые ежегодно представлены видами *Anabaena lemmermannii* P. Richt. и *Anabaena flos-aquae* (Lyngb) Bréb. Их развитие приходится на наиболее теплое время, и иногда наблюдаются краткосрочные вспышки развития *A. lemmermannii*. Довольно высокая ее численность зарегистрирована в начале августа 2009 г. (до 606 тыс.кл.·л$^{-1}$).

Из динофитовых и желтозеленых водорослей встречено по одному олигосапробному виду – соответственно *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh. и *Tribonema angustissimum* Pascher.

Суммарная численность индикаторных видов в общей численности фитопланктона достигала 56%, а средняя 30 ± 3%. Явной связи между общей численностью фитопланктона и долей в ней численности индикаторных видов в исследуемые годы не выявлено.

Рассчитанные значения индексов сапробности в слое 0-50 м колебались от 1.30 до 1.95 и соответствовали зонам самоочищения, начиная от олигосапробной до β-мезосапробной [2]. Среднегодовые значения индекса в разные годы близки – 1.56 ± 0.01 в 1991 г., 1.60 ± 0.01 в 1997 г. и 1.59 ± 0.02 в 2009 г. Это может свидетельствовать о стабильных условиях в озере.

Изменения индексов сапробности на разных глубинах водного столба (до 50 м) незначительны. Максимальные и минимальные значения индексов сапробности различались не более чем в 1.3 раза. Максимальные значения регистрировались на разных глубинах. В 1991 г. они чаще (более чем в 50 % случаев) отмечались в верхних слоях воды (0–10 м), в 1997 г. – одинаково часто на всех горизонтах, а в 2009 г. – в нижних слоях (25–50 м). Среднегодовые значения индексов сапробности, рассчитанные для разных глубин, различаются мало – не более чем в 1.1 раза (табл. 2).

Таблица 2 – **Изменения среднегодовых значений индекса сапробности вод Южного Байкала в районе пос. Большие Коты на разных глубинах**

Год	Глубина, м				
	0	5	10	25	50
1991	1.57 ± 0.03	1.58 ± 0.02	1.59 ± 0.02	1.52 ± 0.03	1.53 ± 0.03
1997	1.60 ± 0.01	1.61 ± 0.01	1.61 ± 0.01	1.60 ± 0.01	1.59 ± 0.02
2009	1.57 ± 0.02	1.57 ± 0.02	1.60 ± 0.02	1.59 ± 0.02	1.62 ± 0.02

Мы попытались проследить связь между величиной индексов сапробности и общей численностью фитопланктона. Для этого были рассчитаны средневзвешенные значения индексов сапробности и общей численности фитопланктона в верхнем слое воды (0-10 м). Уровень развития фитопланктона и тип его

сезонной динамики в исследуемые годы различались (рис. 2).

Рисунок 2 - **Сезонная динамика средневзвешенных значений индекса сапробности (S) в слоях воды 0-10 м и 0-50 м и средневзвешенной общей численности фитопланктона (ОЧ) в слое воды 0-10 м в Южном Байкале в районе пос. Большие Коты: (А) – 1991 г., (Б) – 1997 г., (В) – 2009 г**.

Год 1991 характеризовался четко выраженным подледным максимум общей численности фитопланктона (1.7 млн.кл л-1), который значительно превышал позднелетний максимум. В 1997 г. общая численность фитопланктона не превышала 1 млн.кл л$^{-1}$. Ее сезонная динамика с небольшими подъемами в мае,

июле и сентябре менее выражена, чем в два других года. В 2009 г. наблюдалось интенсивное развитие планктона, и этот год можно отнести к урожайным. Наблюдалось два пика общей численности фитопланктона. Первый приходился на подледный период, как и в 1991 г., но основной подъем наблюдался в летний период – до 1.7-1.8 млн.кл $л^{-1}$.

Сезонная динамика значений индексов сапробности слабо выражена во все три года исследований (рис. 2). Очевидно, что она не зависит от сезонных изменений общей численности фитопланктона. Небольшое повышение (в 1.2 раза) индекса сапробности в начале августа 2009 г. до 1.8 было связано с интенсивным развитием в это время синезеленой водоросли *A. lemmermannii*, являющейся β-мезасапробом.

Большую часть года средневзвешенные значения индексов сапробности находятся на уровне 1.5-1.7 и соответствуют β-мезосапробной зоне самоочищения и III классу качества воды (достаточно чистые). Только в период поздней весны и раннего лета (в конце июня – начале июля), когда количественные характеристики фитопланктона наиболее низкие, наблюдается уменьшение индекса сапробности ниже 1.5, и в этот период воды озера могут быть отнесены к олигосапробной зоне самоочищения и II классу качества (природно-чистые воды).

Выводы.

1. Полное отсутствие полисапробных видов, незначительное количество α-мезосапробов и значения индексов сапробности по Пантле-Буку говорят о слабой степени загрязнения Южного Байкала в районе пос. Большие Коты. Большую часть года воды относятся к β-мезосапробной зоне самоочищения и характеризуются как достаточно чистые. В период поздней весны и раннего лета воды Южного Байкала являются олигосапробными и вполне чистыми.

2. Учитывая, что индикаторные виды фитопланктона как по числу таксонов, так и по их суммарной численности составляют не более половины всех зарегистрированных видов фитопланктона, важно установить сапробные значения для эндемичных видов водорослей, доминантных в планктонном сообществе. Это позволит в дальнейшем более достоверно оценить качество вод Байкала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Аналитической ведомственной целевой программы “Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 гг.)”, проект № 2.1.1/1359.

Ключевые слова: Сапробность, фитопланктон, Байкал.

Key words: Saprobity, phytoplankton, Lake Baikal.

Список литературы

1. *Антипова Н. Л.* Межгодовые изменения в фитопланктоне Байкала в районе Больших Котов за период 1960–1970 гг. / Н. Л. Антипова // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. – Иркутск, 1974. – С. 75-84.

2. *Баринова С. С.* Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В Анисимова. – Тель-Авив: Русское изд-во, 2006. – 498 с.

3. *Генкал С.И.* О морфологической изменчивости некоторых представителей рода *Nitzchia* (*Bacillariophyta*) / С. И. Генкал, Г. И. Поповская // Биология внутр. вод. 2003, № 3. – С. 54-59.

4. *Кобанова Г. И.* Фитопланктон Байкала в период позднего лета / Г. И. Кобанова, Л. Р. Изместьева, Л. С. Кращук // Изв. Самар. НЦ РАН. Вып. 5: Актуальные проблемы экологии. – 2006. – Т. 8, № 1 (15). – С. 197-204.

5. *Кожова О. М.* О подледном “цветении” озера Байкал / О. М. Кожова // Бот. журн. – 1959.

– Т. 44, № 7. – С. 1001-1004.

6. *Кожова О. М.* Новые данные о составе планктонной флоры Байкала / О. М. Кожова, Г. И. Кобанова // Сибирск. экол. журн. 1998, Т. 5, № 2. –С. 131-133.

7. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод / А.В. Макрушин.– Л: ИН АН, 1974.– 60 с.

8. *Поповская Г. И.* Фитопланктон Байкала и его многолетние изменения/ Г. И. Поповская. – Автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Новосибирск: Сибирск. бот. сад, 1991.– 32 с.

9. *Поповская Г. И.* Диатомовые водоросли планктона оз. Байкал / Г. И. Поповская, С. И. Генкал, Е. В. Лихошвай. – Новосибирск: Наука, 2002. – 169 с.

10. *Сладечек В.* Общая биологическая схема качества воды / В. Сладечек // Санитарная и техническая гидробиология.– М.: Наука,1967. - С. 26-31.

11. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. – М.: СЭВ, 1977.– 91 с.

12. *Ясницкий В.Н.* Результаты наблюдений над планктоном Байкала в районе биологической станции за 1926–1928 гг. / В. Н. Ясницкий // Изв. БГНИИ при ИГУ. 1930, Т.4, № 3-4. – С. 85-101.

References

1. Antipova N. L. *Mezhgodovye izmenenija v fitoplanktone Bajkala v rajone Bol'shih Kotov za period 1960–1970 gg.* / N. L. Antipova // Produktivnost' Bajkala i antropogennye izmenenija ego prirody, Irkutsk, 1974, pp. 75-84.

2. Barinova S. S. *Bioraznoobrazie vodoroslej – indikatorov okruzhajuwej sredy* / S. S. Barinova, L. A. Medvedeva, O. V Anisimova. – Tel'-Aviv: Russkoe iz-vo, 2006, 498 p.

3. Genkal S.I. *O morfologicheskoj izmenchivosti nekotoryh predstavitelej roda Nitzchia (Bacillariophyta)* / S. I. Genkal, G. I. Popovskaja // Biologija vnutr, 2003, no. 3, pp. 54-59.

4. Kobanova G. I. *Fitoplankton Bajkala v period pozdnego leta* / G. I. Kobanova, L. R. Izmest'eva, L. S. Krawuk // Izv. Samar. NC RAN. Vyp. 5: Aktual'nye problemy jekolo-gii, 2006, vol. 8, no. 1 (15), pp. 197-204.

5. Kozhova O. M. *O podlednom "cvetenii" ozera Bajkal* / O. M. Kozhova // Bot. zhurn. – 1959, vol. 44, no.7, pp. 1001-1004.

6. Kozhova O. M. *Novye dannye o sostave planktonnoj flory Bajkala* / O. M. Kozhova, G. I. Kobanova // Sibirsk. jekol. Zhurn, 1998, vol.5, no.2, pp. 131-133.

7. Makrushin A. V. *Biologicheskij analiz kachestva vod* / A.V. Makrushin.– L: IN AN, 1974, 60 p.

8. Popovskaja G. I. *Fitoplankton Bajkala i ego mnogoletnie izmenenija*/ G. I. Popovskaja. – Avtoref. dis. … d-ra biol. nauk. – Novosibirsk: Sibirsk. bot. sad, 1991, 32 p.

9. Popovskaja G. I. *Diatomovye vodorosli planktona oz. Bajkal* / G. I. Popovskaja, S. I. Genkal, E. V. Lihoshvaj. – Novosibirsk: Nauka, 2002, 169 p.

10. Sladechek V. *Obwaja biologicheskaja shema kachestva vody* / V. Sladechek // Sanitarnaja i tehnicheskaja gidrobiologija.– M.: Nauka,1967, pp. 26-31.

11. *Unificirovannye metody issledovanija kachestva vod.* Ch. 3. Metody biologicheskogo analiza vod. – M.: SJeV, 1977, 91 p.

12. Jasnickij V.N. *Rezul'taty nabljudenij nad planktonom Bajkala v rajone biologicheskoj stancii za 1926–1928 gg.* / V. N. Jasnickij // Izv. BGNII pri IGU, 1930, vol.4, no. 3-4, pp. 85-101.

UDC 574.633

Summary

ASSESSMENT OF WATER SAPROBITY OF THE SOUTHERN BAIKAL ON PHYTOPLANKTON

Kobanova G.I., Kraschuk L.S.

The results of water quality assessment of Lake Baikal near the Bolshie Koty village according to the composition and abundance of indicator species of phytoplankton by the method of Pantle and Buck in the modification Sladecheka are presented. The analysis of algal flora in the pelagic zone of the Southern Baikal in the Bolshie Koty village has showed that about half of all

reported algal taxa are the indicators of saprobity. Indicator species are observed in all groups that are typical of lake algae. Among them the dominated ones are β- mesosaprobs and oligosaprobs, polisaprobs are absent. Fluctuation indices of saprobity correlate to the transition from oligosaprobic zone to its purification of β-mesosaprobic ones. Pelagic waters of the Southern Baikal are characterized as pure.

Сведения об авторах:

Кобанова Галина Ивановна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институти биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: kobanov@iszf.irk.ru).

Кращук Людмила Степановна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

Information about the authors:

Kobanova Galina I. - – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: kobanov@iszf.irk.ru).

Kraschuk Lyudmila S. Кращук Людмила С. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

УДК 502.51

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ГЛИНИСТЫХ ВЗВЕСЕЙ

[1]Н.Е. Кручинина, [1]Н.А.Тимашева, [1]А.И. Кондратьева, [2]И.А. Бражник

[1]Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, *г. Москва, Россия*

[2]*ЗАО* “Инженерно-экологический центр”, *г. Москва, Россия*

Проведены результаты исследований эффективности различных коагулянтов и флокулянтов в процессах очистки модельных водных суспензий глин показали (рис. 2), что наиболее быстрое и глубокое осветление воды достигается при добавлении в систему сульфата алюминия или АКФК. За счёт “обволакивания” коагулянтами и флокулянтами частиц обеих глин образуются агрегаты, крупность которых несколько выше крупности глиняных частиц в исходных суспензиях. При этом происходит компенсация отрицательного заряда на поверхности глинистых частиц, что благоприятно влияет на процесс и степень осветления воды.

Очистку ливневых стоков от твёрдых взвесей глинистых веществ проводят сгущением суспензий в отстойниках. Однако при этом в осветлённой части остаются мелкодисперсные частицы, которые, попадая в реки и озёра, загрязняют их, что недопустимо особенно для таких уникальных природных объектов, как озеро Байкал. Для глубокой очистки воды в качестве осадителей мелкодисперсных взвесей традиционно используют коагулянты (соли железа или алюминия) и катионно или анионно флокулянты (Праестол-854, Праестол-2515). В последнее время используют также высоко эффективный алюмокремниевый флокулянт-коагулянт АКФК.

Результаты и их обсуждение. В качестве **объектов исследования** были

выбраны образцы глин разного возраста, состава и генезиса, широко распространённые на территории Московского региона:

1. *"Голубая глина" – глина лёгкая (f,lgQ_{I-II})* – представлена озёрно- и водно-ледниковыми отложениями ранне-среднеплейстоценового возраста, отобранными на глубине 5-10 м на площадке проектируемого строительства жилого комплекса в Одинцовском районе Московский области.

2. *"Чёрная глина" – суглинок тяжёлый песчанистый (J_3tt)* – представлена морскими отложениями позднеюрского возраста, отобранными на глубине 5-10 м на площадке проектируемого строительства жилого комплекса в Истринском районе Московский области.

В "голубой" глине содержится, %: 66.84 SiO_2; 13.84 Al_2O_3; 1.93 CaO; 1.76 MgO; 1.11 FeO; 2.68 Fe_2O_3; 1.52 Na_2O; 1.78 K_2O; 1.56 H_2O. Потери при прокаливании – 6.12%. По химическому составу "чёрная" глина мало отличается от "голубой" глины, %: 73.25 SiO_2; 6.98 Al_2O_3; 3.15 CaO; 0.88 MgO; 0.79 FeO; 2.97 Fe_2O_3; 0.24 Na_2O; 1.51 K_2O; 1.78 H_2O; потери при прокаливании – 6.0%. Однако минеральный состав их существенно отличается, так, в "голубой глине" содержится, %: кварц и первичные силикаты 43.3; полевые шпаты 8.3; хлорит 2.5; гидрослюда и иллит 2.7; каолинит 2.4; смешанослойные и смектит 2.5; рентгеноаморфное вещество 38.3. В "чёрной глине" содержится, %: кварц 75.0; полевые шпаты 5.7; кальцит 0.7; гипс 1.0; пирит 0.5; хлорит 3.2; мусковит и иллит 5.6; каолинит 2.7; смешанослойные и монтмориллонит 5.6. Гранулометрический состав исследуемых глин также различен. В "голубой глине" содержится 8% песчаных частиц (2-0.05 мм), 65% пылеватых частиц (0.05-0.001 мм) и 27% глинистых частиц (<0.001 мм). В "чёрной глине" содержится 68% песчаных частиц (2-0.05 мм), 20% пылеватых частиц (0.05-0.001 мм) и 12% глинистых частиц (<0.001 мм) [1].

Предварительно высушенный при $t = 100\ ^{o}C$ образец глины тщательно растирали в ступке. Полученный порошок глины вносили в воду в количестве 1 г на 1 литр. Смесь в течение 5 минут перемешивали в диспергаторе при скорости вращения мешалки 6000 об/мин. Чтобы стабилизировать суспензии, их в течение 5 минут подвергали ультразвуковой обработке (энергия и частота ультразвука 80 Вт/36 кГц). В полученные таким образом суспензии (pH 7.3 – 7.5) вносили рабочие дозы коагулянтов и флокулянтов.

Для коагуляции осадков использовали *сульфат алюминия* $Al_2(SO_4)_3 * 18H_2O$, содержащий ~16% Al_2O_3. Насыпная плотность порошка 1650 кг/м^3.

Реагент *АКФК*, проявляющий как коагуляционные, так и флотационные свойства, получают сернокислотной обработкой нефелинового концентрата [2]. В свежеприготовленном растворе АКФК значительную долю составляют мономерная, димерная, тетрамерная и другие формы кремнезёма с небольшой молекулярной массой. Алюминий и железо присутствуют в коагулянте в ионной форме, поэтому можно ожидать независимого проявления флоккулирующих свойств полимерных форм кремния и коагулирующих действий соединений алюминия и железа.

В работе использовали раствор АКФК состава, г/л: 23-24 SiO_2;7-9 Al; 0.65-

0.68 Fe; pH 1.5-2.

В качестве флокулянта с катионной активностью использовали *Праестол-854*, его молекулярный вес ~9 млн. ед., а содержание мономеров акриламида не более 0.1%. Насыпная плотность порошка этого флокулянта равна 570-670 кг/м^3. Вязкость 0.5% раствора 3000 Па · с; 0.1% раствор имел pH 7 и вязкость 70 Па · с. Праестол-854 можно применять практически при любом водородном показателе водного раствора (pH 1-14).

Использованный в работе флокулянт с анионной активностью *Праестол-2515* имеет молекулярный вес ~14 млн. ед. и содержит не более 0.1% мономеров акриламида, Насыпная плотность порошка этого флокулянта равна 600-750 кг/м^3. Вязкость 0.5% раствора 3000 Па · с, а 0.1% раствор имеет вязкость 70 Па · с при pH 7. Область pH водного раствора, в которой можно применять Праестол-2515, несколько уже (3-13), чем у Праестола-854.

Анализ минерального состава глин проводили методом рентгеноструктурной дифрактометрии, химический состав определяли методами спектрально-химического анализа. Распределение частиц в суспензиях по размерам в диапазоне от 0,01 до 2000 мкм изучали с помощью лазерного анализатора “Analysette 22 NanoTec”. Размер частиц и молекул в диапазоне от 0.3 нм до 10 мкм и дзета-потенциал определяли с помощью лазерного автокорреляционного анализатора Zetasizer ZS. Нижний предел чувствительности при малых количествах мелких и крупных частиц в распределениях их по размерам (в пределах диапазона измерений) – 3%. Воспроизводимость согласно ISO 13320-1 d50 ≤ 1%.

При добавлении в воду коагулянтов и флокулянтов наиболее крупные твёрдые частицы образует АКФК (средний размер ~15 мкм, относительная частота ~13%). Значительно мельче частицы, образованные сульфатом алюминия (~10 мкм), а также сульфатом алюминия в присутствии катионоактивного флокулянта Праестола-854 (~8 мкм) и анионактивного флокулянта Праестола-2515 (~10 мкм). Относительная частота их также значительно ниже – соответственно ~4.7%, ~6.4%, ~4.2% (рис. 1).

Рисунок – 1 **- Дифференциальное распределение агрегатов коагулянтов в воде. СА – сульфат алюминия; Pr854 – праестол - 854; Pr2515 – праестол - 2515; АКФК – алюмокремниевый флокулянт - коагулянт.**

Проведённые исследования эффективности различных коагулянтов и флокулянтов в процессах очистки модельных водных суспензий глин показали (рис. 2), что наиболее быстрое и глубокое осветление воды достигается при добавлении в систему сульфата алюминия или АКФК. Это объясняется наличием на твёрдых частицах слабого отрицательного заряда: для “голубой глины” - 25 мВ, для “чёрной глины” -20 мВ, который обусловливает протекание в системе электролитной коагуляции с участием комплексных катионов $[Al(OH)]^{+2}$ и $[Fe(OH)]^{+2}$ [3].

Рисунок 2 - **Кинетика осаждения чёрной глины.**
АКФК – алюмокремниевый флокулянт – коагулянт; СА – сульфат алюминия; Pr854 – праестол - 854; Pr2515 – праестол – 2515.

За счёт “обволакивания” коагулянтами и флокулянтами частиц обеих глин образуются агрегаты, крупность которых несколько выше крупности глиняных частиц в исходных суспензиях (рис. 3). При этом происходит компенсация отрицательного заряда на поверхности глинистых частиц, что благоприятно влияет на процесс и степень осветления воды.

Рисунок 3 - **Дифференциальное распределение агрегатов “голубой” (А) и “чёрной” (Б) глины. СА – сульфат алюминия; Pr854 – праестол - 854; Pr2515 – праестол - 2515; АКФК – алюмокремниевый флокулянт – коагулянт.**

Ключевые слова: Глины разного возраста, состав, генезис, Московский регион.
Key words: Clay of different age, composition, genesis, Moscow region.

Список литературы

1. Бражник И.А. Влияние модифицирующих добавок на увеличение сорбционной емкости глинистых грунтов: Автореф. дис. канд. геолого-минерал. Наук. – М., 2007. – 24 с.
2. Кручинина Н.Е. Способ получения алюмо-силикатного коагулянта / Н.Е. Кручинина, В.Н. Турниер, Б.С. Лисюк, В. Ким // Патент № 2225838, 2002.
3. Кручинина Н.Е. Коллоидно-химические закономерности очистки вод алюмокремниевым флокулянтом-коагулянтом / Н.Е. Кручинина, А.Ф. Моргунов, Н.А. Тимашева, П.А. Моргунов // Журн. Известия ВУЗов. Химия и хим. технология. 2006. Т. 49, вып. 4. - С. 20-24.

References

1. Brazhnik I.A. *Vlijanie modificirujuwih dobavok na uvelichenie sorbcionnoj emkosti glinistyh gruntov:* Avtoref. dis. kand. geologo-mineral. Nauk. – M., 2007, 24 p.
2. Kruchinina N.E. *Sposob poluchenija aljumo-silikatnogo koaguljanta* / N.E. Kruchi-nina, V.N. Turnier, B.S. Lisjuk, V. Kim // Patent № 2225838, 2002.
3. Kruchinina N.E. *Kolloidno-himicheskie zakonomernosti ochistki vod aljumokremnievym flokuljantom-koaguljantom* / N.E. Kruchinina, A.F. Morgunov, N.A. Timasheva, P.A. Morgunov // Zhurn. Izvestija VUZov. Himija i him. Tehnologija, 2006, vol. 49, no. 4, pp. 20-24.

UDC 502.51

Summary

WATER PURIFICATION FROM CLAY SUSPENSIONS

Kruchinina N.E., Timasheva N.A., Kondratieva A.I., Brazhnik I.A.

The studies on the effectiveness of various coagulants and flocculants in the process of water purification of modeling water suspensions of clay show (Fig. 2) that the most rapid and deep water purification is achieved by adding aluminum sulfate to the system or ASFC. Due to the “obduction” of coagulants and flocculants of the particles of clay, aggregates, size of which is slightly higher than the size of clay particles in the initial suspensions, are formed. Thus, there is a compensation for the negative charge on the surface of clay particles, which favorably affects the process and the degree of water purification.

Сведения об авторах:

Кручинина Наталия Евгеньевна - доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой промышленной экологии. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., 9, тел. (499) 9730978, e-mail: krutch@muctr.ru).
Тимашева Наталья Александровна - кандидат химических наук, доцент кафедры промышленной экологии. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., 9, тел 8 9035422897, e-mail: timasheva@mail.ru).
Кондратьева Анастасия Игоревна - студентка 5 курса кафедры промышленной экологии. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., 9, тел. 89175728653, e-mail: Brat-Kondrat7@yandex.ru).
Бражник Иван Александрович - кандидат геолого-минералогических наук, ведущий специалист-геолог. ЗАО ИНЖЕКО ЦЕНТР (125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., 9, тел. 8 9161636619, e-mail: ivbra@yandex.ru).

Information about the authors:

Kruchinina Natalia E. - PhD in Technics, Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Industrial Ecology, Russian Chemical Technology University named after D.I. Mendeleev (Miuska sq., 9, Moskow, Russia, 125047, phone: (499) 9730978, e-mail: krutch@muctr.ru).
Timasheeva Natalia A. - PhD in Chemistry, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Assistant Professor of Department of Industrial Ecology, Russian Chemical Technology University named after D.I. Mendeleev (Miuska sq., 9, Moskow, Russia, 125047, phone: 8 9035422897, e-mail: timasheva@mail.ru).
Kondratieva Anastasia I. – Student of the 5th course, Department of Industrial Ecology, Russian Chemical Technology University named after D.I. Mendeleev (Miuska sq., 9, Moskow, Russia, 125047, phone: 89175728653, e-mail: Brat-Kondrat7@yandex.ru).
Brazhnik Ivan A. - PhD in Geology, Candidate of Geological and Mineral Sciences, Professor, Head Specialist-Geologist, INGEKO CENTER (Miuska sq., 9, Moskow, Russia, 125047, phone: 89161636619, e-mail: ivbra@yandex.ru).

УДК (57.2)(285.2):574.583

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ДИНАМИКА МАССОВЫХ ВИДОВ ФИТОПЛАНКТОНА ПЕЛАГИАЛИ ЮЖНОГО БАЙКАЛА В 1996-2000, 2005 И 2008 гг.

А.В. Мокрый, Л.Р. Изместьева

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

В результате анализа данных за 1996-2000, 2005 и 2008 гг. к массовым видам пелагиали Байкала отнесено 11 видов водорослей: 5 видов диатомовых (*Aulacoseira baicalensis, Aulacoseira skvortzowii, Stephanodiscus meyerii, Synedra acus, Cyclotella minuta*), 1 вид динофитовых (*Gymnodinium baicalense*), 1 вид криптофитовых (*Rhodomonas pusilla*), 2 вида золотистых (*Chrysochromulina parva, Dinobryon sociale* var. *sociale*) и 2 вида зеленых (*Monoraphidium pseudomirabile, Koliella longiseta*). Существенная роль в продуцировании первичного органического вещества в Байкале принадлежит динофитовым водорослям. Наиболее массовым видом среди них является эндемичный *Gymnodinium baicalense* Ant.. Для массовых видов пелагиали Южного Байкала характерны выраженная сезонность и большая величина межгодовых колебаний.

Анализ полного видового состава фитопланктона всегда представляет известные трудности, так как общее количество видов, как известно, зависит от степени изученности водоема, его величины, объема взятых проб, качества микроскопа и даже квалификации исследователя [10,11]. В связи с этим наибольший интерес представляют устойчивые изменения состава наиболее типичных и массовых видов, максимальная численность и сукцессия их популяций.

Цель данной работы заключалась в выявлении массовых видов байкальского фитопланктона и особенностей сукцессий их популяций в 1996–2000, 2005 и 2008 гг.

Материалы и методы. Материалом для проведения работы послужили данные ГБИС “Планктон” НИИ биологии при ИГУ [2], собранные у западного побережья Южного Байкала на пелагической постоянной станции № 1, расположенной против пос. Большие Коты на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м (51°54’195 с.ш., 105°04’235 в.д.). Для анализа был взят непрерывный ряд наблюдений из пяти лет (1996-2000 гг.), охватывающий полный цикл межгодового развития фитопланктона (начиная с низкоурожайного по биомассе 1996 г. и заканчивая высокоурожайным 2000 г.), а также 2005 и 2008 гг. как имеющие наиболее полные ряды данных.

За массовые приняты виды, численность которых неоднократно достигала значений более 100 тыс.кл·л$^{-1}$ [8]. В группу анализируемых видов не вошли пикопланктонные водоросли, размеры клеток которых не превышают 3 мкм в диаметре.

Для анализа динамики массовых видов использованы максимальные значения в слое 0-50 м, безотносительно того, на какой глубине они зарегистрированы. Данный гидробиологический метод позволяет понять потенциальные возможности популяции и дает более полное представление о реализации этих

возможностей в разных экологических условиях.

Результаты и обсуждение. К массовым видам пелагиали Байкала отнесены 5 видов диатомовых (*Aulacoseira baicalensis*, *Aulacoseira skvortzowii*, *Stephanodiscus meyerii*, *Synedra acus*, *Cyclotella minuta*), 1 вид динофитовых (*Gymnodinium baicalense*), 1 вид криптофитовых (*Rhodomonas pusilla*), 2 вида золотистых (*Chrysochromulina parva*, *Dinobryon sociale var. sociale*) и 2 вида зеленых (*Monoraphidium pseudomirabile*, *Koliella longiseta*) водорослей.

Aulacoseira baicalensis (K. Meyer) Simonsen является характерным представителем байкальского фитопланктона. Вид встречается во все годы (табл. 1). Частота встречаемости* *A. baicalensis* составила 32.1%.

Наибольшая численность *A. baicalensis* – 131.02 тыс.кл.·л$^{-1}$, зафиксирована 22 мая 1997 г. на глубине 10 м в период весенней гомотермии (табл. 2). Всего же за период наблюдений на постоянной пелагической станции с 1951 по 2001 гг. выделялось 10 пиков в развитии водоросли, когда ее численность превышала 100 тыс.кл.·л$^{-1}$, наиболее высокие значения наблюдались в период с 1953 по 1964 гг. [12].

A. baicalensis встречалась в пробах в течение всего года (табл. 3); пик развития вида приходился на апрель-июнь, а, начиная с июля, ее концентрация в слое 0–50 м резко уменьшалась. Происходит опускание этой водоросли в глубинную зону, поэтому в июле-августе ее можно обнаружить в значительном количестве на глубинах 200-500 м и более [3].

Второй представитель байкальских аулакозир – *Aulacoseira skvortzowii* Edlund, Stoermer, Taylor., – встречается во все годы (табл. 1), с частотой встречаемости 29.0%. Наибольшая численность *A. skvortzowii* (1247.58 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 13 мая 2000 г. на глубине 25 м сразу после вскрытия озера ото льда (табл. 2).

Таблица 1 – **Частота встречаемости (%) массовых видов планктонных водорослей**

вид / год	*Aulacoseira skvortzowii*	*Aulacoseira baicalensis*	*Cyclotella minuta*	*Stephanodiscus meyerii*	*Synedra acus*	*Koliella longiseta f. longiseta*	*Koliella longiseta f. variabilis*	*Monoraphidium pseudomirabile*	*Chrysochromulina parva*	*Dinobryon sociale var. sociale*	*Rhodomonas pusilla*	*Gymnodinium baicalense*
1996	28.6	32.5	95.2	25.4	81.7	27.0	22.2	60.3	69.0	29.4	94.4	18.3
1997	40.5	60.1	95.4	10.4	67.1	1.2	48.6	56.6	71.7	39.9	98.8	16.8
1998	8.5	27.6	94.0	0	15.6	48.7	67.8	48.2	55.8	31.7	99.5	8.0
1999	2.3	3.8	98.6	0.5	6.6	31.5	83.6	63.4	62.4	6.6	100	0.5
2000	83.1	59.3	91.5	11.6	74.1	0.5	49.2	94.7	68.8	11.6	99.5	18.5
2005	16.0	20.0	90.7	5.3	4.7	10.7	0	99.3	75.3	14.0	99.3	0.7
2008	26.9	21.0	92.4	9.2	85.7	41.2	48.7	100	89.1	21.0	96.6	19.3
период	29.0	32.1	94.4	7.9	43.9	22.8	49.3	72.9	68.8	21.5	98.7	10.9

*Частота встречаемости рассчитана как отношение числа проб, в которых зарегистрирован вид, к общему числу проб, отобранных за период исследований

Таблица 2 – **Максимальные в году значения (тыс.кл·л$^{-1}$) массовых видов планктонных водорослей**

вид / год	*Aulacoseira skvortzowii*	*Aulacoseira baicalensis*	*Cyclotella minuta*	*Stephanodiscus meyerii*	*Synedra acus*	*Koliella longiseta f. longiseta*	*Koliella longiseta f. variabilis*	*Monora-phidium pseudomi-rabile*	*Chrysoch-romulina parva*	*Dinobryon sociale var. sociale*	*Rhodomo-nas pusilla*	*Gymnodi-nium baicalense*
1996	19.68	5.00	11.68	182.29	74.09	7.35	0.39	13.13	684.00	172.00	444.85	2.56
1997	502.65	131.02	13.46	15.69	363.77	0.33	62.88	15.63	426.08	266.76	629.85	60.00
1998	0.33	3.26	123.50	0	362.76	1189.86	274.13	272.34	399.50	542.11	1456.47	8.88
1999	0.13	0.59	187.81	0.23	0.28	3.80	92.31	34.06	866.04	139.20	570.69	0.07
2000	1247.58	33.45	17.09	129.06	43.66	5.97	515.27	719.50	229.13	56.96	678.33	462.58
2005	0.26	3.39	54.24	0.77	0.14	0.74	0	278.67	542.38	384.46	807.22	0.22
2008	0.63	0.75	35.38	0.44	416.73	223.29	46.06	630.58	1509.44	87.35	1112.21	27.70

A. skvortzowii встречалась в пробах круглогодично (табл. 3); максимальное развитие вида наблюдалось в марте-мае, а, начиная с июня, ее концентрация резко уменьшалась.

Stephanodiscus meyerii Genkal *et* Popovsk. встречается не во все годы (табл. 1). Частота встречаемости составила всего 7.9%. Наибольшая численность *St. meyerii* (182.29 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 20 мая 1996 г. на глубине 10 м в период весенней гомотермии (табл. 2).

Развитие *St. meyerii* начиналось подо льдом (в феврале–апреле), максимум развития приходился на период весенней гомотермии (май–июнь), летом и в период осенней гомотермии вид встречался единично и в очень небольших количествах (табл. 3).

Cyclotella minuta (Skv.) Antipova имела частоту встречаемости 94.4%. Вид встречается во все годы (табл. 1). Наибольшая численность *C. minuta* (187.81 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 30 июня 1999 г. на глубине 50 м в период весенней гомотермии (табл. 2).

В литературе отмечается [4, 9], что *C. minuta* в небольшом количестве встречается в пелагиали Байкала во всей водной толще в течение круглого года и является преимущественно осенне-вегетирующим видом (хотя осенний подъем численности наблюдается не каждый год). В исследованные нами годы *C. minuta* встречалась в пробах круглогодично (табл. 3), максимальное развитие вида наблюдалось в октябре–ноябре. Но в 1999 г. подъем численности вида пришелся на май-июль с наибольшим для всего исследованного периода значением в 187,81 тыс.кл.·л$^{-1}$. В мае–июле 1999 г. было зарегистрировано и максимальное развитие другого характерного планктонного байкальского представителя рода *Cyclotella – C. baicalensis* Skv. с максимумом в 69.19 тыс.кл.·л$^{-1}$.

Synedra acus Kütz. встречается во все годы (табл. 1). Частота ее встречаемости составила 43.9%. Наибольшая численность *S. acus* (416.73 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 3 июня 2008 г. на глубине 25 м в период весенней гомотермии (табл. 2).

Таблица 3 – **Максимальные в месяце значения (тыс.кл·л$^{-1}$) массовых видов планктонных водорослей**

вид / месяц	*Aulacoseira skvortzowii*	*Aulacoseira baicalensis*	*Cyclotella minuta*	*Stephanodiscus meyerii*	*Synedra acus*	*Koliella longiseta f. longiseta*	*Koliella longiseta f. variabilis*	*Monoraphidium pseudomirabile*	*Chrysochromulina parva*	*Dinobryon sociale var. sociale*	*Rhodomonas pusilla*	*Gymnodinium baicalense*
январь	1.02	0.33	16.12	0	0.34	1.16	4.79	1.72	36.36	0	111.93	0.16
февраль	12.49	1.38	19.72	0.38	14.34	16.99	63.65	48.84	78.90	0	100.44	3.29
март	601.26	16.33	5.89	2.87	253.20	223.29	393.82	58.06	228.90	0	89.88	409.57
апрель	676.66	31.74	15.37	0.85	38.30	38.41	515.27	272.34	68.09	0	57.77	462.58
май	1247.58	131.02	58.36	182.29	363.77	1189.86	92.31	36.31	143.28	21.27	313.67	0.99
июнь	192.65	56.46	187.81	93.81	416.73	148.89	274.13	33.62	124.94	16.94	934.09	8.88
июль	7.55	6.46	54.45	0.80	77.36	7.35	50.51	543.85	1509.44	44.00	1112.21	0.34
август	0.93	1.46	18.99	4.43	11.44	2.71	37.74	719.50	866.04	384.46	836.62	0
сентябрь	0.21	3.26	74.74	0	1.94	3.80	11.13	69.11	537.60	542.11	1456.47	0
октябрь	0.40	2.50	123.50	0.05	0.32	3.91	10.94	58.80	651.42	75.66	570.69	0
ноябрь	0.68	3.91	107.90	0.77	1.21	3.04	5.29	51.73	166.09	6.77	171.16	0
декабрь	1.30	0.52	67.09	0.32	1.64	0.47	5.12	18.00	32.64	0.33	73.28	0

S. acus встречалась в пробах в течение всего года (табл. 3); максимальное развитие вида наблюдалось в подледный период – в марте – апреле, а также сразу после вскрытия озера ото льда – в мае – июне.

Существенная роль в продуцировании первичного органического вещества в Байкале принадлежит динофитовым водорослям. Наиболее массовым видом среди них является эндемичный *Gymnodinium baicalense* Ant.. Вид встречался во все годы (табл. 1), но частота его встречаемости невелика и составила 10.9%. Наибольшая численность *G. baicalense* (462.58 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 12 апреля 2000 г. непосредственно подо льдом (слой 0 м) (табл. 2).

G. baicalense встречался в пробах с января по июнь (табл. 3); максимальное развитие вида наблюдалось в подледный период – в марте – апреле.

При долговременных режимных наблюдениях за *G. baicalense* стоит отметить тот факт, что в фиксированном состоянии, даже при применении “мягкого” йодного фиксатора, вид сохраняется плохо, утрачивая естественные формы. Поэтому истинное количество *G. baicalense* рекомендуется определять при исследовании в живом состоянии [4, 6].

В 1970-е годы в Байкале обнаружен довольно разнообразный состав криптомонад.

Rhodomonas pusilla (Bachm.) Javorn. (ранее вид определялся как *Chroomonas acuta* Uterm.)* встречается во все годы (табл. 1). Частота встречаемости вида

* Систематическое положение вида спорно – одни авторы указывают вид как *Rhodomonas pusilla* [5], а другие приводят в списках водорослей оба этих вида – и *Rhodomonas pusilla*, и *Chroomonas acuta* [1].

очень высока и составила 98.7%. Наибольшая численность *Rh. pusilla* (1456.47 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 7 сентября 1998 г. на глубине 0 м (табл. 2).

Rh. pusilla встречался в пробах в течение всего года (табл. 3); максимальное развитие вида наблюдалось в летний период (июнь – сентябрь).

Из золотистых водорослей наибольшего развития достигают *Chrysochromulina parva* и виды рода *Dinobryon*. *Chrysochromulina parva* Lackey встречается во все годы (табл. 1). Частота встречаемости составила 68.8 %. Наибольшая численность *Ch. parva* (1509.44 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 16 июля 2008 г. на глубине 0 м (табл. 2).

Ch. parva встречалась в пробах в течение всего года (табл. 3); максимальное развитие вида наблюдалось в летний период (июль – сентябрь).

Dinobryon sociale Ehrenb. var. *sociale* встречается во все годы (табл. 1). Частота встречаемости составила 21.5%. Наибольшая численность *D. sociale* var. *sociale* (542,11 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 7 сентября 1998 г. на глубине 10 м (табл. 2). *D. sociale* var. *sociale* в небольших количествах появляется в фитопланктоне в мае – июне (в период весенней гомотермии), максимальное развитие вида наблюдается в августе – сентябре, начиная с октября его концентрация резко уменьшается и в ноябре – декабре вид встречается в небольших количествах (табл. 3).

Из группы зеленых водорослей массового развития достигали *Monoraphidium pseudomirabile* и *Koliella longiseta*. *Monoraphidium pseudomirabile* (Korschik.) Hindák *et* Zogorenko встречается во все годы (табл. 1). Частота встречаемости вида высока – 72.9%. Наибольшая численность *M. pseudomirabile* (719.5 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована 8 августа 2000 г. на глубине 25 м (табл. 2). *M. pseudomirabile* встречался в пробах круглогодично (табл. 3); максимальное развитие вида наблюдалось в апреле подо льдом, а также в июле - августе.

К массовым относятся и две формы зеленой водоросли *Koliella longiseta* – *K. longiseta* f. *longiseta* и *K. longiseta* f. *variabilis*. Следует отметить, что до 1980 г. *Koliella longiseta* учитывалась вместе с похожим по форме клеток и размерам *M. pseudomirabile* [4].

Koliella longiseta (Vischer) Hind. f. *longiseta* встречается во все годы (табл. 1). Частота встречаемости невелика и составляет 22.8%. Наибольшая численность *K. longiseta* f. *longiseta* (1189.86 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована в период весенней гомотермии 8 мая 1998 г. на глубине 25 м (табл. 2).

Вид встречался в пробах круглогодично; развитие начиналось подо льдом (в феврале–апреле), максимум развития приходился на период весенней гомотермии (май), летом и в период осенней гомотермии встречался в очень небольших количествах (табл. 3).

Koliella longiseta f. *variabilis* Nygaard встречается во все годы, кроме 2005 г. (табл. 1). Частота встречаемости составила 49.3%. Наибольшая численность *K. longiseta* f. *variabilis* (515.27 тыс.кл.·л$^{-1}$) зафиксирована в подледный период 5 апреля 2000 г. на глубине 0 м (табл. 2).

K. longiseta f. *variabilis* встречась в пробах круглогодично (табл. 3); развитие вида начиналось подо льдом (в феврале–марте), максимум развития приходился подо льдом на апрель, а затем в период весенней гомотермии – на

июнь; летом и в период осенней гомотермии вид встречался в очень небольших количествах.

Выводы. Таким образом, для массовых видов пелагиали Южного Байкала характерны выраженная сезонность (табл. 3) и большая величина межгодовых колебаний (табл. 2).

Ключевые слова: Массовые виды, Байкал, фитопланктон, пелагические водоросли.
Key words: Numerous species, Lake Baikal, phytoplankton, pelagic algae.

Список литературы

1 Атлас и определитель пелагобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) / *О.А. Тимошкин, Г.Ф. Мазепова, Н.Г. Мельник*. – Новосибирск: Наука, 1995. – 694 с.

2 База состояния планктона озера Байкал (База данных “ПЛАНКТОН”), № 2005620028 Россия. Свидетельство / *Л.Р. Изместьева, Е.В. Пешкова*; ГОУ ВПО ИГУ – № 2004620262; Заявл. 30.11.04; Опубл. 21.01.2005.

3 *Грачев М А.* Измерение потока седиментации диатомей в озере Байкал с помощью автоматических ловушек / *М.А. Грачев, Е.В. Лихошвай, С.М. Колман, А.Е. Кузьмина* // Докл. РАН. 1996, Т. 350, № 1. – С. 87-91.

4 *Изместьева Л.Р.* Структура и сукцессии фитопланктона / *Л.Р. Изместьева, О.М Кожова* // Долгосрочное прогнозирование состояния экосистем. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 97-129.

5 *Кобанова Г.И.* Фитопланктон Байкала в период позднего лета / *Г.И. Кобанова, Л.Р. Изместьева, Л.С. Кращук* // Изв. Самар. НЦ РАН. “Актуальные проблемы экологии”. Вып 5. – 2006. – Т. 8, № 1 (15). – С. 197-204.

6 *Кобанова Г.И.* О морфологии и жизненном цикле *Gymnodinium baicalense* Ant. (Dinophyta) из озера Байкал / *Г.И. Кобанова* // Сибир. экол. журн. 2009, № 6. – С. 899-905.

7 *Кожова О.М* Изменение видового состава фитопланктона Южного Байкала в период с 30-х до конца 90-х гг. и тенденции его перестройки / *О.М. Кожова, Б.К. Павлов и др.* // Методология оценки состояния экосистем: Учеб. Пособие: Ростов-на-Дону: Изд-во ООО “ЦВВР”, 2000. – С. 33-40.

8 Круговорот органического вещества в озере Байкал / *К.К. Вотинцев, А.И. Мещерякова, Г.И. Поповская*. – Новосибирск, 1975. – 190 с.

9 *Поповская Г.И.* Диатомовые водоросли планктона озера Байкал: Атлас-определитель / *Г.И. Поповская, С.И. Генкал, Е.В. Лихошвай* – Новосибирск: Наука, 2002. – 168 с.

10 *Святенко Г.С.* Тенденции изменения состояния байкальского фитопланктона в районе антропогенного воздействия: Дис. ... канд. биол. наук / *Г.С. Святенко* – Иркутск, 2005. – 130 с.

11 *Трифонова И.С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона / *И.С. Трифонова* – Л.: Наука, 1990. – 184 с.

12 *Шимараева С.В.* Ритмы развития эндемичных и неэндемичных диатомовых водорослей в Байкале / *С.В. Шимараева, Л.Р. Изместьева* // X Съезд Гидробиол. об. при РАН. Тезисы докладов. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 447-448.

References

1 *Atlas i opredelitel' pelagobiontov Bajkala (s kratkimi ocherkami po ih jekolo-gii)* / O.A. Timoshkin, G.F. Mazepova, N.G. Mel'nik i dr. – Novosibirsk: Nauka, 1995, 694 p.

2 *Baza sostojanija planktona ozera Bajkal* (Baza dannyh “PLANKTON”), № 2005620028 Rossija. Svidetel'stvo / L.R. Izmest'eva, E.V. Peshkova; GOU VPO IGU – № 2004620262; Zajavl. 30.11.04; Opubl. 21.01.2005.

3 Grachev M.A. *Izmerenie potoka sedimentacii diatomej v ozere Bajkal s pomow'ju avtomaticheskih lovushek* / M.A. Grachev, E.V. Lihoshvaj, S.M. Kolman, A.E. Kuz'mina // Dokl. RAN, 1996, vol. 350, no.1, pp. 87-91.

4 Izmest'eva L.R. *Struktura i sukcessii fitoplanktona* / L.R. Izmest'eva, O.M. Kozhova // Dolgosrochnoe prognozirovanie sostojanija jekosistem. – Novosibirsk: Nauka, 1988, pp. 97-129.

5 Kobanova G.I. *Fitoplankton Bajkala v period pozdnego leta* / G.I. Kobanova, L.R. Izmest'eva, L.S. Krawuk // Izv. Samar. NC RAN. "Aktual'nye problemy jekologii". Vyp 5, 2006, vol. 8, no. 1 (15), pp. 197-204.

6 Kobanova G.I. *O morfologii i zhiznennom cikle Gymnodinium baicalense Ant. (Dinophyta) iz ozera Bajkal* / G.I. Kobanova // Sibir. jekol. Zhurn, 2009, № 6, pp. 899-905.

7 Kozhova O.M. *Izmenenie vidovogo sostava fitoplanktona Juzhnogo Bajkala v pe-riod s 30-h do konca 90-h gg. i tendencii ego perestrojki* / O.M. Kozhova, B.K. Pavlov i dr. // Metodologija ocenki sostojanija jekosistem: Ucheb. Posobie: Rostov-na-Donu: Izd-vo OOO "CVVR", 2000, pp. 33-40.

8 *Krugovorot organicheskogo vewestva v ozere Bajkal* / K.K. Votincev, A.I. Mewerjakova, G.I. Popovskaja. – Novosibirsk, 1975, 190 p.

9 Popovskaja G.I. *Diatomovye vodorosli planktona ozera Bajkal: Atlas-opredelitel'* / G.I. Popovskaja, S.I. Genkal, E.V. Lihoshvaj – Novosibirsk: Nauka, 2002, 168 p.

10 Svjatenko G.S. *Tendencii izmenenija sostojanija bajkal'skogo fitoplanktona v rajone antropogennogo vozdejstvija*: Dis. ... kand. biol. nauk / G.S. Svjatenko – Irkutsk, 2005, 130 p.

11 Trifonova I.S. *Jekologija i sukcessija ozernogo fitoplanktona* / I.S. Trifonova – L.: Nauka, 1990,184 p.

12 Shimaraeva S.V. *Ritmy razvitija jendemichnyh i nejendemichnyh diatomovyh vodoroslej v Bajkale* / S.V. Shimaraeva, L.R. Izmest'eva // X S#ezd Gidrobiol. ob. pri RAN. Tezisy dokladov. – Vladivostok: Dal'nauka, 2009, pp. 447-448.

UDC (57.2)(285.2):574.583

Summary

SPECIES COMPOSITION AND DYNAMICS OF THE MASS TYPES OF PHYTOPLANKTON OF SOUTHERN BAIKAL PELAGIC IN 1996-2000, 2005 AND 2008

Mokry A.V., Izmestieva L.R.

As a result of the data analysis for the period of 1996-2000, 2005 and 2008 according to the species mass of Baikal pelagic zone there 11 species of algae: 5 species of diatoms (*Aulacoseira baicalensis, Aulacoseira skvortzowii, Stephanodiscus meyerii, Synedra acus, Cyclotella minuta*), one dinophyte species (*Gymnodinium baicalense*), one cryptophyte species (*Rhodomonas pusilla*), two golden species (*Chrysochromulina parva, Dinobryon sociale var. sociale*) and two green species (*Monoraphidium pseudomirabile, Koliella longiseta*). The significant role in the production of primary organic matter in Baikal belongs to dinophyte algae. The most widespread species among them is *endemic Gymnodinium baicalense Ant*. The mass species of the pelagic zone of the Southern Baikal is characterized by seasonality and great value in the interannual variations.

Сведения об авторах:

Мокрый Андрей Викторович – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник. Научно-исследовательского института биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: mokry@list.ru).

Изместьева Любовь Равильевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета. (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

Information about the authors:

Mokry Andrey V. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University. (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: mokry@list.ru).

Izmestieva Lyubov R. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: root@bio.isu.runnet.ru).

УДК 595.422

КАРТА НАСЕЛЕНИЯ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ГАМАЗОВЫХ КЛЕЩЕЙ РОССИИ

Н.А. Никулина

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, *г.Иркутск, Россия*
Факультет охотоведения
Кафедра общей биологии и экологии

В статье приводится сведения, на основании которых создана карта населения паразитических гамазовых клещей (сем. Haemogamasidae, Hirstionyssidae, Laelaptidae, Macronyssidae, Dermanyssidae) мелких млекопитающих (отр. Insectivora, Lagomorpha, Rodentia), имеющих важное медико-ветеринарное значение. Разработана классификация, со следующими словесными характеристиками: доминирующий, содоминирующий, сопутствующий и редкий вид. Установлено, что чаще всего доминирующими или содоминирующими видами являются *H.ambulans* Thorell., 1872, *H.isabellinus* Oudms., 1913, *A.glasgowi* Ewing., 1925, *E.stabularis* C.L.Koch., 1836 (Berl., 1903), обладающие высокой экологической пластичностью.

Одним из элементов биоты являются гамазовые клещи, которые участвуют в циркуляции зооантропонозов.

До настоящего времени работ, в которых были бы затронуты вопросы, связанные с картированием этой группы животных не было. Между тем составление такой карты, представляет не только теоретический, но и практический интерес. Прежде всего – это анализ большого фактического материала, позволяющий выявить закономерности территориального распределения популяций и сообществ животных, пригодный для моделирования и прогнозирования пространственного расселения животных. Однако, составление карт связанных с эктопаразитами имеет свои особенности, т.к. последние зависят от хозяев-прокормителей.

Автором была разработана методика картографического изображения распространения разных групп эктопаразитов в северо-восточном Забайкалье [6]. При этом за основу были взяты основные показатели численности эктопаразитов: индекс обилия, индекс встречаемости, индекс доминирования [2]. Это позволило выделить такие категории, как *доминирующий, содоминирующий, малочисленный* или *редкий* вид.

Цель настоящей работы отразить население паразитических гамазовых клещей (сем. Haemogamasidae, Hirstionyssidae, Laelaptidae, Macronyssidae, Dermanyssidae) мелких млекопитающих (отр. Insectivora, Lagomorpha, Rodentia) России картографически.

Материал, методики, обсуждение. Материалом послужили собственные многолетние сборы автора и публикации авторов по гамазовым клещам более, чем за 50 лет [7]. В процессе составления карты использованы методические наработки В.Н. Байбородина, Т.А. Вершининой, И.В. Коневой [1], И.В. Коневой [3], И.В. Коневой, В.Н. Байбородина, Т.А. Кулябцевой [4], В.Ф. Лямкина [5] и собственный опыт создания карт. Карта населения выполнена на основе ландшафтной карты М 1:25000000.

Карта - **Население паразитических гамазовых клещей в различных природных комплексах России.**

При характеристике населения клещей на разных видах зверьков в раз-

ных природных комплексах России использован индекс Чекановского-Соренсена в вариации без количественных показателей [8].

В связи с тем, что большая часть материалов была разрознена, в работе использован средний индекс общности [9]. Он представляет собой результат усреднения индексов населения клещей на разных видах зверьках. Исходя из этого, мы предлагаем следующие словесные характеристики. $И_{С\ населения}$: 40-45% - сходство слабое; 45.1-50% - сходство среднее; 50.1-55% - сходство высокое; 55.1-60% - сходство очень высокое; выше 60.1% - население клещей на разных видах зверьков практически идентично. На основании полученных данных выделены 4 категории: *доминирующий, содоминирующий, сопутствующий* или *редкий* вид и составлена легенда к карте.

Легенда к карте "Население паразитических гамазовых клещей мелких млекопитающих природных комплексов России"

Субарктические континентальные: **1. Арктотундровые, типичные тундровые, южные тундровые**: доминанты - *H.ambulans,* содоминанты - *L.lemmi, L.semitectus, L.alaskensis, H.isabellinus, A.glasgowi,* сопутствующие - *H.dauricus*[1 1], *H.mandschuricus*[1], *H.serdjkovae*[1], *L.clethrionomydis, E.stabularis, H.nidiformes, H.arvalis, H.eusoricis, H.pavlovskyi*[1], *A.casalis, L.hilaris, L.muris, O.bacoti.* Единично отмечены *H.nidi, H.criceti, M.ingricus, H.musculi*[3].

Субарктические притихоокеанские: **2. Типичные тундровые**: доминанты - *H.ambulans,* содоминанты - *L.semitectus, L.lemmi, H.isabellinus,* сопутствующие - *E.stabularis, A.glasgowi, H.dauricus*[1], *L.clethrionomydis, H.arvalis, H.liponyssoides, H.serdjkovae*[1], *H.mandschuricus*[1], *H.criceti, H.eusoricis, H.pavlovskyi*[1], *A.casalis, O.bacoti.* Единичны - *H.nidi, H.musculi.*

Субарктические притихоокеанские: 3. **Южные тундровые**: доминанты - *H.ambulans,* содоминанты - *L.semitectus, L.lemmi, H.isabellinus, A.glasgowi,* сопутствующие - *H.pavlovskyi*[1], *E.stabularis, H.dauricus*[1], *H.mandschuricus*[1], *H.serdjkovae*[1], *H.criceti, H.eusoricis, H.arvalis, L.clethrionomydis, A.casalis.* Единичны - *H.musculi, H.nidi.*

Бореально-субарктические (лесотундровые).

4. **Умеренно континентальные**: доминанты - *H.ambulans, H.isabellinus,* содоминанты - *L.semitectus,* сопутствующие - *H.nidi, H.nidiformes, H.eusoricis, E.stabularis, H.arvalis, L.clethrionomydis, H.hirsutus, H.horridus, H.liponyssoides, A.glasgowi, O.bacoti.* Единичны - *L.hilaris, L.muris, A.casalis.*

5. **Континентальные и резко континентальные**: доминанты -*H.ambulans, H.isabellinus,* содоминанты - *L.lemmi, L.alaskensis, L.clethrionomydis, A.glasgowi, E.stabularis, H.eusoricis,* сопутствующие – *L.semitectus, H.arvalis, H.amphibius, L.muris, L.multispinosus, L.hilaris, L.pavlovskyi.* Единичны - *A.casalis.*

Бореальные, переходные к субарктическим (лесолуговые): 6. **Притихоокеанские**: доминанты - *H.isabellinus, H.ambulans, H.nidi,* содоминанты - *E.stabularis, A.glasgowi, H.serdjukovae*[1], *H.eusoricis,* сопутствующие – *A.pavlovskyi, E.criceti, L.agilis, O.bacoti.* Единичны - *H.pontiger.*

Бореальные типично умеренно континентальные: 7. **Северотаежные**: доминанты - *E.stabularis, A.glasgowi, H.ambulans,* содоминанты - *H.nidi, H.isabellinus, L.clethrionomydis, H.hirsutus*[2], *H.nidiformes, H.eusoricis, L.hilaris, H.arvalis,* сопутствующие – *H.sciurus, L.agilis,*

---

[1] – виды клещей встречаются только в азиатской части России,

[2] – виды клещей встречаются только в европейской части России,

[3] – все виды клещей приводятся по убыванию.

H.amphibius, L.muris, H.horridus, L.pavlovskyi, H.musculi, L.semitectus, Единичны - *A.casalis, M ingricus*.

8. **Среднетаежные**: доминанты - *E.stabularis, H.nidi, H.isabellinus, H.ambulans,* содоминанты - *A.glasgowi, H.eusoricis, H.arvalis, H.liponyssoides, L.clethrionomydis, L.hilaris, H.nidiformes, H.hirsutus*[2], *L.agilis, H.amphibius,* сопутствующие – *L.micromydis, L.muris, L.pavlovskyi, H.musculi, H.sciurus, E.kolpakovae*. Единичны - *M.ingricus, A.casalis, H.talpae.*

9. **Южнотаежные**: доминанты - *A.glasgowi, H.ambulans, E.stabularis, H.isabellinus,* содоминанты - *H.nidi, L.clethrionomydis, H.eusoricis, H.arvalis, L.hilaris, H.hirsutus*[2], *H.horridus*[2], *H.liponyssoides, H.criceti, H.musculi, L.micromydis, H.talpae,* сопутствующие – *L.pavlovskyi, L.muris, H.amphibius, L.multispinosus, O.bacoti*. Единичны - *M.decumani, M ingricus, M.dubinini, M.gigas A.casalis, E.kolpakovae.*

Бореальные типичные континентальные: 10. **Северотаежные**: доминанты - *H.ambulans, H.isabellinus, E.stabularis, H.eusoricis,* содоминанты – *L.clethrionomydis, H.nidiformes, L.hilaris, H.arvalis, L.lemmi, H.amphibius,* сопутствующие - *L.muris, L.pavlovskyi, H.pontiger, H.apodemi, H.latiscutatus*[1], *H.sciurus, H.transiliensis*[1], *A.casalis,* Единичны - *M.ingricus, M.dubinini.*

11. **Среднетаежные**: доминанты - *E.stabularis, H.ambulans, H.isabellinus, A.glasgowi, H.eusoricis,* содоминанты - *H.arvalis, L.clethrionomydis, L.multispinosus, L.muris, H.amphibius, H.nidiformes, L.hilaris, H.liponyssoides,* сопутствующие - *L.pavlovskyi, H.pontiger, H.transbaicalicus*[1], *H.criceti, H.mandschuricus*[1] *H.latiscutatus, H.sciurus, L.micromydis, A.casalis.* Единичны - *M ingricus, M dubinini*.

12. **Южнотаежные**: доминанты - *H.ambulans, L.clethrionomydis, H.isabellinus, A.glasgowi, E.stabularis, H.arvalis, H.eusoricis,* содоминанты - *H.amphibius, L.multispinosus, L.muris, L.hilaris, H.nidi, H.nidiformes, H.liponyssoides, H.serdjukovae*[1], сопутствующие – *H.mandschuricus*[1], *L.pavlovskyi, H.citelli, H.apodemi, H.gudauricus, H.latiscutatus*[1], *H.talpae, L.micromydis, O.bacoti.* Единичны – *M.gigas, M dubinini, A.casalis.*

Бореальные типичные резко и крайне континентальные: 13. **Северотаежные**: доминанты - *H.ambulans, H.isabellinus, E.stabularis, A.glasgowi, H.eusoricis,* содоминанты - *L.clethrionomydis, L.lemmi, L.semitectus, H.mandschricus*[1], *H.nidiformes, H.serdjukovae*[1], *H.arvalis, E.criceti, E.kolpakovae,* сопутствующие - *H.liponyssoides, H.dauricus*[1], *H.nidi, H.amphibius, H.ivanovi, H.kitanoi*[1], *H.criceti, H.gudauricus, H.musculi, H.pavlovskyi*[1], *L.muris, L.multispinosus, L.nuttali, L.pavlovskyi, O.bacoti, A.casalis.* Единичны - *M.dubinini, M decumani, M.ingricus.* 14. **Среднетаежные**: доминанты - *H.isabellinus, H.ambulans, L.clethrionomydis, A.glasgowi, E.stabularis, H.eusoricis, H.arvalis,* содоминанты - *H.liponyssoides, H.nidiformes, L.muris, H.mandschricus, H.serdjukovae, E.criceti, E.kolpakovae, H.amphibius, L.multispinosus, H.dauricus*[1], *H.pavlovskyi*[1], *H.musculi, L.lemmi, H.nidi,* сопутствующие - *H.hodosi*[1], *H.ivanovi*[1], *H.kitanoi*[1], *H.kusumotoi*[1], *H.pontiger, , H.transbaicalicus*[1], *H.criceti, H.gudauricus, H.talpae, H.tatricus, H.transiliensis*[1], *A.pavlovskyi, L.algericus, L.agilis, L.hilaris, L.micromydis, L.nuttali, L.pavlovskyi, O.bacoti.* Единичны - *H.bujakovi*[1], *H.gontcharovi*[1], *A.casalis, H.timöfejevi*[1], *M.decumani, M ingricus, M.dubinini.* 15. **Южнотаежные**: доминанты - *H.ambulans, A.glasgowi, H.isabellinus, E.stabularis, H.eusoricis, L.clethrionomydis,* содоминанты - *H.arvalis, H.amphibius, E.criceti, E.kolpakovae, H.liponyssoides, H.mandschricus*[1], *H.dauricus*[1], *H.kitanoi*[1], сопутствующие - *H.nidi, H.nidiformes, L.multispinosus, L.muris, H.serdjukovae*[1], *H.pontiger, H.criceti, H.musculi, H.sciurus, L.micromydis, L.nuttali, L.pavlovskyi, H.talpae, H.transbaicalicus*[1], *H.confucianus*[1]. Единичны - *H.tramsiliensis*[1], *A.casalis, A.pavlovskyi, L.algericus, O.sylviarum.*

Бореальные типичные притихоокеанские: 16. **Средне- и южнотаежные**: доминанты - *E.stabularis, A.glasgowi, H.isabellinus,* содоминанты - *H.ambulans, L.clethrionomydis, H.arvalis, H.eusoricis, H.liponyssoides, L.pavlovskyi, O.bacoti.* сопутствующие - *H.dauricus, H.kitanoi*[1], *H.mandschuricus*[1], *H.nidiformes, H.pontiger, H.serdjukovae*[1], *H.criceti, H.musculi, H.sciurus, A.casalis, A.pavlovskyi, E.criceti, E.kolpakovae, L.agilis, L.echidnicus, L.micromydis, L.multispinosus, L.nuttali.*

Бореальные, переходные к суббореальным (подтаежные). 17. **Умеренно континен-**

тальные: доминанты - *E.stabularis, A.glasgowi, H.nidi,* содоминанты - *H.ambulans, H.arvalis, H.criceti, H.horridus*[2], *H.liponyssoides, H.eusoricis, H.isabellinus, L.pavlovskyi,* сопутствующие - *L.multispinosus, L.muris, H.amphibius, L.clethrionomydis, L.hilaris, L.algericus, L.agilis, L.micromydis, O.bacoti, H.musculi, H.sciurus*. Единичны - *A.casalis, M.ingricus, M.gigas.* 18. **Континентальные**: доминанты – *H.nidi, E.stabularis, H.isabellinus, A.glasgowi, H.arvalis,* содоминанты – *H.ambulans, L.clethrionomydis, L.hilaris, H.eusoricis, H.horridus*[2], *H.hirsutus*[2], сопутствующие - *H.amphibius, H.liponyssoides, L.multispinosus, L.muris, L.pavlovskyi, H.nidiformes, L.micromydis.* Единичны - *H.musculi, A.casalis, M.ingricus, O.bacoti.* 19. **Притихоокеанские**: доминанты – *L.clethrionomydis, E.stabularis, H.isabellinus,* содоминанты – *H.ambulans, A.glasgowi, H.eusoricis, H.liponyssoides, H.mandschuricus, H.arvalis, H.amphibius, H.nidi, H.nidiformes, H.serdjukovae, H.criceti,* сопутствующие - *H.dauricus, H.eversmanni, H.musculi, H.sciurus, H.talpae, A.pavlovskyi, E.criceti, E.kolpakovae, L.hilaris, L.multispinosus, L.pavlovskyi.* Единичны - *A.casalis, M.dubinini.*

Суббореальные гумидные (широколиственные): 20. **Слабо континентальные**: доминанты – *H.isabellinus,* содоминанты - *E.stabularis, H.ambulans, A.glasgowi, H.nidi, H.arvalis, H.eusoricis,* сопутствующие – *L.clethrionomydis, H.hirsutosimilis*[2], *H.hirsutus*[2], *H.criceti, H.eversmanni, H.musculi, A.casalis, H.amphibius, L.agilis, L.hilaris, L.muris, L.pavlovskyi*. 21. **Умеренно континентальные**: доминанты - *A.glasgowi, L.clethrionomydis,* содоминанты - *H.isabellinus, H.ambulans, E.stabularis, H.arvalis, L.nuttalli, H.eusoricis, O.bacoti, H.liponyssoides,* сопутствующие - *H.dauricus, H.mandschuricus*[1], *H.serdjukovae*[1], *H.criceti, H.eversmanni, H.musculi, H.pontiger, A.pavlovskyi, L.hilaris, L.micromydis, L.multispinosus, L.pavlovskyi,* Единичны - *A.casalis, M.dubinini.* 22. **Притихоокеанские**: доминанты – *H.nidi, A.glasgowi,* содоминанты – *H.ambulans, H.eusoricis, H.isabellinus, E.stabularis, H.hirsutus, H.horridus, H.hirsutosimilis, H.arvalis, L.pavlovskyi, H.liponyssoides,* сопутствующие - *L.agilis, L.clethrionomydis, H.ivanovi, H.criceti, H.eversmanni, H.musculi, H.pauli, H.amphibius, L.hilaris, L.multispinosus, H.meridianus, L.muris.* Единичны - *M.gigas, A.casalis, A.semidesertus.*

Суббореальные семигумидные (лесостепные): 23. **Континентальные**: доминанты – *A.glasgowi, H.arvalis, H.isabellinus, E.stabularis,* содоминанты – *H.ambulans, H.eusoricis, H.nidi, L.muris, L.multispinosus, H.amphibius,* сопутствующие – *L.clethrionomydis, L.hilaris, H.nidiformes, H.liponyssoides, H.citelli, H.dauricus, H.ivanovi, H.kitanoi, H.transbaicalicus, H.branchardi, H.criceti, H.eversmanni, H.latiscutatus, H.musculi, H.talpae, H.transiliensis, A.casalis, A.pavlovskyi, E.kolpakovae, L.pavlovskyi, L.micromydis.* Единичны – *M.dubinini, M.ingricus, H.mandschuricus.*

Суббореальные семиридные умеренно континентальные: 24. **Северные, средние, южные степные**: доминанты - *A.glasgowi,* содоминанты - *H.arvalis, E.stabularis, H.isabellinus,* сопутствующие - *H.criceti, L.agilis, L.hilaris, L.jettmani, H.citelli, H.dauricus, H.hirsutosimilis, H.hirsutus, H.ivanovi, H.nidi, H.musculi, A.semidesertus, L.algericus, L.clethrionomydis, L.micromydis, L.multispinosus, L.muris, H.ambulans, L.pavlovskyi, O.bacoti.* Единичны - *M.ingricus, M.rossicus, M.gigas.*

Суббореальные семиаридные континентальные: 25. **Северные, средние, южные степные**: доминанты – *A.glasgowi, H.isabellinus,* содоминанты – *H.nidi, H.ambulans, E.stabularis, E.criceti, H.arvalis, O.bacoti,* сопутствующие – *L.clethrionomydis, L.hilaris, L.multispinosus, L.muris, H.criceti.* Единичны - *H.transbaicalicus, H.apodemi, H.eusoricis, H.talpae, H.transiliensis, A.semiserdus, E.kolpakovae, H.amphibius, L.algericus, H.musculi, L.micromydis, L.agilis.* Единичны – *H.gudauricus, M.dubinini, M.ingricus.*

Суббореальные семиаридные резко и крайне континентальные: 26. **Степные**: доминанты - *H.ambulans, H.isabellinus, L.clethrionomydis, E.stabularis, A.glasgowi,* содоминанты - *H.eusoricis, H.liponyssoides, H.mandschuricus, H.nidi, H.nidiformes, A.pavlovskyi, E.criceti, H.arvalis, O.bacoti, L.jettmani, L.multispinosus, L.muris,* сопутствующие - *H.amphibius, H.citelli, L.pavlovskyi, H.dauricus, H.serdjukovae*[1], *H.hodosi, H.ivanovi, H.kitanoi, H.kusumotoi, H.pontiger, H.criceti, H.musculi, H.sciurus, H.transciliensis, A.casalis, E.kolpakovae, L.algericus, L.nuttali, L.agilis, L.lemmi, L.micromydis, L.hilaris.* Единичны - *H.timofejevi*[1], *H.transbaicalicus,*

H.confucianus, H.gudauricus, M.dubinini, M.gigas, O.sylviarum.

Суббореальные аридные континентальные: 27. **Полупустынные**: доминанты – *A.glasgowi,* содоминанты – *E.criceti, E.stabularis, H.amphibius, H.arvalis, L.algericus, L.jettmani,* сопутствующие - *H.citelli, H.hirsutosimilis*[2], *H.apodemi, H.branchardi, H.eusoricis, H.eversmanni, H.gudauricus, H.isabellinus, A.casalis, E.kolpakovae, L.hilaris, L.multispinosus, L.muris.* Единичны – *M ingricus, M.dubinini.*

Суббореальные экстрааридные континентальные: 28. **Северные пустынные, южные пустынные**: доминанты - *A.glasgowi,* содоминанты - *E.stabularis, E.kolpakovae, H.citelli, H.amphibius, H.arvalis, H.isabellinus, H.macedonicus, L.algericus, L.muris, L.jettmani, L.echidnicus, H.musculi,* сопутствующие - *A.casalis, L.hilaris, A.semidesertus, L.pavlovskyi, H.nidi, H.criceti.*

Выводы. 1. Доминирующим видом чаще всего является *H.ambulans* Thorell., однако в полупустынных и северопустынных природных зонах он отсутствует и сменяется на *A.glasgowi* Ewing.

2. Чаще всего содоминирующими видами являются *E.stabularis* C.L.Koch, *H.isabellinus* Oudms. и *A.glasgowi.*

Ключевые слова: Паразитические гамазовые клещи, мелкие млекопитающие, карта населения, Россия.

Key words: Parasitic gamasid ticks, small mammals, population map, Russia.

Список литературы

1. *Байбородин В.Н.* Карта “Иксодовые клещи Азиатской России” масштаба 1:8000000 / *В.Н. Байбородин, Т.А. Вершинина, И.В. Конева* // Опыт создания карты иксодовых клещей Азиатской России. – Иркутск: Тип. Ин-та географии СО АН СССР, 1974. – 84 с.

2. *Беклемишев В.Н.* Биоценологические основы сравнительной паразитологии / *В.Н. Беклемишев* – М.: Наука, 1970. – 502 с.

3. Конева И.В. Грызуны и зайцеобразные Сибири и Дальнего Востока (пространственная структура населения) / И.В.Конева. - Новосибирск: Наука, 1983. – 215 с.

4. Конева И.В. Грызуны и зайцеобразные: Карта-вкладка: Масштаб 1:7500000 / И.В. Конева, В.Н. Байбородин, Т.А. Кулябцева // Картографирование населения грызунов и зайцеообразных Азиатской России. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО АН, 1988. – 59 с.

5. Лямкин В.Ф. Экология и зоогеография млекопитающих межгорных котловин Байкальской рифтовой зоны / В.Ф. Лямкин. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 132 с.

6. *Никулина Н.А.* Мелкие млекопитающие и их эктопаразиты в районе строительства БАМ (Чарская котловина) / *Н.А. Никулина*: Дисс. на соиск.уч. степени к.б.н., Л., 1981. – 24 с.

7. *Никулина Н.А.* Каталог паразитических гамазовых клещей млекопитающих Северной Евразии / *Н.А. Никулина* - СПб.: Тип.” Акционер и К°”, 2004. – 170 с.

8. *Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / *Ю.А. Песенко* - М.: Мысль, 1982. – 288 с.

9. *Тагильцев А.А.* Изучение членистоногих убежищного комплеса в природных очагах трансмиссивных вирусных инфекций / *А.А. Тагильцев, Л.Н. Тарасевич, И.И. Богданов, В.В. Якименко* // Руководство по работе в полевых и лабораторных условиях / Принципы и методы. – Томск: Изд-во Томск. ГУ. – 1990. – 105 с.

References

1. Bajborodin V.N. *Karta “Iksodovye klewi Aziatskoj Rossii” masshtaba 1:8000000* / V.N. Bajborodin, T.A. Vershinina, I.V. Koneva // Opyt sozdanija karty iksodovyh klewej Aziatskoj Rossii. – Irkutsk: Tip.In-ta geografii SO AN SSSR, 1974, 84 p.

2. Beklemishev V.N. *Biocenologisheslie osnovi sravnitelnoi parazitologii* / V.N. Beklemishev // – M.: Nauka, 1970, 502 p.

3. Koneva I.V. *Gryzuny i zajceobraznye Sibiri i Dal'nego Vostoka (prostran-stvennaja struktura naselenija)* / I.V. Koneva // Novosibirsk: Nauka, 1983, 215 p.

4. Koneva I.V. *Gryzuny i zajceobraznye: Karta-vkladka: Masshtab 1:7500000* / I.V. Koneva, V.N. Bajborodin, T.A. Kuljabceva // Kartografirovanie naselenija gryzunov i zajceoobraznyh Aziatskoj Rossii. – Irkutsk, 1988, 59 p.

5. Ljamkin V.F. *Jekologija i zoogeografija mlekopitajuwih mezhgornyh kotlovin Bajkal'skoj riftovoj zony* / V.F. Ljamkin //. – Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii SO RAN, 2002, 132 p.

6. Nikulina N.A. *Melkie mlekopitajuwie i ih jektoparazity v rajone stroitel'stva BAM (Charskaja kotlovina)* / N.A. Nikulina: Avtoref. Diss. na soisk.uch.stepeni k.b.n., L., 1981, 24 p.

7. Nikulina N.A. *Katalog paraziticheskih gamazovyh klewej mlekopitajuwih Sever-noj Evrazii* / N.A. Nikulina //. - SPb.: Tip." Akcioner i Ko", 2004, 70 p.

8. Pesenko Ju.A. *Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskih issledovanijah* / Ju.A. Pesenko. - M.:Mysl', 1982, 288 p.

9. Tagil'cev A.A. *Izuchenie chlenistonogih ubezhiwnogo komplesa v prirodnyh ochagah transmissivnyh virusnyh infekcij* / A.A. Tagil'cev, L.N. Tarasevich, I.I. Bogdanov, V.V. Jakimenko // Rukovodstvo po rabote v polevyh i laboratornyh uslovijah / Principy i metody – Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos.un-ta, 1990, 105 p.

UDC 595.422

Summary

MAP OF PARASITIC GAMASID TICKS' POPULATION IN RUSSIA

Nikulina N.A.

The paper presents the data, on the basis of which the map of parasitic gamasid ticks' population (Genus Haemogamasidae, Hirstionyssidae, Laelaptidae, Macronyssidae, Dermanyssidae) of small mammals (Insectivora, Lagomorpha, Rodentia), which have a significants role in medicine and veterinary, has been developed. The classification within the verbal characteristics: dominate, co-dominate, concomitant and rare species, has been developed. It has been found that *H.ambulans* Thorell.,1872, *H.isabellinus* Oudms.,1913, *A.glasgowi* Ewing., 1925, *E.stabularis* C.L.Koch.,1836 (Berl., 1903), which habe the high ecological plasticity, are the most dominate or co-dominate species.

Сведения об авторе:

Никулина Наталья Александровна – доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и экологии факультета охотоведения. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664007, Россия, г.Иркутскб ул.Тимирязева, 59, тел. 8(3952)290660, e-mail: nikulina@igsha.ru).

Information about the author:

Nikulina Natalia A. – PhD in biology, Doctor of Biological Sciences, Professor of Department of General Biology and Ecology, Faculty of Wild Life Management, Irkutsk State Academy of Agriculture (Timirjaseva st., 59, Irkutsk, Russia, 664007, phone: 8(3952)290660, e-mail: nikulina@igsha.ru).

УДК 57 (574.52; 574.83), 551 (551.506.9)

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПЛАНКТОНА В ПЕРИОД "ОТКРЫТОЙ" ВОДЫ 2009-2010 гг. (т. № 1, Южный Байкал)

Е.В. Пислегина

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Материалом для настоящей работы послужили данные по содержанию хлорофилла „а" и численности зоопланктона за период „открытой" воды 2009-2010 гг., по температуре воды как одного из измеряемых во время отбора проб гидрологических параметров, а также сведения погодной станции *Vantage Pro 2* (направление ветра и количество осадков).

Установлено, что одним из основных факторов для развития планктона является продолжительность ледового покрова, т.к. от сроков ледостава зависит прогревание водной толщи. Также установлено, что в 2009 г. развитие фитопланктона глубоководной части Южного Байкала лимитировалось поступлением биогенов, а в 2010 г. – температурным фактором. Для развития зоопланктона в 2009 г. были созданы более благоприятные условия, чем в 2010 г.

Развитие байкальского планктона с момента освобождения озера ото льда до его ледостава (период “открытой” воды) обсуждается здесь с позиции влияния различных погодных условий, которые непосредственно или опосредованно изменяют как гидрологические, так и гидробиологические показатели в Южной котловине Байкала.

Цель работы – сравнить динамику развития планктона глубоководной части Южного Байкала в разные по метеорологическим и гидрологическим условиям годы.

Материал и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужили данные по содержанию хлорофилла “а” и численности зоопланктона за период “открытой” воды 2009-2010 гг., данные по температуре воды как одного из измеряемых во время отбора проб гидрологических параметров, а также данные погодной станции Vantage Pro 2 (направление ветра и количество осадков).

Пробы воды для определения **концентрации хлорофилла “а”** отбирались на постоянной станции (точка № 1), которая находится на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м против биостанции НИИ биологии при ИГУ (пос. Большие Коты). В это же время производились замеры температуры (встроенным в батометр ртутным термометром). Концентрацию хлорофилла “а” определяли стандартным спектрофотометрическим методом после фильтрования через нуклеопоровые фильтры с диаметром пор 0.7 мкм [7]. Отбор проб **зоопланктона** проводился планктонной сетью Джеди с диаметром входного отверстия 37.5 см и фильтрующим конусом из мельничного сита № 55 (100 мкм) послойно от поверхности до 250 м. В работе использованы данные по численности зоопланктона в слое 0-25 м. После фиксирования и отстаивания пробы концентрировали; осадок исследовали в счетной камере при помощи светового микроскопа [5]. Для определения видовой принадлежности зоопланктона использовали справочники-определители [1].

При анализе данных по концентрации хлорофилла “а” и температуре воды в слое 0-25 м использовались средневзвешенные значения, рассчитанные как взвешенная арифметическая средняя [4].

Анализ данных был проведен при помощи программы MS Excel.

Результаты и обсуждение. Метеоусловия 2009-2010 гг. различались почти по всем показателям: разный срок ледового периода, количество осадков, скорость и направление ветра, значение солнечной радиации, периоды прямой температурной стратификации, температура воздуха и, как следствие, различный характер прогревания воды обусловили разницу в развитии планктона в эти годы. Для данного исследования из метеорологических условий интерес представляют показания количества осадков и направления ветра, которые

представлены ниже (табл.).

Таблица – **Данные погодной станции Vantage Pro 2 о направлении ветра и количестве осадков на западном побережье Южного Байкала (р-н пос. Б.Коты) в период “открытой” воды 2009-2010 гг.**

Месяцы	Кол-во осадков (мм)	Направление ветра (м/с)
Май	* / 43.4	* / N
Июнь	9.1 / 59.2	S / SW
Июль	38.9 / 121.9	NNE / SW
Август	34.0 / 63.8	NNE / N
Сентябрь	4.8 / 38.4	NNE / N
Октябрь	0.5 / 4.1	N / N
Ноябрь	1.0 / 0.0	N / N
Декабрь	–	N / N
Итого	88.3 / 330.8	NNE, N / N

Примечание: над чертой – данные 2009 г., под чертой – данные 2010 г.
* – нет данных/

Из данных, представленных в табл. видно, что в 2009 г. за период май-декабрь суммарное количество осадков составило 88.3 мм, а в 2010 г. – 330.8 мм, что почти в 4 раза превысило таковое в 2009 г. Так же есть различия по господству ветров различного направления в эти годы. В летне-осенний период 2009 г. господствовали ветра как северо-восточного, так и северного направления (табл. 1). Известно, что ветра северо-восточного направления могут “корректировать” количество планктона, принося более прогретую и богатую планктоном воду с Селенгинского мелководья [6]. В 2010 г. в районе исследования господствовал ветер северного направления, который благоприятно влияет на поднятие глубинных вод, богатых биогенными элементами, а следовательно и на развитие фитопланктона.

Характер динамики концентрации хлорофилла “а” и температуры воды в рассматриваемый период в слое 0-25 м в 2009-2010 г. представлен ниже (рис. 1).

А Б

Рисунок 1 – **Среднемесячные средневзвешенные значения концентрации хлорофилла “а” (А) и температуры (Б) в слое 0-25 м в период “открытой” воды 2009-2010 гг. в пелагиали Южного Байкала (точка № 1). Шаг по оси Y – средние значения концентрации хлорофилла “а” и температуры, рассчитанные для период “открытой” воды 2009-2010 гг.**

В мае 2009 г. концентрация хлорофилла “а” была ниже своего среднего за исследуемый период (0.88±0.12 мг/м^3) на 0.18, а в 2010 г. – выше на 0.31 мг/м^3. В июне 2009 г. количество хлорофилла “а” было сравнимо с таковым в декабре, а в 2010 – со значением в ноябре. В июле наблюдается обратная картина: в 2009 г. значения выше на 0.27, в 2010 г. – ниже на 0.18 мг/м^3. Начиная с июля 2009 г., значения концентрации хлорофилла “а” в слое 0-25 м выходят на своеобразное плато, где они изменяются незначительно и длится этот период до конца октября.

В 2010 г. концентрация хлорофилла “а” постепенно нарастает, начиная с июля, и достигает своего пика в сентябре, плавно понижаясь к декабрю. Пик в слое 0-25 м превышал свое среднее значение более, чем в два раза (рис. 1).

Как видно из рис. 1 (Б), прогревание воды в 2009 г. в слое 0-25 м шло быстрее, чем в 2010 г. Так, в июле 2009 г. температура исследуемого слоя была выше среднего, рассчитанного для периода открытой воды 2009-2010 гг. (6.2±0.8°С) на 3.3°С, а в 2010 г. – ниже на 1.3°С. К августу 2009 г. температура была выше своего среднего на 5.2°С, а в 2010 г. лишь на 2.5°С. Для 2009 г. температура августа так и осталась максимальной для слоя 0-25, а в 2010 г. максимум отмечен в сентябре и был выше среднего на 3.0 °С.

Как было отмечено выше, за период с июля по октябрь 2009 г. в динамике концентрации хлорофилла “а” наблюдается своеобразное плато (рис. 1 (А)), возможные причины которого могут быть следующие. Первая – это выедание фитопланктона зоопланктерами, в частности, растительноядной эндемичной эпишурой (*Epischura baicalensis* Sars, Copepoda, Calanoida) которая в июле образует второй годовой максимум [2] (рис. 2).

А Б

Рисунок 2 – **Динамика среднемесячных значений средневзвешенной концентрации хлорофилла “а”, суммарная численность эпишуры (А) и сумма численностей циклопа, коловраток и кладоцер (Б) в период “открытой” воды 2009 г. в слое 0-25 м.**

Далее, в августе-октябре 2009 г., при прогревании верхнего, трофогенного слоя, происходит естественный рост численности летне-осеннего теплолюбивого комплекса зоопланктона (палеарктический вид *Cyclops kolensis* Lill. (Copepoda, Cyclopoida), таксономические группы Cladocera и Rotifera), выедающего фитопланктон, что, естественно, отражается на его количественных показателях (рис. 2 (Б). Таким образом, с июля по октябрь 2009 г. зоопланктон весьма существенно мог сдерживать развитие фитопланктона в верхнем, 25-ти метровом слое воды.

В 2010 г. в связи с поздним вскрытием озера ото льда и недостаточным прогреванием воды холодолюбивая эпишура только в июле могла повлиять на развитие фитопланктона (рис. 3).

Однако, судя по всему (рис. 3 (А), ей самой было недостаточно корма для роста молоди. Так, численность эпишуры за период “открытой” воды в 2009 г. в среднем составила 362.2 тыс. экз./м^2, а в 2010 г. почти в 2 раза меньше – 181.9 тыс. экз./м^2. Развитие теплолюбивого комплекса зоопланктона также различалось в количественном отношении (рис.3 (Б). Так в 2009 г. их суммарная численность составила 95.5 тыс. экз./м^2, а в 2010 г. – 7.0 тыс. экз./м^2, т.е. была меньше примерно в 14 раз. Как видно из рис. 3, развитие фитопланктона и зоопланктона в 2010 г. шло практически параллельно и независимо друг от друга.

А

Б

Рисунок 3 – **Динамика среднемесячных значений средневзвешенной концентрации хлорофилла “а”, суммарная численность эпишуры (А) и сумма численностей циклопа, коловраток и кладоцер (Б) в период “открытой” воды 2010 г. в слое 0-25 м.**

Второй причиной недостаточного развития фитопланктона в 2009 г. может быть засушливое лето. Так, летний максимум суммарного количества осадков зафиксирован в июле – 38.9 мм. В этот же месяц 2010 г. осадков было больше в 3 раза – 122 мм. За период июнь-сентябрь 2009 г. выпало всего 88.3 мм осадков, а за этот же период в 2010 г. – 330.8 мм (см. табл.), что сопоставимо со среднемноголетним годовым значением (331 мм), рассчитанным для данной местности [3]. Известно, что при достаточном поступлении атмосферных осадков увеличивается речной сток, обеспечивая приток в озеро биогенных элементов, жизненно необходимых для развития фитопланктона. Количество фитопланктона в летне-осенний период 2009 г. скорее “корректировалось” господством ветра северо-восточного направления [6]. Однако для развития зоопланктона были созданы более благопроятные условия, что сказалось на его численности.

Кроме этого, в летне-осенний период 2010 г. в районе исследования господствовал ветер северного направления (табл.), который способствует поднятию с глубин воды, обогащенной биогеннами, а значит, и развитию фитопланктона. Однако, несмотря на наличие условий повышенного поступления биогенов, низкая температура воды в 2010 г. лимитировала интенсивность развития не только теплолюбивого мелкоклеточного фитопланктона, но и зоопланктона.

Выводы. Таким образом, различия по метео- и гидрологическим условиям в районе исследования в 2009-2010 гг. повлияли на различия в развитии планктона глубоководной части Южного Байкала в верхнем слое воды.

В 2009 г. развитие фитопланктона в летне-осенний период лимитировалось, скорее всего, поступлением биогенов, а в 2010 г. – температурой воды.

Однако в 2009 г. условия для развития зоопланктона были более благоприятными, чем в 2010 г.

Ключевые слова: Фитопланктон, зоопланктон, температура воды, метеоусловия, Южный Байкал.

Key words: Phytoplankton, zooplankton, water temperature, weather conditions, Southern Baikal.

Список литературы

1. Атлас и определитель пелагобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) (Справочники и определители по фауне и флоре озера Байкал) / Отв.ред. *О.А. Тимошкин* – Новосибирск: Наука, 1995. – 694 с.
2. *Афанасьева Э.Л.* Биология байкальской эпишуры / *Э.Л. Афанасьева* – Новосибирск: Наука, 1977. – 144 с.
3. *Верболов В.И.* Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал/ *В.И.Верболов, В.М Сокольников, М.Н. Шимараев* – М.: Наука, 1965. – 371 с.
4. *Закс Л.* Статистическое оценивание / *Л.Закс* – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
5. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом / *О.М. Кожова, Н.Г. Мельник* – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1978. – 50 с.
6. *Пислегина Е.В.* Влияние ветра на обилие планктона в период прямой термической стратификации 2009 г. в Южном Байкале (р-н пос. Большие Коты) / *Е.В. Пислегина, К.С. Щапов, Л.Р. Изместьева* // Изв. ИГУ. Серия “Биология. Экология”. 2011, Т.4, № 1. С. 67-72.
7. Report of SCOR–UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments. – Paris: UNESCO, 1964. – 12 p.

References

1. *Atlas i opredelitel' pelagobiontov Bajkala (s kratkimi ocherkami po ih jekolo-gii) (Spravochniki i opredeliteli po faune i flore ozera Bajkal)* / Otv.red. O.A. Timoshkin. – Novosibirsk: Nauka, 1995, 694 p.
2. Afanas'eva Je.L. *Biologija bajkal'skoj jepishury* / Je.L. Afanas'eva. – Novosi-birsk: Nauka, 1977, 144 p.
3. Verbolov V.I. *Gidrometeorologicheskij rezhim i teplovoj balans ozera Bajkal* / V.I. Verbolov, V.M. Sokol'nikov, M.N. Shimaraev. – M.: Nauka, 1965, 371 p.
4. Zaks L. *Statisticheskoe ocenivanie* / L. Zaks. – M.: Statistika, 1976, 598 p.
5. *Instrukcija po obrabotke prob planktona schetnym metodom* / O.M. Kozhova, N.G. Mel'nik; Otv. red. G.I. Pomazkova. – Irkutsk: Izd-vo IGU, 1978, 50 p.
6. Pislegina E.V. *Vlijanie vetra na obilie planktona v period prjamoj termiche-skoj stratifikacii 2009 g. v Juzhnom Bajkale (r-n pos. Bol'shie Koty)* / E.V. Pislegina, K.S. Wapov, L.R. Izmest'eva // Izv. IGU. Serija “Biologija. Jekologija”, 2011, vol.4, no.1, pp. 67-72.
7. *Report of SCOR–UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments* – Paris: UNESCO, 1964,12 p.

UDC 572 (574.52), 551 (551.506.9)

Summary

DYNAMICS OF PLANKTON DEVELOPMENT DURING THE “OPEN” WATER FOR THE PERIOD OF 2009-2010 (№1, SOUTHERN BAIKAL)

Pislegina E.V.

The material for this work was the data on the content of chlorophyll “a” and the number of zooplankton during “open” water for the period of 2009-2010, on the water temperature as one of the measured point during sampling of hydrological parameters, as well as on the information of the weather station *Vantage Pro 2* (wind direction and precipitation).

It was established that one of the main factors for the plankton development is the duration of ice cover, since water thickness depends on the timing of ice-formation. It was also found that in 2009 the phytoplankton development of deep-water part of the Southern Baikal was limited by nutrient intake, and in 2010 - by the temperature factor. For the development of zooplankton in 2009 there were developed more favorable conditions than in 2010.

Сведения об авторе:
Пислегина Елена Васильевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, тел: (3952) 243077, e-mail: Helga_64@mail.ru).

Information about the author:
Pislegina Elena V. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: Helga_64@mail.ru).

УДК 57 (574.52; 574.83)

УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАНКТОНА (ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА) ПОДО ЛЬДОМ (на примере данных 2010 г., т. № 1, пос. Бол. Коты, Ю. Байкал)

Е.В. Пислегина, К.С. Щапов

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Установление ледового покрова в 2010 г. на оз. Байкал завершилось к 10 января (данные прибора MODIS спутника Terra). Начало его разрушения (Южный Байкал) зафиксировано 18 мая 2010 г., а полностью завершено (Северный Байкал) лишь к началу июня. Таким образом, ледовый период в 2010 г. продлился почти 5 месяцев. Развитие планктона (фито-, зоопланктона) и изменение прозрачности в глубоководной части озера Байкал в подледный период 2010 г. происходит вслед за увеличением температуры воды, которая, в свою очередь растет вслед за естественным увеличением солнечной радиации в районе исследования. Средневзвешенное значение концентрации хлорофилла „а" в слое 0-25 м изменялось от 0.69 (17 февраля) до 2.86 (30 марта) со средним 1.63±0.41 мг/м^3.

Озеро Байкал замерзает ежегодно. Под ледовым покровом продолжается активная жизнь. В малоснежные зимы из-за высокой прозрачности льда на Байкале отмечается массовое развитие водорослей, или подледное весеннее цветение, при котором численность и биомасса водорослей достигают уровня, характерного для водоемов мезотрофного типа [11]. Чаще всего такое бурное развитие наблюдается у одного, реже у нескольких видов фитопланктона родов Aulacoseira, Gymnodinium, Synedra, Dinobrion, и может продолжаться до мая – начала июня [9]. Также известно, что вид-эдификатор байкальского зоопланктона – растительноядная эндемичная копепода *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) – в зимне-весенний период дает свою первую годовую вспышку численности [2].

Цель работы: провести анализ условий (степень влияния солнечной радиации, температуры и прозрачности воды), необходимых для развития планктона (фито- и зоопланктона) подо льдом (на примере данных 2010 г., т. № 1, пос. Бол. Коты, Ю.Байкал).

Материал и методы исследования. Материалом для работы послужили данные, собранные в подледный период 2010 г. авторами.

Количество солнечной радиации (Вт/м^2) измерено при помощи погодной

станции Vantage Pro 2, установленной на биостанции НИИ биологии в пос. Большие Коты (Южный Байкал).

В качестве меры биомассы водорослей использовали содержание **хлорофилла "а"** в воде. Пробы воды для его определения отбирали на постоянной станции (точка № 1), которая находится на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м против биостанции НИИ биологии (пос. Большие Коты). В это же время производились замеры температуры (встроенным в батометр ртутным термометром) и прозрачности воды (диск Секки). Концентрацию хлорофилла "а" определяли стандартным спектрофотометрическим методом после фильтрования через нуклеопоровые фильтры с диаметром пор 0.7 мкм [10]. Отбор проб **зоопланктона** проводился планктонной сетью Джеди с диаметром входного отверстия 37.5 см и фильтрующим конусом из мельничного сита № 55 (100 мкм). После фиксирования и отстаивания их концентрировали; осадок исследовали в счетной камере при помощи светового микроскопа [5]. Для определения видовой принадлежности зоопланктона использовали справочники-определители [1].

При анализе данных по концентрации хлорофилла "а" и температуры воды в слое 0-25 м использовались средневзвешенные значения, рассчитанные как взвешенная арифметическая средняя [3].

Статистическая обработка проведена при помощи программы MS Excel.

Результаты и обсуждение. Установление ледового покрова в 2010 г. на оз. Байкал завершилось к 10 января (данные прибора MODIS спутника Terra). Начало его разрушения (Южный Байкал) зафиксировано 18 мая 2010 г. и было полностью завершено (Северный Байкал) лишь к началу июня. Таким образом, ледовый период в 2010 г. продлился почти 5 месяцев.

Значения солнечной радиации, прозрачности, температуры воды концентрации хлорофилла "а" и численности зоопланктона в слое 0-25 м районе исследования представлены в таблице.

Таблица – **Показатели солнечной радиации, прозрачности, температуры воды концентрации хлорофилла "а" и численности зоопланктона в слое 0-25 м в подледный период 2010 г. (п. Большие Коты, точка № 1).**

Дата	Солнечная радиация, Вт/м^2	Прозрачность, м	Температура, °С	Концентрация хлорофилла, мг/м^3	Численность зоопланктона тыс.экз/м^2
17.02.2010	169.4	21.0	0.38	0.69	213.8
26.02.2010	239.1	17.0	0.52	0.91	377.9
16.03.2010	303.1	14.0	0.52	1.33	367.2
24.03.2010	271.9	12.5	0.60	2.34	581.9
30.03.2010	341.8	11.0	0.58	2.86	292.7
Среднее	265.1±29.3	15.1±1.8	0.52±0.04	1.63±0.42	366.7±61.3

По данным табл. хорошо прослеживается следующая тенденция: с увеличением солнечной радиации увеличивается температура воды, концентрация

хлорофилла “а”, растет численность зоопланктона (до определенного времени) и, как следствие, уменьшается прозрачность воды.

Динамика концентрации хлорофилла “а”, температуры воды численности зоопланктона в слое 0-25 м, а также значения прозрачности и солнечной радиации в районе исследования представлена на рис. 1.

Рисунок 1 – **Динамика концентрации хлорофилла “а”, численности зоопланктона, прозрачности, температуры воды и солнечной радиации в слое 0-25 м в подледный период 2010 г. (п. Большие Коты, т. № 1).**

Температура воды в слое 0-25 м изменялась от 0.38 (17 февраля) до 0.60 (24 марта) со средним значением 0.52±0.04 ºС. Увеличение температуры росло постепенно от февраля к марту и было обусловлено прогреванием верхнего слоя вод, которое начинается сразу же после установления ледяного покрова за счет проникновения через него солнечной радиации. В связи с этим начинается подтаивание льда снизу и поступление в верхние слои воды его расплавов, обогащённых магнием, что, наряду с другими факторами, имеет положительное значение для развития подо льдом ранневесенних видов водорослей [6].

Максимальное значение прозрачности воды наблюдалось 17 февраля и составляло 21 м, минимальное значение было зафиксировано 30 марта (11 м) со средним значением 15.1±1.7 м (рис. 1). Известно, что изменчивость прозрачности воды в районе исследования обусловлена степенью развития планктона [4], что подтверждается нашими данными.

Средневзвешенное значение концентрации хлорофилла “а” в слое 0-25 м изменялось от 0.69 (17 февраля) до 2.86 (30 марта) со средним 1.63±0.41 мг/м^3. Постепенное увеличение концентрации хлорофилла “а” от февраля к марту тесно связано с увеличением температуры воды (рис. 2).

А Б

Рисунок 2 – **Зависимость средневзвешенных значений концентрации хлорофилла “а” от температурыводы (А), а также прозрачности воды от средневзвешенных значений концентрации хлорофилла “а” (Б) в слое 0-25 м в подледный период 2010 г. (п. Большие Коты, точка № 1)**

Зависимость концентрации хлорофилла “а” от температуры воды носит положительный характер с достаточно высоким уровнем достоверности аппроксимации R^2=0.66, а теснота связи прозрачности и концентрации хлорофилла “а” отрицательная с R^2=0.82.

Степень развития фитопланктона в пелагиали достаточно тесно связана с количеством поступающей солнечной радиации, которая увеличивается от января к апрелю и носит естественный характер. Теснота связи температуры, концентрации хлорофилла “а” и величиной солнечной радиации носят в этот период положительный характер, а зависимость прозрачности от солнечной радиации, естественно, отрицательна (рис. 3).

Рисунок 3 – **Зависимость прозрачности (м), температуры (°С) и концентрации хлорофилла "а" (мг/м^3) от солнечной радиации (Вт/м^2) в подледный период 2010 г. (п. Большие Коты, точка № 1).**

Изменение численности зоопланктона в глубоководной части Южного Байкала в подледный период 2010 г. шло вслед за изменением биомассы водорослей. Так, минимальное значение численности зафиксировано 17 февраля (213.8), максимальное – 24 марта (581.9), а средняя составила 366.7±61.3 тыс.экз./м^2. Падение численности зоопланктона в слое 0-25 м зафиксировано 30 марта. Скорее всего, зоопланктон мигрировал в более глубокие слои из-за интенсивного развития водорослей. Известно, что основу зоопланктона пелагиали составляет растительноядная эндемичная копепода *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) – эпишура. В подледный период 2010 г. её численность составила 95% от общей (рис. 4).

Рисунок 4 – **Доля *E.baicalensis, Cyclops kolensis* Lill. (Copepoda, Cyclopoida) и таксономических групп байкальского зоопланктона (ветвистоусые и коловратки) в слое 0-25 м в подледный период 2010 г. (п. Большие Коты, точка № 1).**

Ранее установлено, что в годы, когда в массе развивается нитчатая водоросль *Aulacoseira* (=*Melosira) baicalensis* развитие эпишуры зимне-весеннего поколения в подледный период происходит до начала её массовой вегетации [2]. Численность этого рачка продолжает расти в начале вегетации *A.baicalensis* до тех пор, пока количество водорослей не превысит десятков и сотен тысяч

клеток на литр. Затем нарастание численности науплиусов затухает, и основная масса рачка покидает зону фотосинтеза. При этом количество водорослей во много раз превосходит численность эпишуры [2].

Все выше сказанное дает основание предположить, что в подледный период 2010 г. в массе развивалась *A.baicalensis*, что послужило основной причиной уменьшения численности зоопланктона в конце марта. Об этом говорит и теснота связи между концентрацией хлорофилла “а” и численностью зоопланктона до 24 марта и после (рис. 5).

Рисунок 5 – **Зависимость численности зоопланктона от средневзвешенного значения концентрации хлорофилла “а” в слое 0-25 м до 24 марта (А) и после (Б) в подледный период 2010 г. (п. Большие Коты, точка № 1).**

Таким образом, проведя анализ условий (степень влияния солнечной радиации, температуры и прозрачности воды), необходимых для развития фито- и зоопланктона подо льдом (на примере данных 2010 г., т. № 1, пос. Бол. Коты, Ю. Байкал), было установлено, что развитие комплекса фитопланктона в подледный период происходит вслед за увеличением температуры воды, которая, в свою очередь, увеличивается вслед за количеством солнечной радиации в районе исследования. Вслед за увеличением количества водорослей происходит увеличение численности растительноядного зоопланктона, а изменение прозрачности следует за изменением температуры воды и количеством планктона.

Выводы. Развитие биотических и абиотических компонентов пелагиали Южного Байкала в подледный период 2010 г. носят типичный и естественный характер, хорошо изученный ранее другими исследователями [2, 6, 4, 7, 8].

Ключевые слова: Фитопланктон, зоопланктон, температура и прозрачность воды, солнечная радиация, Южный Байкал.

Key words: Phytoplankton, zooplankton, temperature and transparency of water, solar radiation, South Baikal.

Список литературы

1. Атлас и определитель пелагобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) (Справочники и определители по фауне и флоре озера Байкал) / Отв. ред. *О.А. Тимош-*

кин – Новосибирск: Наука, 1995. – 694 с.

2. *Афанасьева Э.Л.* Биология байкальской эпишуры / *Э.Л. Афанасьева* – Новосибирск: Наука, 1977. – 144 с.

3. *Закс Л.* Статистическое оценивание / *Л.Закс* – М.: Статистика, 1976. – 598 с.

4. *Изместьева Л.Р.* Содержание хлорофилла "а" в водоёмах байкальского региона / *Л.Р. Изместьева*: Автореф. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. – Киев, 1983. – 25 с.

5. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом / *О.М. Кожова, Н.Г. Мельник* – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1978. – 50 с.

6. *Кожов М.М.* Очерки по байкаловедению / *М.М. Кожов* – Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1972. – 253 с.

7. *Пислегина Е.В.* Мониторинг зоопланктона пелагиали Южного Байкала / *Е.В. Пислегина*: Автореф.на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. – Иркутск, 2005. – 19 с.

8. *Пислегина Е.В.* Влияние солнечной радиации на развитие фитопланктона и абиотических показателей глубоководной части Южного Байкала в подледный период 2010 г. / *Е.В. Пислегина, К.С. Щапов* // Сб. матер. I(III) Всеросс. науч.-практ. конф. "Дом, в котором мы живем", Иркутск, 2011. – С. 14-17.

9. *Поповская Г.И.* Фитопланктон глубочайшего озера мира / *Г.И. Поповская* // Тр. ЗИН АН СССР. 1987, – Т. 172. – с. 107-115.

10. Report of SCOR–UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments. – Paris: UNESCO, 1964. – 12 p.

11. [http://ozerobaikal.info

References

1. *Atlas i opredelitel' pelagobiontov Bajkala (s kratkimi ocherkami po ih jekolo-gii) (Spravochniki i opredeliteli po faune i flore ozera Bajkal)* / Otv. red. O.A. Timoshkin. – Novosibirsk: Nauka, 1995, 694 p.

2. Afanas'eva Je.L. *Biologija bajkal'skoj jepishury* / Je.L. Afanas'eva. – Novosibirsk: Nauka, 1977, 144 p.

3. Zaks L. *Statisticheskoe ocenivanie* / L. Zaks. – M.: Statistika, 1976, 598 p.

4. Izmest'eva L.R. *Soderzhanie hlorofilla "a" v vodojomah bajkal'skogo regiona* / L.R. Izmest'eva: Avtoref. na soisk. uch. st. kand. biol. nauk. – Kiev, 1983, 25 p.

5. *Instrukcija po obrabotke prob planktona schetnym metodom* / O.M. Kozhova, N.G. Mel'nik. – Irkutsk: Izd-vo IGU, 1978, 50 p.

6. Kozhov M.M. *Ocherki po bajkalovedeniju* / M.M. Kozhov – Irkutsk: Vost.-Sib. knizh. izd-vo, 1972, 253 p.

7. Pislegina E.V. *Monitoring zooplanktona pelagiali Juzhnogo Bajkala* / E.V. Pislegina: Avtoref.na soisk. uch. st. kand. biol. nauk. – Irkutsk, 2005, 19 p.

8. Pislegina E.V. *Vlijanie solnechnoj radiacii na razvitie fitoplanktona i abio-ticheskih pokazatelej glubokovodnoj chasti Juzhnogo Bajkala v podlednyj period 2010 g.* / E.V. Pislegina, K.S. Wapov // Sb. mater. I(III) Vseross. nauch.-prakt. konf. "Dom, v kotorom my zhivem", Irkutsk, 2011, pp. 14-17.

9. Popovskaja G.I. *Fitoplankton glubochajshego ozera mira* / G.I. Popovskaja // Tr. ZIN AN SSSR. 1987, – T. 172. – s. 107-115.

10. Report of SCOR–UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments. – Paris: UNESCO, 1964,12 p.

11. [http://ozerobaikal.info

UDC 57 (574.52; 574.83)

Summary

PLANKTON (PHYTO- AND ZOOPLANKTON) DEVELOPMENT CONDITIONS UNDER ICE (ACCORDING TO THE EXAMPLE OF THE DATA OF 2010, №1, BOL.KOTY SETTLEMENT)

Pislegina E.V., Schapov K.S.

The ice cover was completed by the 10th of January, 2010 in Lake Baikal (the data from the MODIS instrument of satellite Terra). The beginning of its destruction (Southern Baikal) was recorded in May 18, 2010, and was completed (Northern Baikal) only in the beginning of June.

Thus, the ice season lasted for almost 5 months in 2010. The plankton (phytoplankton, zooplankton) development and change in the transparency of the deep part of Lake Baikal in the ice period takes place due to the increase in water temperature, which in its turn increases due to the natural increase in solar radiation in the studied area. The average value in concentration of chlorophyll "a" in the layer of 0-25 m varied from 0.69 (February 17) to 2.86 (March 30) with the average of 1.63 ± 0.41 mg/m3.

Сведения об авторах:

Пислегина Елена Васильевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952) 243077, e-mail: Helga_64@mail.ru).

Щапов Кирилл Сергеевич – аспирант. Восточно-Сибирская государственная академия образования. (664011, Россия, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6, e-mail: kirill100889@mail.ru).

Information about the authors:

Pislegina Elena V. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952) 243077, e-mail: Helga_64@mail.ru).

Schapov Kurill S. – PhD student, East Siberian State Academy of Education (Nizhya Naberezhnya st., 6, Irkutck, Russia, 664011, e-mail: kirill100889@mail.ru)

УДК 598.2 (571.5)

ОСОБЕННОСТИ ВЕСЕННЕЙ МИГРАЦИИ СОКОЛООБРАЗНЫХ В ЮЖНОБАЙКАЛЬСКОМ ПРОЛЕТНОМ КОРИДОРЕ

А.И. Поваринцев

Иркутский государственный университет, *Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Статья отражает результаты исследования миграции соколообразных в Южнобайкальском пролетном коридоре, проведенного в апреле-июне 2011 г. В ходе выполнения работы было получено подтверждение существования миграции в весеннее время. В период наблюдений зарегистрировано 15 видов хищных птиц, которых удалось идентифицировать. Плотность пролета составила 48.1 особи/день, что гораздо ниже осенних показателей, когда за день пролетает от 130 до 276 особей. В ходе наблюдений отмечено три варианта прохождения миграции соколообразных, которые реализуются в зависимости от облачной, ветровой и ледовой обстановки на юге Байкала.

О существовании мощной осенней миграции соколообразных на Южном Байкале стало известно уже с конца 70-х годов XX века из работ Т.Н. Гагиной [2]. Однако первые данные, косвенно свидетельствующие об этом, относятся к концу XIX века, когда Б. Дыбовский и В. Годлевский проводили зоологические наблюдения в районе пос. Култук [4]. С середины 1980-х гг. иркутскими орнитологами ведутся регулярные исследования осенней миграции соколообразных в Южнобайкальском миграционном коридоре. Этой теме посвящен ряд работ [1, 6, 8, 9 и др.]. О наличии весеннего пролета соколообразных на Южном Байкале известно с начала 1990-х гг. из эпизодических наблюдений в окрестностях пос. Култук Слюдянского р-на Иркутской обл. и в районе дельты Селенги в Кабанском р-не Бурятии [9]. Исходя из этих данных, а также из наших собственных единичных наблюдений весной 2009 и 2010 гг. [13], стало понятно, что ве-

сеннее миграционное перемещение здесь существует, но необходимо определение масштабов и особенностей этого явления.

Основной **целью** нашей работы было изучение весенней миграции соколообразных через Южнобайкальский миграционный коридор. Задачи исследования были следующие: подтвердить существование весенней миграции соколообразных через Южнобайкальский миграционный коридор; оценить количественную составляющую и качественную составляющую мигрантов; изучить тактику и стратегию миграции соколообразных весной в связи с особенностями этого периода.

Материалы и методы. С 16 апреля по 11 июня 2011 г. нами были проведены наблюдения за пролетом соколообразных в окрестностях пос. Култук, которые в совокупности составили 15 дней (89 часов). Методика учетов не отличалась от используемой в осеннее время [9], однако основное внимание уделялось не столько численности, сколько направлениям и сопутствующим условиям (погода и т.д.). Облачность и ледовая обстановка отслеживались по спутниковым снимкам Сибири и Байкала с космических аппаратов NOAA, TERRA и AQUA [5, 10], которые обновляются на сайтах до 4-10 раз за день.

Результаты и обсуждение. За весь период наблюдений было учтено 640 особей 15 видов соколообразных. Из них 125 не удалось определить до вида, а 108 были отнесены к категории “канюк или осоед”, так как дистанции наблюдения чаще всего были больше, чем осенью. Интенсивность пролета составила в среднем 48.1±72.6 особей/день (M±SD) с минимумом 2 и максимумом 284 особи в день. Это гораздо ниже, чем осенью, когда за день в среднем пролетает от 130 до 276 особей [9], но, тем не менее, достаточно высоко в сравнении с предыдущими нерегулярными наблюдениями.

Доминирующим видом во время весенней миграции в 2011 г. был черный коршун *Milvus migrans* (Bodd.): за все время наблюдений учтена 201 особь (31.4% мигрантов, определенных до вида), интенсивность его пролета составила 13.4 особи/день. Коршун отмечался в течение всего периода наблюдений. На втором месте обыкновенный канюк *Buteo buteo* (L.). Его общая численность составила 133 особи (20.8%) с интенсивностью пролета 8.9 особей/сутки, отмечался с начала наблюдений до 22 мая. К числу субдоминантов можно отнести хохлатого осоеда *Pernis ptilorhyncus* (Temm.), который мигрировал с 22 мая до окончания работ, и ястреба-перепелятника *Accipiter nisus* (L.), который отмечался на пролете с 18 апреля по 22 мая (соответственно, 28 и 23 особи, 4.4% и 3.6%, 1.9 и 1.5 особи/день). Видовое соотношение отличалось от осеннего: так, осенью 2011 г. 4 названных вида составили, соответственно, 11.3%, 69.5%, 11.5% и 3.9%. С учетом ежедневного покрытия миграционного периода осенью и выборочного – весной разница закономерна. Помимо вышеуказанных соколообразных, на пролете были зарегистрированы: тетеревятник *Accipiter gentilis* (L.), скопа *Pandion haliaetus* (L.), орел-карлик *Hieraaetus pennatus* (Gm.), могильник *Aquila heliaca* Sav., большой подорлик *A.clanga* Pall., орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla* (L.), балобан *Falco cherrug* Gray, сапсан *F.peregrinus*, чеглок *F.subbuteo* L., дербник *F.columbarius* L., пустельга *F.tinnunculus* L.

Установлено, что тактика миграционных перемещений соколообразных в пределах Южнобайкальского миграционного коридора весной имеет ряд существенных отличий. Мигранты летят более широким фронтом и редко образуют крупные скопления. Кроме того, картина миграции может значительно меняться в течение дня. В 2009-2011 гг. нами были отмечены следующие основные варианты прохождения весенней миграции соколообразных.

А. Миграция вдоль западного побережья оз. Байкал проходит вдоль южных склонов Приморского хребта. Птицы летят вдоль берега с востока на запад до района постоянного наблюдательного пункта “Земляничный”, находящегося к северо-востоку от поселка Култук. Достигнув его, мигранты либо резко поворачивают на север или северо-запад, либо продолжают движение в западном направлении.

Б. Миграция вдоль восточного побережья проходит вдоль передних отрогов хребта Хамар-Дабан и имеет ярко выраженную западную направленность. Птицы становятся заметны на фоне гор за г. Слюдянка, в районе карьера “Перевал”, появляются из распадков и долины р. Талой. Многие спускаются в долину р. Култучной к Шаманскому мысу, откуда начинают движение вдоль хребта на запад в направлении Тункинской долины, хотя у нас нет уверенности, что они направляются именно туда. Вероятнее всего, через некоторое время птицы меняют направление полета на северное и северо-западное, хотя утверждать это мы не можем ввиду отсутствия наблюдений западнее пос. Култук.

В. Часть птиц напрямую пересекает юго-западную оконечность Байкала с восточного берега на западный из района Слюдянки – Буровщины в район Култука – Земляничного (расстояние 5-10 км). В дальнейшем движение, как правило, идет по варианту А или на север. Вероятно, большая часть мигрантов, следующих варианту А, уже пересекла перед этим озеро на достаточно большом удалении от Култука.

Таким образом, большинство мигрантов в южной части Южнобайкальского миграционного коридора весной перемещается не в обратных осеннему (т.е. северном и восточном) направлениях, а в западном.

Перемещение мигрирующих соколообразных вдоль побережья озера Байкал отчасти подтверждает наблюдения ряда авторов, которые указывают на то, что хищные птицы, предпочитающие двигаться парящим полетом, рассматривают водные преграды протяженностью в несколько десятков километров в качестве барьеров и стараются при возможности облетать их [3, 11, 12].

Отмечено, что, начиная со второй декады апреля по первую декаду мая, преобладает миграция соколообразных вдоль западного побережья, а, начиная с первой декады мая, основной поток мигрантов перемещается на восточный берег озера (рис. 1).

Эта особенность тесно связана с ледовой обстановкой. Как раз до конца апреля 2011 г. южная часть озера была покрыта льдом полностью, но после шторма, который отнес лед на расстояние более ста километров севернее, основной поток мигрантов переместился на восточное побережье. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что соколообразные не воспринимают

Байкал как серьезный барьер для своей миграции в то время, пока он еще покрыт льдом, и пересекают его широким фронтом. После пересечения некоторые птицы продолжают движение, используя термики вдоль западного побережья, и попадают таким образом в окрестности Култука.

Рисунок 1 - **Доли соколообразных, использовавших различную тактику миграции, на юго-западной оконечности Байкала в течение весны 2011 г. Пояснения обозначений А, Б, В – см. в тексте. N – общее число мигрантов за день (правая ось)**

После вскрытия льда на Байкале и до четвертой декады мая, соколообразные в небольшом количестве мигрируют вдоль западного берега, но такой пролет начинается в первой половине дня и полностью заканчивается к 15 ч, а, начиная с 22 мая, прекращается полностью. Возможно, это связано с тем, что в первой половине мая некоторые птицы находят целесообразным пересекать Байкал машущим полетом ввиду лучшего прогрева южных остепнённых склонов Приморского хребта в ранние часы и лучших условий там для дальнейшей миграции с использованием парения. Позже миграция проходит только вдоль восточного побережья (рис. 1). Выделяющийся день 13 мая, когда все зарегистрированные птицы двигались по западному побережью, характеризовался малооблачной и практически безветренной погодой по всей южной части Байкала и в прилегающих регионах. Поэтому, вероятно, птицы не считали полет над водой опасным и свободно пересекали юго-западную оконечность Байкала напрямик, не нуждаясь в полете над восточным берегом. Лишь во второй половине дня над средним Байкалом появились небольшие облака. К этому времени пролет прекратился.

Анализируя полученные данные с использованием синхронных снимков облачности, удалось установить, что во все дни со значимым пролетом соколообразных (более 20 особей) присутствовал “коридор” в низких облачных полях. Он простирался с юго-востока на северо-запад не менее чем на 200-300 км от

Байкала в каждую сторону и имел ширину 100-300 км. Северная часть Байкала и регионы Саян и Прихубсугулья в это время были закрыты облаками. Коридор обеспечивал свободный подлет соколообразных к южной оконечности Байкала и их дальнейшее продвижение на запад и север. Это подтверждается и данными, полученными в прошлые годы. В дни, когда облачные поля закрывали южную часть Байкала и район Култука, пролета не было или он прекращался в течение дня. Миграция совсем не была отмечена в те дни, когда низкая облачность закрывала области южнее и юго-восточнее Байкала, хотя в районе Южнобайкальского миграционного коридора условия были подходящими.

Сильное влияние на направление и тактику миграции оказывает и ветровая обстановка. Так, в ряде случаев, например, 8 мая, миграции не было вовсе при встречном (обычно западном) ветре средней силы, и она резко начиналась во второй половине дня, когда ветер менялся на восточный. В другие дни миграция прекращалась при изменении ветра с попутного восточного и юго-восточного на встречный западный. Эта особенность отличает весеннюю миграцию от осенней, когда при умеренном встречном ветре птицы все равно продолжают лететь, хотя и сильно снижаются.

Еще одно подтверждение влияния направления и силы ветра на тактику пролета соколообразных было получено в ходе наблюдений 18 апреля. После резкой смены ветра со слабого западного на сильный юго-восточный, основная масса птиц стала двигаться скользящим полетом прямо со стороны Байкала на северо-запад, минуя западное побережье и Земляничный, хотя до смены ветра мигрирующие соколообразные двигались вдоль западного берега.

Существенных различий в миграционном поведении между разными видами не обнаружено: и ястребы, и канюки, и орлы и т. д. вели себя сходно.

Весной 2011 г. обнаружена необычно поздняя миграция черного коршуна. Из 201 учтенных птиц 187 пролетели в период с 22 мая по 11 июня, причем до 5 июня их миграция была достаточно активной. По всей вероятности, это не гнездящиеся по каким-либо причинам птицы, поскольку в это время гнездящиеся коршуны уже давно начали размножение [7]. Значительное число негнездящихся птиц в Западном Предбайкалье подтверждается наблюдениями И.В. Фефелова в районе Бол. Голоустное в 2009-2011 гг. Так, в начале августа 2009 и 2010 гг. одна или две пары коршунов держались на своих участках и проявляли территориальное поведение, но выводки отсутствовали (т.е. или имело место неудачное размножение, или попытки гнездования не предпринимались). В конце июля 2011 г. у территориальной пары коршунов имела место даже копуляция, но гнезда у этой пары не было.

Выводы. Итак, было обнаружено, что канализованная миграция ястребиных на юго-восточной оконечности Байкала имеет место не только осенью, но и весной. Плотности миграции в это время ниже, чем осенью, но в то же время, по крайней мере, в некоторые годы могут быть значительно выше, чем вне миграционного коридора, поскольку птицы-парители, как и осенью, охотно используют восходящие потоки воздуха. Обнаружено, что соколообразные, как и в других регионах, предпочитают избегать перелета протяженных водных пространств, но к ледовому покрову это не относится. Во время весенней миграции

хищные птицы в неменьшей степени, чем осенью, гибко реагируют на локальную ветровую и облачную обстановку. Поэтому число мигрантов и тактика их полета очень изменчивы, и достаточно полную картину миграции можно получить лишь при регулярных наблюдениях.

Выражаю благодарность научному руководителю И.В. Фефелову за помощь в подготовке статьи и предоставленные наблюдения. Работа выполнена при поддержке Иркутского государственного университета по индивидуальному исследовательскому гранту № 091-09-204.

Ключевые слова: Соколообразные, Южнобайкальский пролетный коридор, миграции.

Key words: Prey birds, Southern Baikal corridor, migration.

Список литературы

1. *Богородский Ю.В.* Птицы Южного Предбайкалья / *Ю.В. Богородский* – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1989. – 208 с.

2. *Гагина Т.Н.* Необычная осенняя миграция хищных птиц в Прибайкалье / *Т.Н. Гагина* // Проблемы экологии позвоночных Сибири: Сб. науч. тр. – Кемерово: Книж. изд-во, 1978. – С. 78-81.

3. *Домашевский С.В.* Наблюдения за осенней миграцией хищных птиц на Крымском полуострове / *С.В. Домашевский* // Беркут. 2002, Т. 11, № 1. – С. 112-116.

4. *Дыбовский Б.* Предварительный отчет о фаунистических исследованиях на Байкале / *Б. Дыбовский, В. Годлевский* // Отчет о действиях Сиб. отд. Имп. Росс. Геогр. о-ва за 1869 г. (Приложение). – СПб., 1870. – С. 167-204.

5. Институт солнечно-земной физики СО РАН. Лаборатория диагностики средней атмосферы. Дистанционное зондирование Земли из космоса. – Интернет-сайт: http://ckm.iszf.irk.ru/html/missions/clouds/index.php. – Иркутск, 1998-2011.

6. *Красноштанова М.Н.* Осенний пролет соколообразных на Южном Байкале в 1995-98, 2000 годах / *М.Н. Красноштанова* // Современные проблемы байкаловедения: Сб. тр. мол. ученых. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2001. – С. 110-118.

7. *Рябцев В.В.* Состояние численности, размещение и фенология гнездового периода хищных птиц лесостепных районов Предбайкалья / *В.В. Рябцев* // Фауна и экология птиц Восточной Сибири. – Иркутск, 1984. – С. 90-97.

8. *Рябцев В.В.* "Миграционный коридор" на южном Байкале: структура и масштабы осеннего пролета соколообразных / В.*В. Рябцев, Ю.А. Дурнев, С.И. Липин* // Матер. 10-й Всесоюз. орнитол. конф. (Витебск, 17-20 сентября 1991 г.).– Минск, 1991. Ч. 2., кн. 2. – С. 190-191.

9. *Фефелов И.В.* Численность и поведение соколообразных во время осенней миграции на Южном Байкале / *И.В. Фефелов, М.Н. Алексеенко, В.Ю. Малышева* // Вестник БГУ. Сер. 2: Биология. 2004, Вып. 5. – С. 61-85.

10. EOStation – Иркутск. – Интернет-сайт. http://www.eostation.irk.ru/index.html. – Иркутск, 2002-2011.

11. *Meyburg B.-U.* Satellite-tracked Lesser Spotted Eagle avoids crossing water at the Gulf of Suez / *B.-U. Meyburg, J. Matthes, Ch. Meyburg* // Brit. Birds. 2002, Vol. 95, August. – P. 372-376.

12. *Meyer S.K.* To cross the sea or to follow the coast – flight directions and behavior of migrating raptors approaching the Mediterranean Sea in autumn // *S.K. Meyer, R. Spaar, B.* Bruderer Behaviour. 2000, Vol. 137, March. – P. 379-399.

13. *Povarintsev A.,* Spring raptor migration in the South Baikal migratory pass (Buryatia and Irkutsk Region, Russia) / *A. Povarintsev, I. Fefelov, T. Dubrovsky* // Asian raptors: science and conservation for present and future. Proceedings of the 6th International conference of Asian raptors. – Ulaanbaatar, 2010. – P. 47-48.

References

1. Bogorodskij Ju.B. *Pticy Juzhnogo Predbajkal'ja* / Ju.B. Bogorodskij. – Irkutsk: Izd-vo

IGU, 1989, 208 p.

2. Gagina T.N. *Neobychnaja osennjaja migracija hiwnyh ptic v Pribajkal'e* / T.N. Gagi-na // Problemy jekologii pozvonochnyh Sibiri: Sb. nauch. tr. – Kemerovo: Knizh. izd-vo, 1978, pp. 78-81.

3. Domashevskij S.V. *Nabljudenija za osennej migraciej hiwnyh ptic na Krymskom poluostrove* / S.V. Domashevskij // Berkut, 2002, vol. 11, no.1, pp. 112-116.

4. Dybovskij B. *Predvaritel'nyj otchet o faunisticheskih issledovanijah na Bajkale* / B. Dybovskij, V. Godlevskij // Otchet o dejstvijah Sib. otd. Imp. Ross. Geogr. o-va za 1869 g. (Prilozhenie). – SPb., 1870, pp. 167-204.

5. Institut solnechno-zemnoj fiziki SO RAN. Laboratorija diagnostiki srednej at-mosfery. Distancionnoe zondirovanie Zemli iz kosmosa. – Internet-sajt: http://ckm.iszf.irk.ru/html/missions/clouds/index.php. – Irkutsk, 1998-2011.

6. Krasnoshtanova M.N. *Osennij prolet sokoloobraznyh na Juzhnom Bajkale v 1995-98, 2000 godah* / M.N. Krasnoshtanova // Sovremennye problemy bajkalovedenija: Sb. tr. mol. uchenyh. – Irkutsk: Izd-vo IGU, 2001, pp. 110-118.

7. Rjabcev V.V. *Sostojanie chislennosti, razmewenie i fenologija gnezdovogo perioda hiwnyh ptic lesostepnyh rajonov Predbajkal'ja* / V.V. Rjabcev // Fauna i jekologija ptic Vostochnoj Sibiri. – Irkutsk, 1984, pp. 90-97.

8. Rjabcev V.V. *"Migracionnyj koridor" na juzhnom Bajkale: struktura i masshtaby osennego proleta sokoloobraznyh* / V.V. Rjabcev, Ju.A. Durnev, S.I. Lipin // Mater. 10-j Vsesojuz. ornitol. konf. (Vitebsk, 17-20 sentjabrja 1991 g.). Minsk, 1991, Ch. 2., kn. 2. pp. 190-191.

9. Fefelov I.V. *Chislennost' i povedenie sokoloobraznyh vo vremja osennej migra-cii na Juzhnom Bajkale* / I.V. Fefelov, M.N. Alekseenko, V.Ju. Malysheva // Vestnik BGU. Ser. 2: Biologija. 2004, no. 5, pp. 61-85.

10. EOStation – Irkutsk. – Internet-sajt. http://www.eostation.irk.ru/index.html. – Ir-kutsk, 2002-2011.

11. Meyburg B.-U. *Satellite-tracked Lesser Spotted Eagle avoids crossing water at the Gulf of Suez* / B.-U. Meyburg, J. Matthes, Ch. Meyburg // Brit. Birds. 2002, vol. 95, August, pp. 372-376.

12. Meyer S.K. *To cross the sea or to follow the coast – flight directions and behavior of migrating raptors approaching the Mediterranean Sea in autumn* // S.K. Meyer, R. Spaar, B. Bruder-er Behaviour, 2000, vol. 137, March, pp. 379-399.

13. Povarintsev A., *Spring raptor migration in the South Baikal migratory pass (Buryatia and Irkutsk Region, Russia)* / A. Povarintsev, I. Fefelov, T. Dubrovsky // Asian raptors: science and conservation for present and future. Proceedings of the 6th International conference of Asian raptors. – Ulaanbaatar, 2010, pp. 47-48.

UDC 598.2 (571.5)

Summary

SPRING MIGRATION PECULIARITIES OF FALCONIFORMES IN THE SOUTHERN BAIKAL CORRIDOR

Povarintsev A.I.

This article presents the results of the study on the migration of Falconiformes in the Southern Baikal corridor conducted in April-June, 2011. In the course of the work the confirmation of the existence of the spring migration was obtained. During the observations 15 species of prey birds that have been identified were recorded. The span density was 48.1 individuals/day, which was below the fall rates, when there were from 130 to 276 birds a day. During the observations it has been noted that there is the passage of three variants of prey birds' migration, which realized depending on the cloud, wind and ice conditions in the south of Lake Baikal.

Сведения об авторе:

Поваринцев Александр Игоревич - аспирант второго года обучения. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8 9025784499, e-mail: povarintcev99@mail.ru).

Information about the author:

Povarintsev Aleksandr I. – PhD student of the 2nd study year, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone:89025784499, e-mail: povarintcev99@mail.ru).

УДК 628.32

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ РИСКЕ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

С.С. Тимофеева

Иркутский государственный технический университет, *г. Иркутск, Россия*

Проанализированы современные подходы в оценке экологической безопасности через экологический риск. Приведены результаты оценки экологического риска на объектах экономики, занимающихся транспортировкой, перевалкой и продажей нефти и нефтепродуктов потребителям. С помощью усовершенствованной математической модели были восстановлены экологические последствия залпового выброса ЗВ при аварии нефтеналивного состава в 1999 г. в регионе Южного Байкала и разработаны ситуационные карты их рассеивания. Проведенная оценка осаждений показала, что на ледовый покров южной части озера площадью 1300 км^2 осело 28,8 усл. т сажи, 0,8 усл. т пятиокиси ванадия и 4 усл. кг БП (в единицах приведенной массы). При таянии льда данные ЗВ оказались в водоеме.

Вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в настоящее время важны практически в любой сфере деятельности современного человека. В сферу экономических интересов общества входят обеспечение устойчивого функционирования экологических систем, сохранение биоразнообразия животного и растительного мира, предотвращение неблагоприятных изменений климата и других негативных последствий хозяйственной или иной деятельности.

Представление о взаимодействии природы и человека постоянно менялось. Существовали прямо противоположные точки зрения. На определенных этапах развития общества превалировала доктрина о том, что человек, вооруженный знаниями и техникой, может господствовать над природой и изменять ее. Считалось, что техника и природа антагонистичны, и гармония между ними невозможна. Тем не менее, появление человека на Земле и формирование человеческого общества – закономерные явления в процессе эволюции нашей планеты. Также закономерно и появление техники как продукта ума и деятельности человека, а, следовательно, техника и природа могут развиваться согласованно и гармонично, если будет найден компромисс между объектами природы и социальной и трудовой деятельностью человека. Поэтому в конце XX века родилась и продолжает интенсивно развиваться в настоящее время концепция устойчивого развития. Современная концепция устойчивого развития осно-

вана на ряде принципов, а именно ориентация процесса развития только на традиционные экономические показатели далее неприемлема; все государства и народы должны сотрудничать для обеспечения устойчивого развития; право на развитие должно быть реализовано так, чтобы справедливо удовлетворить потребности развития как нынешнего, так и будущих поколений. Следовательно, "устойчивое развитие страны невозможно без широко внедрения ресурсосберегающих технологий и реализации концепции инновационного производства" [3], а также современных представлений об экологических рисках и экологической безопасности.

В настоящей работе проанализированы методики оценки экологической безопасности и экологических рисков на основе представлений современной теории безопасности и риска на примере Байкальского региона.

Согласно современным представлениям основным понятием наук о безопасности является понятие опасность. Опасность, и, следовательно, риск (как производная опасности) является неотъемлемой частью жизнедеятельности каждого человека, общества, государства, био- и техносферы [5]. Пространство, где постоянно возникают опасности, получило название "ноксосфера". Опасность является негативным свойством объекта – источника. Говорить об опасности безотносительно к объекту, его принимающего, невозможно. Т.е опасность существует только в системе, имеющей как минимум два элемента: источник и реципиент при совпадении факторов пространства и времени. Вне этой системы опасности (как и безопасности) не существует.

Опасности познаваемы. Большинство из них известно человеку. Новые опасности, возникающие в ходе дальнейшего развития возможностей человека (познание макро- и микромира, космоса) и развития технологий (вещество, виды энергии и информации), требуют познания негативных свойств, степени их влияния на окружающую среду и контроля над ними. Главная задача заключается в правильной идентификации опасностей, т.е. их распознавании и параметрическом описании. Именно этот этап является определяющим в современных методиках оценки риска как меры опасности. Риск определяется сочетанием двух составляющих: частоты реализации неблагоприятного события и размера последствий, обычно в виде вреда или ущерба.

В настоящее время существует множество формулировок понятия "риск", а сам термин используется в сочетании с прилагательным, определяющим сферу ожидаемой опасности. Индивидуальный риск - риск для жизни человека, экологический риск- риск для компонентов природной среды, медико-биологический риск – риск для населения, обусловленный качеством окружающей среды. Поскольку риск является измеряемой величиной, то его принято условно делить на три области: область чрезмерного (неприемлемого риска; область приемлемого риска; область пренебрежимого риска.

Экологическая безопасность того или иного региона в системе "человек-среда обитания" предполагает учет как минимум двух типов риска:

- риск загрязнения природной среды в результате плановой или аварийной деятельности технических объектов, прежде всего промышленности и

транспорта

- риск для здоровья, который характеризует вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды.

Оценка первого вида риска находится в ведении Министерства природных ресурсов и экологии и методически обеспечивается федеральными службами министерства (Росприроднадзор). Второй вид – риск – для здоровья населения является предметом изучения Министерства здравоохранения и социального развития и его служб [2].

В последние годы приоритеты экологической политики, основанные на ПДК, ПДУ, ПДВ, постепенно пересматриваются в пользу концепции экологического риска. Согласно концепции экологического риска принятие решений, оптимальных с природоохранных позиций, означает экономически и социально обоснованное сведение к минимуму отрицательного воздействия объекта на экосистему. Следовательно, минимизация воздействия на окружающую среду должна проводиться с учетом затрат на ее достижение и поиска вариантов, оптимизированных по схеме “затраты выгоды”. На этой основе рассматриваются различные альтернативные варианты деятельности, или конструктивных, или проектировочных решений. Вводится понятие референтная, т.е. безопасная, доза (или концентрация) – суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и , вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения. В рамках концепции экологического риска учитывается также степень экологической опасности при возникновении промышленных аварий, которые могут сопровождаться выбросами (сбросами) химических, радиоактивных или биологически опасных веществ.

Существующая в службах Минздравсоцразвития методология анализа риска, определяемого влиянием неблагоприятных факторов, включает три взаимосвязанных элемента: оценка риска, управление риском и информирование о риске. Этот анализ сегодня проводится через процедуру аттестации рабочих мест и является обязательной для всех промышленных предприятий, организаций и учреждений [4].

На кафедре промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Иркутского государственного технического университета уже много лет проводятся комплексные исследования по оценке экологических и техногенных рисков Байкальского региона. Составляется реестр наиболее опасных производств и источников загрязнения окружающей среды как непосредственно в штатном режиме работы предприятия, так и при нештатных (аварийных) ситуациях и разрабатываются технологии минимизации экологической нагрузки как на персонал предприятий, так и на природную среду.

В настоящей статье обобщены результаты комплекса исследований, выполненных на предприятиях добычи, транспортировки, переработки и исполь-

зования нефти и нефтепродуктов по оценке экологических рисков, расположенных в Байкальском регионе.

Освоение нефтяных месторождений Иркутской области набирает обороты. По территории области проложен 800 км участок трубопровода “Восточная Сибирь - Тихий океан”, успешно работает ОАО “Верхнечонскнефтегаз”, ОАО “Русиапетролеум”. В тайге ведутся геологоразведочные работы, возводятся буровые вышки. Непосредственно вдоль побережья Южного Байкала приходит 200-километровый участок Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД), по которому ежегодно перевозится до 280 млн. т грузов, среди которых нефть и нефтепродукты (НиНП) составляют 30%. Поскольку все производства, где обращается нефть и нефтепродукты, относятся к взрывопожароопасным, существует высокая вероятность возникновения пожаров. По подсчетам специалистов, риск аварий нефтеналивных составов, сопровождающихся пожарами и залповыми выбросами ЗВ, превышает приемлемый уровень.

При горении НиНП в воздух выбрасывается широкий спектр токсичных, химически агрессивных веществ, среди которых по экологической опасности выделяются оксиды углерода, азота и серы, сажа, бенз(а)пирен, пятиокись ванадия, цианистый водород и многие другие. В воздушной среде эти вещества подвергаются трансформации с образованием еще более опасных соединений, переносятся на значительные расстояния и абсорбируются водной поверхностью, создавая серьезные экологические проблемы в Южно-Байкальском регионе.

В отличие от выбросов стационарных источников аварийные залповые выбросы трудно учитывать. Еще сложнее проводить инструментальные замеры непосредственно в очаге поражения. Поэтому прогностическая оценка загрязнения воздуха над акваторией оз. Байкал при авариях нефтеналивных составов, – весьма важная и актуальная задача. Необходимость ее решения подтверждается тем, что за последние 15 лет на ВСЖД произошло 6 крупных аварий нефтеналивных составов, сопровождавшихся пожарами и залповыми выбросами ЗВ. Две из них возникли непосредственно в регионе Южного Байкала (ст. Рассоха, 1994 г., ст. Ангасолка, 1999 г.).

С помощью усовершенствованной математической модели нами были восстановлены экологические последствия залпового выброса ЗВ при аварии нефтеналивного состава в 1999 г. в регионе Южного Байкала и разработаны ситуационные карты их рассеивания.

Анализ данных карт показал, что в момент прекращения залпового выброса на значительной территории около места аварии наблюдались превышения $ПДК_{м.р.}$ таких ЗВ, как сажа и H_2S, и превышения $ПДК_{с.с.}$ CH_3COOH, CHOH и V_2O_5.

Проведенная нами оценка осаждений показала, что на ледовый покров южной части озера площадью 1300 км^2 осело 28.8 усл. т сажи, 0.8 усл. т пятиокиси ванадия и 4 усл. кг БП (в единицах приведенной массы). При таянии льда данные ЗВ оказались в водоеме.

Проведен сравнительный анализ загрязнения воздуха Южного Байкала в результате залпового выброса с загрязнением выбросами населенных пунктов региона (включая промышленные объекты и автотранспорт), который показал, что концентрации ЗВ, выброшенных при аварии, многократно выше: концентрации SO_2 в 10 – 20 раз, NO – в 10 – 13 раз, H_2SO_4 – в 1.5-2 раза .

Распределения концентраций ЗВ в атмосфере оз. Байкал при различных направлениях ветра показаны на рис. 1.

Установлено, что направлением ветра, создающим наиболее экологически неблагоприятные последствия для Южного Байкала, являлось северо-западное (наблюдалось при аварии), но могло стать и западно-северо-западное, при котором при скорости ветра 5 $м \cdot с^{-1}$ на ледовый покров площадью 1 300 $м^2$ могло осесть 93.8 усл. т сажи, 2.5 усл. т V_2O_5 и 13.8 усл. кг БП.

Рисунок 1 - **Карты распределения загрязняющих веществ в атмосфере оз. Байкал при разных направлениях ветра.**

Таким образом, залповые выбросы от аварийных ситуаций, сопровождаемые пожарами, наносят существенный эколого-экономический ущерб экосистеме оз. Байкал.

Вторым объектом наших исследований была нефтебаза “Толстый мыс”, расположенная на берегу реки Лена. Нефтебаза обслуживает северные территории Иркутской области и увеличивает свою пропускную способность в связи с освоением нефтяных месторождений.

Для данной нефтебазы нами были просчитаны следующие риски:

- *индивидуальный риск* – вероятность гибели человека, который находится на объекте, от возможных источников повышенной опасности в течение года с

учетом вероятности его пребывания в зоне поражения;

- *территориальный риск* – вероятность гибели в течение года человека, который находится в конкретном месте пространства, от возможных источников опасности объекта повышенной опасности;

- *социальный риск* – вероятность гибели более определенного количества людей (или ожидаемое количество погибших) в данном месте в течение года от возможных источников опасности объекта повышенной опасности, с учетом вероятности их пребывания в зоне поражения

При оценке риска, связанного с процессом перевалки нефти, за индивидуальный риск (IR) принимают риск смерти, и выражается он обычно в расчете на год:

$IR=t \cdot n/N$,

где n - расчетное статистическое количество смертных случаев за год;

N - количество людей, подвергающихся риску;

t - относительное (к году) время, в течение которого человек подвержен опасности.

В соответствии с указанным подходом риски распределяются по 3 категориям:

$IR > 10^{-3}$– область недопустимых рисков – в этой области риск считается недопустимым, поскольку вероятность и последствия его возникновения слишком велики. Здесь обязательны меры по снижению риска или соответствующие проектные решения;

$5 \cdot 10^{-5} < IR < 10^{-3}$– в этой области риск считается допустимым только тогда, когда приняты меры, позволяющие сделать вероятность и последствия такого риска настолько низкими, насколько это практически целесообразно. Следовательно, меры по снижению рисков должны осуществляться только при условии их практической целесообразности, определенной расчетом рентабельности;

$IR < 5 \cdot 10^{-5}$– область пренебрежимо малых рисков – в этой области риск считается допустимым, так как или вероятность его возникновения настолько мала или последствия настолько незначительны, что никаких мер по снижению риска не требуется.

Расчетами установлено, что вероятности утечек нефти и нефтепродуктов в технологической схеме нефтебазы достаточно велики (табл. 1), существенны индивидуальные риски при эксплуатации нефтебазы (табл. 2).

Третьим объектом наших исследований были компании розничной торговли нефтепродуктами – автозаправочные станции и комплексы. В процессе своей деятельности они сталкиваются с различными видами рисков, различающихся между собой по разным признакам. У этих предприятий можно выделить несколько групп рисков.

1 группа – техногенные риски – риски, связанные с техническим несовершенством, нарушением правил эксплуатации технических систем и объектов, ненадежностью оборудования, которые могут привести к разрушению, пожару, взрыву, аварии.

Таблица 1 - **Вероятности утечек в технологической системе**

Оборудование	Вероятности утечек в год			
	Малые (5 мм)	Средние (30 мм)	Большие (100 мм)	Свободное проходное сечение
Манифольды	$7.4 \cdot 10^{-2}$	$2.3 \cdot 10^{-2}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$1.9 \cdot 10^{-3}$
Сепараторы	$8.7 \cdot 10^{-2}$	$3.3 \cdot 10^{-2}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$1.7 \cdot 10^{-3}$
Выкидные линии	$4 \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$2.3 \cdot 10^{-4}$
Компрессоры	$2.5 \cdot 10^{-2}$	$1.3 \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-5}$	-
Насосы	$1.4 \cdot 10^{-1}$	$2.4 \cdot 10^{-2}$	$1.9 \cdot 10^{-3}$	$4.3 \cdot 10^{-4}$
В целом	$3.3 \cdot 10^{-1}$	$8.35 \cdot 10^{-2}$	$4.3 \cdot 10^{-3}$	$4.26 \cdot 10^{-3}$

Таблица 2 - **Риски при эксплуатации нефтебазы. Экстремальные природные явления**

Опасность	Индивидуальные риски
Строительно-монтажные работы	$1.9 \cdot 10^{-5}$
Выбросы из оборудования	$6.2 \cdot 10^{-6}$
Пожары и взрывы из-за выброса углеводородов из технологических систем	$4.3 \cdot 10^{-6}$
Пожары и взрывы из-за аварий в нетехнологических системах	$1.1 \cdot 10^{-5}$
Производственные опасности	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Экстремальные природные процессы и явления	$<10^{-6}$
Итого:	$5.65 \cdot 10^{-5}$

Наличие большого количества бензина на территории АЗК, в емкостном оборудовании создает опасность возникновения пожара. При утечке топлива в технологические колодцы создается опасность образования взрывоопасных концентраций топливно-воздушной смеси в технологических колодцах, что при наличии источника инициирования взрыва может обусловить взрыв топливно-воздушной смеси в технологических колодцах и создать условия для дальнейшего развития аварии в подземных хранилищах.

Не исключена вероятность аварии в резервуарах даже при наличии исправной системы защиты от статического электричества и нормальной эксплуатации технически исправного оборудования. Вероятность возникновения в зоне резервуаров пожара или взрыва составляет $2.9 \cdot 10^{-4}$.

При определенных условиях налива нефтепродуктов в ёмкости (при увеличении скорости налива) заряды статического электричества накапливаются быстрее, чем отводятся через заземление, т.к. бензин относится к диэлектрикам с очень слабой проводимостью электрического тока. В таких случаях с увеличением уровня налива топлива в ёмкости напряжение статического электричества будет возрастать и может достигнуть такого значения, при котором в момент приближения свободной поверхности топлива к стенкам заливной горловины (при наполнении емкости свыше 90% наполнения) вследствие разности потенциалов произойдет искровой разряд, способный вызвать воспламенение или взрыв смеси паров с воздухом и пожар.

Эксплуатация неисправного оборудования, заземления, средств защиты от проявлений молнии, несоблюдение графика ППР, отсутствие квалификации у обслуживающего персонала, не соблюдение на территории АЗС “Правил пожарной безопасности на АЗС”, применение неомедненного инструмента, метр-штока, способных вызвать искру - может привести к аварии.

2 группа – природно-естественные риски – риски, вызванные природными явлениями.

К таким рискам можно отнести риск разрушения вследствие: землетрясений, ураганов, наводнений, бурь, пожаров и других опасных гидрологических, геологических и атмосферных явлений. Это фактически – форс-мажорные риски.

3 группа – экологические риски, связанные с нанесением ущерба как окружающей среде, так и здоровью человека.

Основными причинами экологических рисков являются:

- разбрызгивание топлива при заполнении автоцистерн (0.5-0.6% вместимости цистерны);
- испарение через неплотно закрытую горловину цистерны (0.7-1.7% вместимости цистерны);
- испарение топлива при сливе в резервуар открытой падающей струей (0.3-0.4% сливаемого топлива);
- остаток топлива в автоцистерне и в сливных рукавах (1.2-2.0% сливаемого топлива);
- испарение топлива из резервуаров в результате дыхания (55-70 г. на 1 т. в сутки);
- испарение бензина из неплотно закрытого резервуара (1.2% вместимости);
- испарение из системы питания автотранспортных средств (0.6-1.4 л бензина в сутки);
- выбросы паров топлива из бензобаков при заправке на АЗС (1.4 г СН на 1 л заправляемого топлива);
- утечка топлива через неплотности соединений, пропускающих 2 капли в 1 с (1.3 т/год);
- пролив топлива при заправке ведрами (200 кг на 1 автомобиль в год) [1].

К экологическим рискам можно также отнести отчисления на природоохранные мероприятия, плату за выбросы, сбросы, размещения отходов.

Нами были просчитаны экономические потери для автозаправочного комплекса, состоящего из здания операторской с магазином, шиномонтажной, 5 островков с топливораздаточными колонками, 7 заглубленных резервуаров, при реализации наиболее неблагоприятных сценариях развития различных групп рисков. Именно такая комплектация АЗК наиболее распространена в г. Иркутске.

Ущерб при реализации: техногенного риска – 5313975.50 руб, природно-естественного и экологического - 1162632.00 руб,

Наиболее вероятным рисковым сценарием будет считаться – экологиче-

ский риск, а в частности, естественная убыль бензинов. При реализации данного события АЗК потеряет 1287 л/год от одного резервуара, а если таких резервуаров на исследуемом объекте 7, следовательно, потери составят 9009 л/год, что в денежном эквиваленте – 217116.90 руб.

Таким образом, использование современных подходов в оценке экологической безопасности позволило выявить наиболее слабые звенья и рекомендовать мероприятия по минимизации рисков

Ключевые слова: Экологическая безопасность, экологический риск, понятия, методики оценки, пожары с нефтеналивными цистернами, перевалочные нефтебазы, автозаправочные комплексы.

Key words: Environmental safety, environmental risk, concepts, evaluation techniques, fires of oil tankers, transshipment oil depot, automobile fuel filling stations.

Список литературы

1. *Коваленко В.Г.* Экологическая безопасность в системах нефтепродуктообеспечения и автомобильного транспорта / *В.Г. Коваленко, Е.И. Зоря, Ю.Н. Фролов* – М.: ООО “Центр ЛитНефтеГаз”, 2004. – 176 с.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. З 2.1.10.1920-04.
3. *Семенова И.В.* Промышленная экология / *И.В. Семенова.* - М.: Изд. центр “Академия”, 2009. – 528 с.
4. *Тимофеева С.С.* Аттестация рабочих мест / *С.С. Тимофеева.* - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 420 с.
5. *Чура Н.Н.* Техногенный риск / *Н.Н. Чура.* - М.: КНОРУС, 2011. - 280 с.

References

1. Kovalenko V.G. *Jekologicheskaja bezopasnost' v sistemah nefteproduktoobespeche-nija i avtomobil'nogo transporta* / V.G. Kovalenko, E.I. Zorja, Ju.N. Frolov – M.: OOO “Centr LitNefteGaz”, 2004, 176p.
2. *Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himiche-skih vewestv, zagrjaznjajuwih okruzhajuwuju sredu.* Z 2.1.10.1920-04.
3. Semenova I.V. *Promyshlennaja jekologija* / I.V. Semenova. - M.: Izd. centr “Akademija”, 2009, 528 p.
4. Timofeeva S.S. *Attestacija rabochih mest* / S.S. Timofeeva. - Irkutsk: Izd-vo IrGTU, 2008, 420 p.
5. Chura N.N. Tehnogennyj risk / N.N. Chura. - M.: KNORUS, 2011, 280 p.

UDC 628.32

Summary

MODERN CONCEPTS OF ENVIRONMENTAL SAFETY AND ENVIRONMENTAL RISK IN THE BAIKAL REGION

Timofeeva S.S.

The current approaches in the assessment of environmental safety through environmental risk have been analyzed. The results of the assessment of environmental risk at the sites of the economy engaged in transporting, handling and sale of petroleum and petroleum products to consumers are given. Within the advanced mathematical models the environmental effects of emissions of pollutants salvo in oil accident in 1999 in the Southern Baikal have been restored and situational map of their dispersion has been developed. The evaluation of deposition revealed that the ice cover of the southern lake area of 1300 km2 there are 28.8 conv. tons of carbon black, 0.8 conv. tons of vanadium pentoxide and 4 conv. kg BP (given in units of mass). By melting these pollutants were in the water.

Сведения об авторе:
Тимофеева Светлана Семеновна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 8(3952)405672, e-mail: timofeeva@istu.edu).

Information about the author:
Timofeeva Svetlana S. – PhD in Technics, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Industrial Ecology and Life Safety. Irkutsk State Technical University (Lermontova st., 83, Irkutsk, 664074, Russia, phone: 8((3952)405672, e-mail: timofeeva@istu.edu).

УДК 574.5/.6(571.5)

ФИТОТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев

Иркутский государственный технический университет, *г. Иркутск, Россия*

Изучены механизмы обезвреживания гидатофитами в регионах Сибири и Севера более 100 компонентов сточных вод различных отраслей промышленности: целлюлозно-бумажной, горно-обогатительной, металлообрабатывающей, легкой, пищевой, коммунального и сельского хозяйства. Рассмотрены современные фитотехнологии очистки сточных вод в условиях резко континентального климата. Водные растения с высокими скоростями разрушают эти соединения, процесс биодеструкции осуществляется ферментативным путем при катализе специфической ферментной системой β-цианоаланинсинтеза.

В последнее время в практике внедрения экобиозащитных технологий, обеспечивающих сохранение окружающей среды, все чаще стали применяться фитотехнологии. Этим термином обозначают защитно-восстановительные мероприятия для окружающей среды с использованием растительности. Они используются для охраны атмосферного воздуха жилых массивов от пылегазовых выбросов промышленных предприятий путем высаживания древесно-кустарниковых насаждений определенной ширины вдоль автомагистралей и железных дорог и создания санитарно-защитной зоны. Эти посадки дорог локализуют и очищают отработанные транспортные выбросы, при этом в качестве растений используют именно те, что обладают высокой поглотительной способностью по отношению к пыли и токсичным газам.

Фитотехнологии применяют для рекультивации земельных участков, нарушенных вследствие естественного или техногенного повреждения. Высев определенных видов трав и посадка кустарников защищает почвы от водной и ветровой эрозии. В водоохранных зонах создают фитофильтрационные полосы, препятствующие поступлению в водоемы загрязнений с поверхностным стоком, несущими в реки продукты эрозии почв, остатки ядохимикатов и минеральных удобрений.

Фитотехнология внедряется при глубокой или дополнительной очистке (доочистке) сточных вод с применением высшей водной растительности, которая успешно используется во многих странах мира на протяжении последних

50 лет.

Более 30 лет под руководством профессора С.С.Тимофеевой ведутся исследования по разработке и внедрению фитотехнологий очистки сточных и обезвреживанию отходов в условиях резко континентального климата [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Водные растения по биомассе живого вещества в водоемах занимают лидирующее положение и выполняют двоякую роль:

- являются стимуляторами жизнедеятельности микроорганизмов;
- поглощают загрязняющие вещества, регулируют солевое равновесие.

Водные растения (гидрофиты) в водоемах выполняют следующие основные функции:

- фильтрационную (способствуют осаждению взвешенных веществ);
- поглотительную (поглощают биогенные элементы, некоторые органические вещества);
- накопительную (способны накапливать некоторые металлы и трудно разлагаемые органические соединения);
- санитарную (обладают бактерицидными свойствами);
- окислительную (в процессе фотосинтеза обогащают воду кислородом);
- детоксикационную (способные накапливать токсичные вещества и превращать их в нетоксичные);

Доминирование у растений той или иной функции зависит от вида растения, его принадлежности к той или иной экологической группе, стадии вегетации, характера загрязнения и т. д.

Как известно, среди водных растений (гидрофитов) по степени их приспособления к жизни в водной среде различают три основные группы:

- гидатофиты - погруженные растения, весь жизненный цикл которых проходит под водой, основная растительная масса находится в толще воды;
- нейстофиты - растения с плавающими ассимиляционными органами. У них большая часть вегетативных побегов и листьев плавает на поверхности воды, иначе их называют свободноплавающими;
- гелофиты - воздушно-водные растения с побегами, часть которых находится в воде, часть над поверхностью. Гелофиты - это промежуточная группа между водными и сухопутными растениями

Заболоченные участки местности с зарослями камыша используют в разных странах Европы для сброса сточных вод уже более 100 лет. Свыше 50 лет тому назад в Голландии для доочистки сточных вод созданы сооружения в виде искусственных болот. Благодаря дешевизне и высокой эффективности очистки сточных вод география таких сооружений быстро расширяется. Сейчас они созданы практически во всех природно-климатических зонах от Норвегии до Австралии.

Одним из существенных преимуществ очистных сооружений с использованием фитотехнологии является их долговечность. Почти полное отсутствие металлических частей, которые подвержены коррозии, а также насосного оборудования, благодаря самотечному движению очищаемой воды обеспечивает очистным сооружениям на основе фитотехнологии почти неограниченный период эксплуатации, о чем свидетельствует опыт многих государств. В разных

странах они получили такие названия: Constructed wetland, Reed bed, Artificial wetland, биоплато, биоинженерные сооружения, ботанические площадки и т. п.

К основным типам биоинженерных сооружений с использованием сообществ водной растительности относятся:

- гидроботанические площадки - мелководные акватории произвольной конфигурации с естественными зарослями водной растительности, создаваемые в естественных понижениях рельефа местности или на специально обволованных территориях;
- фитофильтрационные устройства - фильтрационные полосы тростника и других видов растений, создаваемые на намывных гребнях;
- биопруды с посадками специально подобранных видов водной растительности;
- искусственные болота - обволованные искусственные или естественные понижения рельефа местности с болотной растительностью;
- биоплато - гидротехнические сооружения, в которых сообщества водной растительности используются в качестве биофильтров. Они бывают береговые, русловые, устьевые, наплавные, инфильтрационные.

В отличие от аэротенков, биофильтров эксплуатация таких сооружений более проста и надежна. Однако немаловажное значение имеет выбор растений для создания биоплато или ботанических площадок. Растения должны обладать высокой поглощающей способностью, быть достаточно устойчивыми и неприхотливыми к изменениям гидрологического режима и гидрохимии воды. Собранная в водоемах растительная масса должна находить полезное применение.

В настоящее время в мире эксплуатируется свыше 3 тысяч очистных сооружений с использованием фитотехнологии. В таких очистных сооружениях создаются условия для интенсификации естественных процессов самоочищения вод при участии микроорганизмов и водной растительности [12]. Подробно исследуются механизмы процессов самоочищения МГУ [13,14].

Каждый тип очистных сооружений на основе фитотехнологии имеет свои особенности в зависимости от направления фильтрации воды. Как правило, фильтрационные биоплато представляют собой земляные фильтрующие сооружения, которые загружаются щебнем, гравием, керамзитом, песком или другими фильтрующими материалами. Фильтрация сточной жидкости осуществляется как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. На поверхности сооружений высаживаются древесно-кустарниковые и травянистые растения. Очистка сточных вод осуществляется в результате жизнедеятельности группировок сосудистых растений, биопленки, микрофитов, микроорганизмов, грибов и актиномицел в ризосфере корневой системы растений. Фильтрационные блоки имеют, как правило, противофильтрационный экран из одного-двух слоев глины или полимерной (гидротехнической) пленки.

Поверхностные биоплато размещаются в выемках, поверхность которых засаживается высшей водной растительностью - камышом, тростником, рогозом, осокой и другими местными видами. В качестве поверхностных биоплато могут использоваться болотистые участки местности, заросшие растительностью.

Высшая водная растительность, кроме функции очистки сточных вод, обеспечивает повышенную транспирацию (испарение) жидкости в летний период - на 10-15%.

Наплавные биоплато представляют собой плавающие сетки из синтетических волокон, в отверстиях которых высаживают травянистые многолетние растения с развитой корневой системой. Наплавные биоплато хорошо зарекомендовали себя для очистки вод от плавающих примесей (пены, хлопьев, нефтепродуктов и др.).

Русловые биоплато представляют собой посадки высшей водной растительности по сечению русла водотоков.

Береговые биоплато формируются в виде насаждений высшей водной растительности вдоль берегов водотоков.

Русловые и береговые биоплато предназначены преимущественно для очистки природных вод и восстановления качества воды водотоков – рек и каналов.

Комплекс биоплато для очистки сточных вод может состоять из следующих сооружений:

- сооружения механической очистки, а для производственных сточных вод еще и сооружения физико-химической очистки;
- фильтрационные блоки с вертикальным и горизонтальным движением воды;
- поверхностные блоки

К настоящему времени под руководством проф. С.С. Тимофеевой детально изучены механизмы обезвреживания гидатофитами в регионах Сибири и Севера более 100 компонентов сточных вод различных отраслей промышленности: целлюлозно-бумажной, горно-обогатительной, металлообрабатывающей, легкой, пищевой, коммунального и сельского хозяйства. Установлено, что водные растения характеризуются высокой токсикорезистентностью к наиболее экологически опасным компонентам сточных вод обогатительных фабрик: цианидам, роданидам, сульфидам, меркаптанам, сульфидрильным собирателям (бутиловый ксантогенат; бутиловый дитиофосфат).

Водные растения с высокими скоростями разрушают эти соединения, процесс биодеструкции осуществляется ферментативным путем при катализе специфической ферметной системой β-цианоаланинсинтеза - β-цианоаланингидратаза. Продуктами ферментативной деструкции являются нетоксичные вещества - аминокислоты: аспарагии, цистеин и тиоэфиры.

Процесс обезвреживания токсичных цианидов, роданидов, меркаптанов и сульфидов является истинным, так как происходит полная их нейтрализация, сопровождающаяся образованием веществ, используемых в биосинтезе белка.

Из большого числа водных растений отобраны виды, обладающие наиболее высоким уровнем ферментативной активности и скоростями биодеструкции, которые рекомендуются для посадки на гидроботанических очистных сооружениях для обезвреживания цианидов, меркаптанов, сульфидов. Это следующие виды:

- гидатофиты, вегетирующие в водоемах круглый год, устойчивые к низ-

ким температурам: кладофора, харовые водоросли, элодея канадская, сусак зонтичный, фонтиналис противоогневой,

• гелофиты, вегетирующие сезонно: частуха подорожниковая, тростник южный, манник трехцветковый, рогозы широколистный и узколистный, ежеголовник,

• нейстофиты, вегетирующие сезонно - ряска тройчатая.

Для обогатительных фабрик рекомендуется фитотехнология, включающая три ступени, засаживаемых в следующей последовательности:

• 1 ступень - харовые водоросли с плотностью покрытия 2,5 кг/м^2.

• 2 ступень - злодея канадская с плотностью 1,5 кг/м^2;

• 3 ступень - рдесты и рогозы 30-40 экз./м^2.

Схема реализована и опробована на Текелийском свинцово-цинковом комбинате (Казахстан).

Экспериментально доказано, что гидатофиты могут частично накапливать алифатические и ароматические амины, трудноокисляемые фенолы (резорцин) до 30%, основная же их масса подвергается окислительной деструкции с участием окислительных ферментов.

Окислительная деструкция аминов и фенолов приводит к образованию хинонов, которые далее поликонденсируются до гуминовых кислот или распадаются до CO_2 и воды.

Фитотехнология схема доочистки сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий, а также предприятий легкой промышленности, в частности, красильных производств, включает посадки в литеральной зоне рогоза широколистного, на понтонах или сетках - вахты трехлистной кувшинки чисто-белой, а в толще воды гидатофитов - харовых водорослей, элодеи канадской, пузырчатки обыкновенной.

Фитотехнология доочистки сточных вод коммунального хозяйства предполагает посадку в каналах водоотведения харовых водорослей и элодеи канадской. Глубина очистки в таких каналах увеличивается в среднем (%): по ХПК на 20.8; БПК - 30.9; азотным формам и тяжелым металлам -7.

Фитотехнология обезвреживания нефтесодержащих буровых сточных вод в условиях предполагает высадку мха сфагнума и гидатофитов из местных видов растений[10,11].

Рекомендуемые гидатофиты являются широко распространенными видами. Харофиты встречаются в пресноводных водоемах повсеместно, нередко образуют обширные заросли, особенно на илистых грунтах. Представители харовых могут встречаться в мелких лужах, разливах, ручьях, прудах. В озерах с прозрачной водой они опускаются на глубину до 10 м. Харовые образуют очень плотную фильтрационную решетку, на которую оседают почти все взвешенные частицы, в том числе и дейтрит.

Харовые водоросли используются водоплавающими птицами в качестве корма, так как содержат (%); до 3.3 – 9.7 белка, 20.7-56.7 углеводов, 0.12 - 0.88 липидов. Калорийность их достаточно высокая - от 1,12 до 2,4 ккал. они содержат большое количество витаминов, каротина, провитамина А.

Харовые водоросли по химическому составу близки к высшим водным

растениям, превосходят их по пищевой ценности и могут быть использованы как витаминные и белоксодержащие корма для водоплавающих птиц, рыб, сельскохозяйственных животных, в частности, кур и домашних уток.

Элодея также отличается высоким содержанием белка и применяется в качестве витаминной добавки при кормлении уток, в частности такое применение нашла элодея, которую вынуждены изымать из Посольского сора озера Байкал.

Фитотехнологии можно использовать для очистки сточных вод отдельно расположенных объектов, таких как санатории и другие лечебно-оздоровительные учреждения, кемпинги и т. п.

При применении фитотехнологии для доочистки производственных сточных вод необходимо отдавать предпочтение сточным водам, которые содержат органические примеси естественного происхождения. Это сточные воды молокоперерабатывающих и маслоэкстракционных заводов, мясокомбинатов, животноводческих комплексов и фермерских хозяйств.

Для очистки поверхностного стока биоплато могут располагаться в пределах прибрежных водоохранных зон. Хорошие результаты с помощью фитотехнологии достигаются при доочистке сточных вод, которые содержат нефтепродукты в небольших концентрациях (до 10-15 мг/дм3).

Фитотехнологию можно рекомендовать для очистки фильтрата, который стекает со свалок бытовых отходов.

При проектировании комплекса сооружений с применением фитотехнологий можно рекомендовать следующий алгоритм действий:

1. Выбор оптимальных параметров процессов деструкции органических веществ за счет жизнедеятельности биоты и иммобилизации регенерированных минеральных соединений. Эти исследования выполняются в условиях лабораторного эксперимента (микрокосм).

2. Выбор места расположения очистных сооружений, включая сооружения механической очистки, так, чтобы очищаемая вода перетекала из одного блока в другой самотеком, а комплекс сооружений биоплато вписывался в рельеф местности как его составная часть.

3. Выбор системы водоотвода при отключении блоков (секций) биоплато на период проведения ремонтных работ и аварийных ситуаций. Следует предусмотреть устройства для прекращения подачи сточных вод на любое сооружение, работающее во взаимозаменяемом режиме.

4. Строительство сооружений с использованием фитотехнологии желательно осуществлять в течение нескольких месяцев и закончить строительные работы в теплый период с тем, чтобы успеть к началу холодов осуществить посадку высшей водной растительности на блоках биоплато. Обычно плотность растительности должна достигать 10-12 стеблей на 1 м^2 поверхности блока. При недостаточной плотности весной или летом следующего года осуществляется дополнительная посадка.

5. Растительность, которая развивается на поверхности блоков биоплато, не следует косить или сжигать. Отмирающие стебли и листва растений образуют торфяной слой (детрит), толщиной около 1 мм в год, где формируется био-

ценоз, который дополнительно поглощает соединения азота и фосфора и, главное, обеспечивает надежное обеззараживание сточных вод.

6. Адаптация биогеоценоза биоплато к условиям нормальной эксплуатации происходит при подаче воды с дебитом 0.1-0.25 расчетной нагрузки. Этот процесс длится до тех пор, пока в очищаемой воде на выходе из биоплато не будет установлено снижение содержания загрязняющих веществ, которое свидетельствует о начале работы искусственного биогеоценоза. Это наступает ориентировочно через 2-4 месяца после начала опытной эксплуатации.

7. Для обеспечения эффективной эксплуатации биоплато при отрицательных температурах необходимо выполнять ряд требований. В зимний период следует максимально сохранять температуру сточных вод как в самом биоплато, так и в сооружениях и коммуникациях перед входом в биоплато (в отстойнике, колодцах и подводящих трубах). Растительная подстилка и грунтовой субстрат, накапливающиеся в биоплато, обеспечивают теплоизоляцию в холодный период года. Эта подстилка также аккумулирует снег, ограничивая конвекцию и снижая потери тепла. Для эффективной работы биоплато в зимний период необходимо поддерживать постоянный ток воды через сооружения. Глубина воды в блоках должна быть не менее 40-60 см. При этом в верхней части водной зоны инфильтрационных блоков образуется слой льда в виде крыши толщиной 5-10 см. Подо льдом поддерживается температура воды не менее +5 °С, достаточная для прохождения процессов очистки. Как показал опыт эксплуатации сооружений биоплато, эффективная очистка и бесперебойная работа в зимний период обеспечиваются даже при температурах ниже –30 °С, при этом вода на выходе из биоплато имеет температуру не ниже +3 С.

Опыт эксплуатации биоплато в зимний период использован при проектировании и строительстве самого северного в мире биоплато в пос. Шонгуй Мурманской области (Россия), который расположен за Полярным кругом. С ноября 2002 г. биоплато в пос. Шонгуй находится в постоянной эксплуатации [15].

Сооружения на основе фитотехнологий работают как самонастраивающаяся и саморегулируемая система. Для их надежной работы необходимо поддерживать оптимальный режим эксплуатации, соблюдая сравнительно простые правила:

- подача воды на сооружения должна быть постоянной, перерывы не должны превышать 1-2 суток;
- следует регулярно удалять из блока механической очистки осажденные и плавающие примеси;
- своевременно заменять проржавевшие металлические детали блока механической очистки (решетки, шиберы и др.) и регулирующей аппаратуры (задвижки, патрубки и др.), устранять оседание колодцев и трубопроводов;
- при отрицательных температурах обеспечивать условия прохождения очистки под ледяной “крышей”;
- при необходимости производить дополнительную посадку высшей водной растительности на поверхности блоков биоплато;
- через 5-7 лет эксплуатации при необходимости производить замену или

разрыхление поверхностного слоя фильтрующего материала инфильтрационных блоков на глубину 5-10 см;

• при необходимости делать обратную промывку дренажных трубопроводов.

Сооружения биоплато вместе с сооружениями механической очистки обслуживает один человек.

Срок службы фильтрационных блоков между капитальными ремонтами составляет не менее 20-25 лет. Поверхностные блоки в ремонте не нуждаются.

8. Кроме функций биоинженерного сооружения, биоплато как высокопроизводительная экосистема создает пространственную неоднородность в обедненных антропогенно-естественных ландшафтах, предоставляет дополнительные места обитания и пищевые ресурсы для многих видов флоры и фауны, что, в свою очередь, создает благоприятные условия для поддержания биоразнообразия. Применение принципов ландшафтного дизайна при проектировании и строительстве биоплато позволяет широко использовать декоративные возможности сооружений для улучшения эстетики промплощадок и прилегающей территории.

Ключевые слова: Сточные воды, фитотехнологии очистки, климатические условия.

Key words: Wastewater, treatment phytotechnology, climatic conditions.

Список литературы

1. Верещагина И.Ю. Искусственное биоплато в арктических широтах / И.Ю. Верещагина, Н.В. Василевская // Экология производства. - 2004. - № 4. - С. 50-54.

2. Кашина Н.Ф. Оптимизация гидроботанического способа очистки сточных вод от ароматических аминов методами математического планирования эксперимента / Н.Ф. Кашина, С.С. Тимофеева, Л.Н. Ежова, О.М. Кожова // Водные ресурсы. - 1983. - № 3. - С. 153-160.

3. Остроумов С.А. Изучение фиторемедиационного потенциала трех видов макрофитов: взаимодействие с додецилсульфатом натрия / С.А. Остроумов, Е.А. Соломонова // Экологические системы и приборы, 2007. № 5. - С. 20-22.

4. Столберг Ф.В. Малозатратные технологии для экологического восстановления малых рек Украины / Ф.В. Столберг // Комунальне господарство міст. Науково-техніічный збірник. 2011, № 99. - С. 253-266.

5. Тимофеева С.С. Экологическая биотехнология / С.С. Тимофеева. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999 - 210 с.

6. Тимофеева С.С. Роль макрофитов в обезвреживании хлорированных фенолов / С.С. Тимофеева, А.М. Бейм // Водные ресурсы. 1992, № 1. - С. 89-191.

7. Тимофеева С.С. Роль водорослей и высших водных растений в обезвреживании цианидсодержащих сточных вод / С.С. Тимофеева, В.З. Краева, О.А. Меньшикова // Водные ресурсы. 1985, № 6. - С. 111-116.

8. Тимофеева С.С. Использование макрофитов для интенсификации биологической очистки роданидсодержащих сточных вод / С.С. Тимофеева, О.А. Меньшикова // Водные ресурсы. 1985, № 6. - С. 80-85.

9. Тимофеева С.С. Роль макрофитов в очищении воды от алифатических аминов / С.С. Тимофеева, О.А. Меньшикова // Водные ресурсы. 1984, № 3. - С. 109-114.

10. Тимофеева С.С. Роль макрофитов в обезвреживании флотореагентов / С.С. Тимофеева, Г.Д. Русецкая // Водные ресурсы. 1989, № 4. - С. 187-194.

11. Тимофеева С.С. Биотехнологическая очистка сточных вод объектов нефтедобычи / С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев // Безопасность в техносфере, 2010, № 4. - С. 12-16.

12. Тимофеева С.С. Биотехнологическая утилизация нефтешламов и буровых отходов / С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев, С.А. Медведева // Вестник ИрГТУ, 2010, № 1. - С. 158-163.

13. Timofeeva S.S. Treatment of sewage containing aromatic amibes with participation of macrophytes / S.S. Timofeeva // Acta hydrochim. hydrobiol. Part.1. 1987, Bd. 15. - Hf. 6. - s. 611-622; Part. 2 .- 1988. - Bd. 16. - Hf. 1; s. 73-80.

14. Timofeeva S.S. Present and perspectives of using hydrobotanic treatment for sewage waters / S.S. Timofeeva, D.I. Stom // Acta Hydrochim. Hydrobiol. 1986, Vol. – 16. № 3- s. 299-312.

15. Ostroumov S.A. Innovative phytotechnology: contributing to the best available technologies of complex control and prevention of water pollution / S.A. Ostroumov, A.P. Kapitsa, S.V. Kotelevtsev, E.G. Golovnya, O.M. Gorshkova, E.V. Lasareva, S. McCutcheon, T.V. Shestakova, E.A. Solomonova // Ecol. Stud., Haz., Solutions. 2009, Vol. 13. - P. 101-103.

References

1. Verewagina I.Ju. *Iskusstvennoe bioplato v arkticheskih shirotah* / I.Ju. Verewagina, N.V. Vasilevskaja // Jekologija proizvodstva, 2004,no. 4, pp. 50-54.

2. Kashina N.F. *Optimizacija gidrobotanicheskogo sposoba ochistki stochnyh vod ot aromaticheskih aminov metodami matematicheskogo planirovanija jeksperimenta* / N.F. Kashina, S.S. Timofeeva, L.N. Ezhova, O.M. Kozhova // Vodnye resursy, 1983, no. 3, pp. 153-160.

3. Ostroumov S.A. *Izuchenie fitoremediacionnogo potenciala treh vidov makrofitov: vzaimodejstvie s dodecilsul'fatom natrija* / S.A. Ostroumov, E.A. Solomonova // Jekologicheskie sistemy i pribory, (2007),no. 5, pp. 20-22.

4. Stolberg F.V. *Malozatratnye tehnologii dlja jekologicheskogo vosstanovlenija malyh rek Ukrainy* / F.V. Stolberg // Komunal'ne gospodarstvo mist. Naukovo-tehniichnyj zbirnik, no. 99, 2011, pp. 253-266.

5. Timofeeva S.S. *Jekologicheskaja biotehnologija* / S.S. Timofeeva. - Irkutsk: Izd-vo IrGTU, 1999, 210 p.

6. Timofeeva S.S. *Rol' makrofitov v obezvrezhivanii hlorirovannyh fenolov* / S.S. Timofeeva, A.M. Bejm // Vodnye resursy, 1992, no.1, pp. 89-191.

7. Timofeeva S.S. *Rol' vodoroslej i vysshih vodnyh rastenij v obezvrezhivanii cianidsoderzhawih stochnyh vod* / S.S. Timofeeva, V.Z. Kraeva, O.A. Men'shikova // Vodnye resursy, 1985, no. 6, pp. 111-116.

8. Timofeeva S.S. *Ispol'zovanie makrofitov dlja intensifikacii biologicheskoj ochistki rodanidsoderzhawih stochnyh vod* / S.S. Timofeeva, O.A. Men'shikova // Vodnye resursy, 1985, no. 6, pp. 80-85.

9. Timofeeva S.S. *Rol' makrofitov v ochiwenii vody ot alifaticheskih aminov* / S.S. Timofeeva, O.A. Men'shikova // Vodnye resursy, 1984, no. 3, pp. 109-114.

10. Timofeeva S.S. *Rol' makrofitov v obezvrezhivanii flotoreagentov* / S.S. Timofeeva, G.D. Ruseckaja // Vodnye resursy. 1989, no. 4, pp. 187-194.

11. Timofeeva S.S. *Biotehnologicheskaja ochistka stochnyh vod ob#ektov neftedobychi* / S.S. Timofeeva, S.S. Timofeev // Bezopasnost' v tehnosfere, 2010, no.4, pp. 12-16.

12. Timofeeva S.S. *Biotehnologicheskaja utilizacija nefteshlamov i burovyh othodov* / S.S. Timofeeva, S.S. Timofeev, S.A. Medvedeva // Vestnik IrGTU, 2010, no.1. 2010, pp. 158-163.

13. Timofeeva S.S. *Treatment of sewage containing aromatic amibes with participation of macrophytes* / S.S. Timofeeva // Acta hydrochim. hydrobiol. Part.1. 1987, Bd. 15. - Hf. 6, pp. 611-622; Part. 2, 1988, Bd. 16. - Hf. 1; pp. 73-80.

14. Timofeeva S.S. *Present and perspectives of using hydrobotanic treatment for sewage waters* / S.S. Timofeeva, D.I. Stom // Acta Hydrochim. Hydrobiol, 1986, vol. 16, no. 3, pp. 299-312.

15. Ostroumov S.A. *Innovative phytotechnology: contributing to the best available technologies of complex control and prevention of water pollution* / S.A. Ostroumov, A.P. Kapitsa, S.V. Kotelevtsev, E.G. Golovnya, O.M. Gorshkova, E.V. Lasareva, S. McCutcheon, T.V. Shestakova, E.A. Solomonova // Ecol. Stud., Haz., Solutions, 2009, vol. 13, pp. 101-103.

UDC 574.5/.6(571.5)

Summary

PHYTOTECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATION IN EASTERN SIBERIA

Timofeeva S.S., Timofeev S.S.

The mechanisms of hydatophyte neutralization by more than 100 components of wastewater in various industries (pulp and paper, mining and minerals processing, metal processing, light industry, food, utilities and agriculture) in Siberia and in the North were studied. The modern phytotechnologies of sewage treatment in extreme continental climate were considered. Water plants rapidly destroy these compounds; the process of biodegradation is enzymatically catalyzed by specific enzyme system β-cyanalaninesynthesis.

Сведения об авторах:

Тимофеева Светлана Семеновна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 8(3952)405672, e-mail: timofeeva@istu.edu).

Тимофеев Семен Сергеевич – старший преподаватель кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности. ркутский государственный технический университет (664074, Россия, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 8(3952)405672, e-mail: timofeeva@istu.edu).

Information about the authors:

Timofeeva Svetlana S. – PhD in Technics, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Industrial Ecology and Life Safety. Irkutsk State Technical University (Lermontova st., 83, Irkutsk, 664074, Russia, phone: 8((3952)405672, e-mail: timofeeva@istu.edu).

Timofeev Semen S. - Тимофеев Семен С. – Senior Teacher, Department of Industrial Ecology and Life Safety, Irkutsk State Technical University (Lermontova st., 83, Irkutsk, 664074, Russia, phone: 8((3952)405672, e-mail: timofeeva@istu.edu).

УДК 576.8

ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС ПО ПАРАЗИТОЛОГИИ “ОПАСНОСТИ, КОТОРЫЕ НАС ПОДСТЕРЕГАЮТ” КАК ФОРМА ПРИВИТИЯ ГИГИЕНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ И НАВЫКОВ У ШКОЛЬНИКОВ

Т.М. Тимошенко, Н.Ю. Куприянова

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Центр образования № 47, *г. Иркутск, Россия*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией системы просветительской и методической работы по вопросам здорового и безопасного образа жизни в Центре образования № 47 г. Иркутска. Был апробирован элективный курс “Опасности, которые нас подстерегают” для обучающихся 7 классов. Составлена программа по экто- и эндопаразитам, представляющим опасность для здоровья населения. На занятиях рассматриваются такие заболевания, как клещевой энцефалит, энтеробиоз, аскаридоз, описторхоз, дифиллоботриоз. Приводятся данные по санитарно-эпидемиологической ситуации по дифиллоботриозу в Иркутской области.

Паразитарные болезни являются причиной задержки психического и физического развития детей, снижают трудоспособность взрослого населения. Вызывая аллергизацию организма пораженного человека, они снижают сопротивляемость организма заболеваниям.

Паразитарные болезни занимают четвертое место в структуре всех болезней. В стране ежегодно регистрируется до 1.5 млн случаев этих заболеваний. Общее количество больных паразитарными болезнями достигает почти 20 млн человек и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению.

Являясь причиной заболеваний среди 5-14-летних детей, инфекции гельминтами должны входить в число важнейших проблем, подлежащих разрешению, с целью улучшения качества жизни, здоровья и продуктивности детей во всем мире.

В федеральных требованиях к образовательным учреждениям в части охраны здоровья обучающихся, воспитанников, утвержденных приказом Министерства образования и науки РФ от 9 декабря 2010г. № 1639, включено требование организации системы просветительской и методической работы с участниками образовательного процесса по вопросам здорового и безопасного образа жизни. В связи с этим в общеобразовательной школе Центр образования № 47 апробирован элективный курс “Опасности, которые нас подстерегают” для обучающихся 7 классов.

Цель - создание необходимых, организационных, информационно-методических условий для формирования экологической культуры личности школьника в области паразитологии с целью сокращения инфекций гельминтами и приобретения гигиенических навыков обучающимися.

Экологическое образование выступает как сложный педагогический процесс. Воспитание должно обеспечить такое поведение человека, которое будет соответствовать нормам и правилам поведения при “столкновении” с паразитом. Для успешной реализации задач школьного биологического образования большое значение имеет предоставление школьникам возможности изучения курсов по выбору, так называемых элективных курсов.

Данная программа, объемом 9 часов, разработана для учащихся 7 классов. Периодичность и продолжительность занятий – 1 раз в неделю по 1 академическому часу.

Актуальность темы определяется важным значением паразитов в жизни человека.

Цель курса: расширить знания учащихся в области биологии паразитов, относящихся к различным типам (плоские и круглые черви).

Задачи курса:

- расширение знаний в области “Паразитологии”. Получение знаний о биологических циклах развития паразитов, умение различать паразитов по определенным признакам (классифицировать);
- развитие творческих способностей при выполнении учебно-исследовательских проектов;
- выработка устойчивых навыков в работе с лабораторным оборудованием
- привитие навыков публичного выступления;
- санитарно-гигиеническое воспитание школьников.

Для реализации данной программы требуется лабораторное оборудование,

увеличительные приборы (бинокуляр), компьютер.

Содержание программы.

Введение. Инструктаж по технике безопасности. Темы и источники информации, необходимые для выполнения проекта, с последующим предоставлением проекта (лекция с элементами беседы) – 1 ч.

Разнообразие животного мира, париазиты – объекты исследования. Классификация паразитов. (лекция с элементами беседы) – 1 ч.

Клещи. Природный очаг клещевого энцефалита в Прибайкалье. Профилактика клещевого энцефалита. – 1 ч.

Круглые черви (острица, аскарида, токсокара). Заболевания, вызываемые нематодами (энтеробиоз, аскаридоз, токсокароз). Профилактика заболеваний. (лекция с элементами беседы) – 2 ч.

Плоские черви (трематоды, цестоды). Заболевания, вызываемые трематодами (описторхоз). Заболевания, вызываемые цестодами (дифиллоботриозы). – 2 ч.

Суд над паразитами. Болезни, вызываемые паразитами. Могут ли гельминты жить с человеком в “симбиозе”? Чего опасаться, когда ты путешествуешь по озеру Байкал. Санитарно-гигиеническое воспитание (практическое занятие) – 1 ч.

Заключительное занятие. Презентация проекта – 1 ч.

Учебно-тематический план

№	Темы занятий	Всего часов	В том числе		Форма обратной связи
			лекция	практика	
1	Введение. Задачи курса	1	1	-	Педагогическое наблюдение
2	Разнообразие животного мира, париазиты – объекты исследования. Классификация паразитов.	1	1	-	Педагогическое наблюдение
3	Клещи. Природный очаг клещевого энцефалита. Профилактика клещевого энцефалита.	1	-	1	Анализ результатов
4	Круглые черви (острица, аскарида, токсокара). Заболевания, вызываемые нематодами (энтеробиоз, аскаридоз, токсокароз). Профилактика заболеваний.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
5	Плоские черви (трематоды, цестоды). Заболевания, вызываемые трематодами (описторхоз). Заболевания, вызываемые цестодами (дифиллоботриозы).	2	1	1	Доклады на семинаре
6	Суд над паразитами	1	--	1	
7	Заключительное занятие	1	-	1	Презентация проекта
	итого	9	4	5	

Проектная деятельность учащихся.

В процессе освоения программы элективного курса предполагается разнообразная деятельность учащихся. Наиболее соответствует поставленным целям проектная деятельность.

Проектная деятельность учащихся обладает целым рядом достоинств: положительно влияет на мотивацию учения, обеспечивает высокий уровень самостоятельности учащихся, создает благоприятные условия для общения и взаимодействия участников проекта, способствует развитию самообразовательных, практических, исследовательских умений и навыков, обеспечивает актуализацию имеющихся знаний и формирование новых. В процессе активной, социально значимой деятельности поискового, творческого характера происходит становление личностных качеств, формирование активной жизненной позиции ученика.

Практико-ориентированный проект

Цель: определить значение паразитов в жизни человека.

1. Выбор темы:
   - составление мероприятий по профилактике.
   - Изготовление информационных листков о паразитах.
   - Паразиты и наука.
   - Подбор материалов СМИ о паразитах.
   - Рисунки жизненных циклов паразитов.

2. Сбор информации о практической и научной деятельности человека, в которой используются знания о паразитах. Написание рекомендаций, составление подборок материалов о паразитах, организация санитарно-просветительной работы с местными жителями.

3. Представление фотоотчетов, отчетов-описаний, видеофильмов.

4. Оценка деятельности.

Творческий проект

Цель: выполнение творческого задания на основе информации о паразитах (материалов учебника, СМИ, других источников информации).

1. Выбор темы:

- Составление задач на основе информации учебника (СМИ, научно-популярной литературы);
- Составление кроссвордов, ребусов, загадок;
- Составление заданий для проверочной работы в тестовой форме;
- Написание сочинения по теме паразиты человека;

2. Выполнение творческого задания.

3. Творческий отчет: организация выставок, выступлений.

4. Оценка деятельности.

В качестве примера проектной деятельности для учащихся следует предложить работу по ознакомлению с дифиллоботриозами, так как это является проблемой в Байкальском регионе. Изучение байкальского природного очага дифиллоботриоза обучающимися повысит уровень их гигиенической грамотности.

Дифиллоботриоз Байкальском регионе – биогельминтоз, вызываемый паразитированием в тонком кишечнике гельминта – чаечного лентеца - Diphyllobothrium dendriticum.

Нами проведен ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости дифиллоботриозом населения Иркутской области за 1998-2010 гг. Распределение заболеваемости дифиллоботриозом по районам Иркутской об-

ласти представлено на рис. 1.

Рисунок 1 - **Распределение заболеваемости населения дифиллоботриозом в Иркутской области (1998-2007 гг.).**

В среднем за анализируемый период показатель заболеваемости дифиллоботриозом составил 11.4 на 100 тыс. для совокупного населения Иркутской области, и 7.1 на 100 тыс - для детского населения.

В Государственном докладе “О санитарно-эпидемиологической обстановке в Иркутской области в 2007 году” отражено, что всего в Иркутской области в 2007 году зарегистрировано 234 случая дифиллоботриоза (без определения вида возбудителя). По данным эпидемиологических расследований, случаи заражения дифиллоботриозом в 84.2% (197 заболевших) связаны с употреблением рыбы, отловленной в местных водоемах.

Человек может заболеть дифиллоботриозом в любое время года. Заражение наступает при употреблении в пищу сырой или плохо провяленной рыбы, а также свежепосоленной икры. В Прибайкалье люди часто употребляют в пищу сырую рыбу в виде расколотки или строганины. Главная мера борьбы с этим паразитарным заболеванием – дегельминтезация (освобождение от паразита человека, животного) медицинскими препаратами.

Важной мерой профилактики является правильная технологическая обработка рыбы. Следует активизировать просветительскую работу среди населения.

Ключевые слова: Здоровье, безопасный образ жизни, паразитология, гигиенические знания.

Key words: Health, healthy mode of life, parasitology, hygienic knowledge.

Список литературы

1. Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник / Байкальский институт продопользования СО РАН. - Улан-Удэ: ЭКОС: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. – 608 с.
2. *Вахрушев А.А.* Биология. ("От амёбы до человека") / *А.А. Вахрушев, О.В. Бурский, А.С. Раутиан* // Учебник для 7-го класса. - М.: "Баласс", 2005. – 320 с.
3. *Вахрушев А.А.* Биология. ("Познай себя") / *А.А. Вахрушев, Е.И. Родионова, Г.Э. Белицкая, А.С. Раутиан* // Учебник для 8-го класса. - М.: "Баласс", 2008. – 304 с.
4. *Галактионов К.В.* Современное многообразие живого и пути его становления / *К.В. Галактионо.* - СПб: Изд-во СПбГУПМ, 2002. – 153с.
5. *Дерябо С.Д.* Экологическая педагогика и психология / *С.Д. Дерябо, В.П. Ясвин* – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 213 с.
6. *Куприянова Н.Ю.* Динамика заболеваемости энтеробиозом детского населения Иркутска / *Н.Ю. Куприянова, А.М. Антонова, Г.Н. Горбачева* // Журн. инфекционной патологии. Иркутск, 2010. Т 17, № 3- С. 88-90.
7. *Пронин Н.М.* Байкальский природный очаг дифиллоботриоза (структура, эпизоотология и эпидемиология) / *Н.М. Пронин, С.В. Пронина* – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2010. - 44 с.
8. Рыбы озера Байкала и его бассейна / *Н.М. Пронин, А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок.* – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского НЦ СО РАН, 2007. - 120 с.
9. Экологическое образование и воспитание. Метод. рекомендации. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского НЦ СО РАН, 1999. - 29 с.

References

1. *Bajkal: priroda i ljudi: jenciklopedicheskij spravochnik* / Bajkal'skij institut prodopol'zovanija SO RAN. - Ulan-Udje: JeKOS: Izd-vo BNC SO RAN, 2009, 608 p.
2. Vahrushev A.A. *Biologija. ("Ot amjoby do cheloveka")* / A.A. Vahrushev, O.V. Burskij, A.S. Rautian // Uchebnik dlja 7-go klassa. - M.: "Balass", 2005, 320 p.
3. Vahrushev A.A. *Biologija. ("Poznaj sebja")* / A.A. Vahrushev, E.I. Rodionova, G.Je. Belickaja, A.S. Rautian // Uchebnik dlja 8-go klassa. - M.: "Balass", 2008, 304 p.
4. Galaktionov K.V. *Sovremennoe mnogoobrazie zhivogo i puti ego stanovlenija* / K.V. Galaktionov. - SPb: Izd-vo SPbGUPM, 2002.
5. Derjabo S.D. *Jekologicheskaja pedagogika i psihologija* / S.D. Derjabo, V.P. Jasvin. – Rostov-na-Donu: Feniks, 1996.
6. Kuprijanova N.Ju. *Dinamika zabolevaemosti jenterobiozom detskogo naselenija Irkutska* / N.Ju. Kuprijanova, A.M. Antonova, G.N. Gorbacheva // Zhurnal infekcionnoj patologii, Irkutsk, 2010, vol. 17, no.3, pp. 88-90.
7. Pronin N.M. *Bajkal'skij prirodnyj ochag difillobotrioza (struktura, jepizo-otologija i jepidemiologija)* / N.M. Pronin, S.V. Pronina. – Ulan-Udje: Izd-vo BGU, 2010, 44 p.
8. *Ryby ozera Bajkala i ego bassejna* / N.M. Pronin, A.N. Matveev, V.P. Samusenok. – Ulan-Udje: Izd-vo Burjatskogo NC SO RAN, 2007, 120 p.
9. *Jekologicheskoe obrazovanie i vospitanie*. Metod. rekomendacii. Izd-vo Burjat-skogo NC SO RAN – Ulan-Udje, 1999, 29p .

UDC 576.8

Summary

ELECTIVE COURSE OF PARASITOLOGY "DANGERS WHICH COULD TAKE ANYWHERE" AS A FORM OF MASTERING HYGIENIC KNOWLEDGE AND SKILLS OF PUPILS

Timoshenko T.M., Kuprianova N.Yu.

The paper considers the issues related to the system organiztion of the educational and methodological work for the questions of healthy mode of life in the Center of Education № 47 of Ir-

kutsk city. The elective course “Dangers which could take anywhere” for the pupils of 7 grade is approved. The programme for ecto- and endoparasites which can be dangerous for human health has been developed. Such diseases as tick-borne encephalitis, enterobiasis, ascaridosis, opisthorchiasis and dibothriocephaliosis are considered. The data on the sanitary and epidemological situation of dibothriocephaliosis in the Irkutsk regiona are presented.

Сведения об авторах:

Тимошенко Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, руководитель структурного подразделения “Медицинская служба”. Центра образования № 47 г. Иркутска (664057, Россия, г. Иркутск, пр.Маршала Жукова, 36,тел. 89148767507, e-mail:mockitina555@mail.ru).

Куприянова Наталья Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры эпидемиологии Иркутского государственного медицинского университета (664057, Россия, г. Иркутск, пр.Маршала Жукова, 36,тел.89148772022, e-mail:mockitina555@mail.ru).

Information about the authors:

Timoshenko Tatiana M. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Supervisor of Department “Medical Service”, Educational Center № 47, Irkutsk (Marshala Zhukova pr., 36, Irkutsk, Russia, 664057, phone: 89148767507, e-mail:mockitina555@mail.ru)..

Kupryanova Natalia Yu. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor of Department of Epidemology, Irkutsk State Medical University (Krasnogo vosstania st., 1, Irkutsk, Russia, 664003, phone: 89148772022, e-mail:mockitina555@mail.ru)..

УДК 574.5

ДИНАМИКА БАЙКАЛЬСКИХ ПЛАНКТОННЫХ КОЛОВРАТОК В 1995-2006 гг. (ПО ДАННЫМ НИИ БИОЛОГИИ ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА)

В.Н. Шупруто

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Работа выполнялась на основе базы данных НИИ Биологии при ИГУ. В базе собраны материалы долговременных (с 1945 г.) круглогодичных наблюдений за планктоном озера Байкал. Проведен анализ динамики численности коловраток пелагиали Южного Байкала в период с 1995 по 2006 г. Исследовался верхний трофогенный слой воды (до 50 м), где сосредоточена основная масса коловраток. Рассмотрены типы сукцессий, выделен новый тип сукцессии, приведены примеры для каждого. Приведены максимальные численности коловраток за тринадцатилетний период, процентное соотношение между разными комплексами коловраток в различные годы. Также показаны особенности развития каждого комплекса коловраток.

Коловратки принадлежат к основным компонентам зоопланктона Байкала. Еще К.С. Гайгалас [2] отметил, что в экологическом комплексе глубоководной пелагиали коловратки формируют три сезонные группы: круглогодичные, зимне-весенние, летне-осенние. Максимальное развитие коловраток первой и третьей групп наблюдается в августе - октябре, а второй группы - в весенний период (март-апрель).

В открытой пелагиали озера исследуемого района отмечено около 30 видов коловраток, хотя ежегодно встречается не более 20. Основу фауны коло-

враток открытых вод составляют коловратки, широко распространенные в озерах северных широт. Они формируют две экологические группы коловраток - круглогодичные и летне-осенние. К первой относятся *Keratella quadrata, K. cochlearis, Kellicottia longispina* и *Filinia terminalis*. Вторая группа включает наибольшее число видов (19) по сравнению с другими группами (круглогодичные и весенние) и очень изменчива по видовому составу в разные годы. Несмотря на высокую межгодовую изменчивость, можно выделить виды, которые встречаются наиболее часто и, как правило, доминируют: *Synchaeta stylata, S. grandis, Asplanchna priodonta, Collotheca mutabilis, Conochilus unicornis*. Как круглогодичные, так и летне-осенние виды развиваются в поздне-летний и осенний периоды, т.е. в условиях прогретых вод.

Эндемичные виды формируют третью экологическую группу - весенние коловратки: *Notholca grandis, N. intermedia, Synchaeta pachypoda, S. pachypoida, S. prominula*. Кроме того, в составе этой группы в некоторые годы отмечается *Collotheca* sp., которая характеризуется крупными размерами тела и мощной короной. Видовой статус не установлен. Весенние коловратки встречаются с декабря по июнь-июль, достигая наибольшего развития с марта по июнь. К разряду доминантных относятся *N. grandis, N. intermedia, S. pachypoda*, т.е. типичные планктонные виды открытой пелагиали. Остальные эндемичные виды больше характерны для планктона литоральной зоны.

Цель настоящей работы - рассмотрение долговременной динамики планктонных коловраток за время, прошедшее со времени последних публикаций результатов длительных наблюдений [1, 3, 4].

Материалы и методы. Работа выполнялась на основе базы данных НИИ Биологии при ИГУ. В базе собраны материалы долговременных (с 1945 г.) круглогодичных наблюдений за планктоном озера Байкал. Источником первичной информации для наполнения базы данных являются карточки обработки проб планктона. Отбор проб выполняется каждые 7–10 дней на пелагической постоянной станции № 1, расположенной в Южном Байкале против пос. Большие Коты на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной 800 м (51°54’195 с.ш., 105°04’235 в.д.). Численность коловраток в воде Байкале, выраженная в количестве особей в 1 м^3 или под 1 м^2 в слое водной толщи, дает оценку сезонных изменений численности, а при многолетних наблюдениях позволяет оценить тенденцию изменения среднего уровня, вокруг которого колеблется численность популяции.

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что основная масса коловраток всех видов сосредоточена на глубине от 0 до 50 метров, потому что этот слой прогрет и освещен гораздо лучше, а также весь фитопланктон – пища зоопланктона – развивается, в основном, именно на этой глубине. Но и глубже коловратки также наблюдаются, хотя и численность их в десятки раз ниже, чем в поверхностном слое.

Преобладают по численности 4 вида коловраток *Keratella quadrata, Kellicottia longispina, Filinia terminalis, Conochilus unicornis*, три из которых относятся к круглогодичным видам коловраток и один - к летне-осенним.

Анализ многолетних материалов (1946-1985 гг.) по внутривидовой и межгодовой динамике численности различных экологических групп позволил выявить несколько типов сезонных сукцессий коловраток [4].

Сезонные сукцессии. Первый тип хорошо виден на примере 2001 г. Он характеризовался двумя подъемами численности (рис. 1). Весенний пик обусловлен интенсивным развитием коловраток весенней группы, летне-осенний - развитием коловраток круглогодичной группы.

Рисунок 1 – **Первый тип сукцессии коловраток, характеризующийся двумя подъемами численности весенним и осенним на примере 2001 г.**

Для второго типа сукцессии (рис. 2) характерна одновершинная кривая численности коловраток с максимумом, приходящимся на летне-осенний период за счет развития видов круглогодичной группы. Такое развитие коловраток наблюдалось в 2003 и 2004 гг.

Рисунок 2 – **Второй тип сукцессии с максимумом, приходящимся на летне-осенний период на примере 2003 г.**

Третий тип сукцессии характеризуется развитием коловраток всех сезонных групп (рис. 3). Весенний подъем происходит за счет весенних коловраток, а летне-осенний определяют коловратки круглогодичного и летне-осеннего комплексов. Такой тип развития был отмечен в 1994, 1995, 1996, 1997, 2000 и 2002 гг.

Рисунок 3 - **Третий тип сукцессии на примере 1997 г. – развитие коловраток всех сезонных групп.**

По описанию Г.И. Помазковой и Е.Н. Кузевановой четвертый тип развития близок к таковому среднемноголетнего года. В среднемноголетнем году численность коловраток определяется прежде всего численностью круглогодичных коловраток, хотя идет развитие и весенних, и летне-осенних видов, но в значительно меньшей степени. В среднем круглогодичные коловратки формируют около 82%, летне-осенние - 10%, весенние - 8%. Такой тип развития не был отмечен в период с 1994 по 2006 гг.

Пятый тип развития, не описанный ранее, обнаружен в рассматриваемый период времени. Он характеризуется осенним пиком развития круглогодичных и летне-осенних видов коловраток, без видимого развития весенних видов (рис. 4). Этот тип сукцессии был отмечен в 1998, 1999, 2005 и 2006 гг.

Рисунок 4 – **Пятый тип сукцессии, характеризующийся осенним пиком развития круглогодичных и летне-осенних видов коловраток на примере 2006 г.**

В целом за весь рассматриваемый период наибольшая численность круглогодичных коловраток колебалась от 180 тыс. до 2.1 млн. экз. под 1 м^2 в слое 0 – 50 м, при этом их доля в суммарной численности изменялась от 14.7 до 94.5%. Летне-осенние коловратки составляли 9.5 тыс.–2.9 млн. экз. под 1 м^2 в

процентах от 2 до 85%, весенние – 0.4-578 тыс. экз. под 1 м^2 и от 0.01 до 15%.

Межгодовая динамика численности. Из диаграммы (рис.5.) видно, что за 13-тилетний период было несколько больших пиков численности. Самый крупный из них отмечен подъемом численности всех трёх комплексов коловраток в 1996 г. Общая численность коловраток составила 24 млн. 101 тыс. экз. в м^3. Также были и годы минимумов, в которых общая численность коловраток составляла от одного до полутора миллионов особей. Это 1995, 2003 и 2004 гг.

Рисунок 5 – **Многолетняя динамика численности коловраток по трем комплексам.**

Динамика численности по комплексам

Исходя из проанализированных данных можно заключить, что круглогодичные виды коловраток (рис. 6.) развиваются довольно равномерно с пиками раз в 4 -5 лет.

Рисунок 6 - **Многолетняя динамика круглогодичных видов коловраток.**

Весенние коловратки (рис. 7.) ведут себя более непредсказуемо, чем круглогодичные, и разброс численности по годам у них от фактически нулевых отметок возрастает до девятиста тысяч особей на метр кубический в отдельные годы.

Про летне-осенний комплекс (рис. 8.) можно сказать, что численность его возрастает каждые 3 года и достигает 10 миллионов особей на метр квадратный, но в отдельные годы равна нулю.

Рисунок 7 – **Многолетняя динамика весенних видов коловраток.**

Рисунок 8 – **Многолетняя динамика летне-осенних видов коловраток.**

Выводы. 1. В результате обработки данных был выделен пятый, ранее не отмечавшийся, тип сезонной сукцессии коловраток, который характеризуется осенним развитием круглогодичных и летне-осенних видов коловраток, без видимого развития весенних видов.

2. В рассмотренный период круглогодичный комплекс максимально развивался каждые 4-5 лет, весенние давали пики численности раз в шесть лет, летне-осенние массово развивались каждые три года.

Ключевые слова: Байкал; зоопланктон; сукцессия коловраток; многолетняя динамика коловраток.

Key words: Lake Baikal, zooplankton, rotifer succession, long-term dynamics of rotifers.

Список литературы

1. Атлас и определитель пелагобионтов Байкала. – Новосибирск: Наука, 1995. – 694 с.
2. *Гайгалас К.С.* К познанию фауны коловраток озера Байкал / *К.С. Гайгалас* // Изв. БГНИИ при ИГУ. 1958, Т. 17, вып. 1-4. – С. 103-43.
3. *Кутикова Л.А.* Таксономический обзор фауны коловраток озера Байкал / *Л.А. Кутикова* // Тр. ЗИН АН СССР. 1986, Т. 152. – С. 89-105.
4. *Помазкова Г.И.* Динамика численности и структура планктонных коловраток озера Байкал по многолетним данным (1946-1985) / Г.И. Помазкова, Е.Н. Кузеванова // Коловратки: Матер. III Всесоюзн. Симп. Л.: ЗИН АН, 1990. – С. 88-92.

References

1. *Atlas i opredelitel' pelagobiontov Bajkala.* – Novosibirsk: Nauka, 1995, 694 p.
2. Gajgalas K.S. *K poznaniju fauny kolovratok ozera Bajkal* / K.S. Gajgalas // Izv. BGNII pri IGU, 1958, vol. 17, no. 1-4, pp. 103-43.
3. Kutikova L.A. *Taksonomicheskij obzor fauny kolovratok ozera Bajkal* / L.A. Ku-tikova // Tr. ZIN AN SSSR, 1986, vol. 152, pp. 89-105.
4. Pomazkova G.I. *Dinamika chislennosti i struktura planktonnyh kolovratok oze-ra Bajkal po mnogoletnim dannym (1946-1985)* / G.I. Pomazkova, E.N. Kuzevanova // Kolo-vratki: Mater. III Vsesojuzn. Simp, L.: ZIN AN, 1990, pp. 88-92.

UDC 574.5

Summary

DYNAMICS OF BAIKAL PLANKTON ROTIFERS FOR THE PERIOD OF 1995-2006. ACCORDING TO THE DATA OF SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF BIOLOGY OF IRKUTSK STATE UNIVERSITY

Shupruto V.N.

The work was performed based on the database of Scientific-Research Institute of Biology of ISU. The database contains the materials of long-term observations of the plankton of Lake Baikal (since 1945). The analysis of population dynamics of rotifers of the pelagic zone of the Southern Baikal during the period from 1995 to 2006 has been carried out. The upper trophogenic water layer (up to 50 m), where there is a bulk of rotifers has been investigated. The types of successions are considered, the new type of succession has been isolated, and the examples for each case are given. The maximum number of rotifers for thirteen-year period and the proportion between the different complexes of rotifers in different years are listed. The characteristics of each set of rotifers are also given.

Сведения об авторе:

Шупруто Василий Николаевич – аспирант. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 7 9025780068, e-mail: vasyaka89@gmail.com).

Information about the author:

Shupruto Vasiliy N. – PhD student, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University. (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 89025780068, e-mail: vasyaka89 @gmail.com)

УДК 579.68:574.63(285.23)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ БАЙКАЛЬСКОГО ЦБК ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Е.В. Щетинина, В.В. Максимов, Э.А. Максимова

Иркутский государственный университет, *г. Иркутск, Россия*
Научно-исследовательский институт биологии

Анализ современного состояния донных отложений в летний период 2009-2011 гг. показал уменьшение ОЧМ в 2 раза, количества СБ - на один-два порядка по сравнению с предыдущими годами. Установлено, что содержание СБ в чистых заиленных песках и илах составляло от 193 КОЕ до 5.4 тыс. КОЕ/г, в антропогенных отложениях – 6.5-10.9 тыс. КОЕ/г сырого грунта. В аналогичный период в контрольном районе в донных отложениях количество СБ не превышало 200 КОЕ/г. В грунтах БЦБК обнаружены БГКП в количестве от 10 КОЕ до 12 тыс. КОЕ ОКБ/г сырого грунта, в контрольном районе БГКП отсутствовали. Результаты исследований состояния донных отложений в районе сброса сточных вод БЦБК показали, что структурные параметры микробиоценозов донных отложений литоральных участков Байкала имеют узкий количественный спектр для данной фации осадков и устойчиво реагируют на антропогенные возмущения.

В течение 2009-2011 гг. были продолжены микробиологические исследования донных отложений экосистемы Южного Байкала под углом зрения ее устойчивости к антропогенным воздействиям.

В связи с этим, **цель** данной работы - оценить состояние донных отложений в районе деятельности Байкальского ЦБК по микробиологическим показателям.

Определение микробиологических параметров проводилось по классическим методикам, принятым в водной микробиологии [6, 9], а также использовались российские и международные стандарты [2, 7, 8].

Микробные сообщества донных отложений являются чувствительным, но в то же время устойчивым звеном байкальской экосистемы. На протяжении многих лет (с 80-х и по 2008 г.) общая численность микробиоценозов оставалась на одном уровне, составляя в среднем 1.73±0.34 млрд кл./г. В летний период 2009-2010 гг. общая численность микроорганизмов в районе сброса уменьшилась в два раза по сравнению с предыдущими годами. Размах колебаний численности микроорганизмов был от 0.486±0.06 до 1.306 ±0.18 млрд кл./г. Исследования донных отложений в летний период 2010 г. показали, что микробиологические показатели были на уровне 2009 г. Общая численность микроорганизмов колебалась от 0.633 в заиленных песках до 1160 млрд кл./г сырого грунта в илах грязно-серого цвета (табл. 1, 2). Средние значения численности составляли 0.798±0.160 млрд кл./г. и были на уровне численности в грунтах западного побережья (фоновый район, п. Большие Коты) – 0.460±0.06 млрд кл./г.

Высокие значения численности сапрофитных бактерий в 90-е годы и вплоть до 2007 г. в грунтах в непосредственной близости к трубам сброса сточных вод (до 712 тыс. КОЕ/г) были аналогичны значениям сапрофитов в пруде-

аэраторе (конечное звено очистки сточных вод) и свидетельствовали о загрязнении грунтов сточными водами. Взвешенные вещества из сточных вод кумулируются в неровностях, каньонах дна и в локальных участках образуются техногенизированные микробные микроэкосистемы. Экспертно такие микроэкосистемы выделяются по характерному лигнино-целлюлозному составу иловых включений и органолептическому анализу. Содержание сапрофитных бактерий в чистых заиленных песках и илах составляло 0.01-0.08, в антропогенных отложениях – 0.3-1.3 млн. КОЕ/г сырого грунта. В межгодовом аспекте отмечены значительные вариации численности сапрофитных микроорганизмов. По сравнению с началом 80-х годов, количество сапрофитных микроорганизмов в районе сброса сточных вод БЦБК в 90-х годах и до 2007 г. увеличилось в 5-10 раз.

Таблица 1 - **Санитарно-микробиологическая характеристика грунтов Байкала в районе Байкальского ЦБК в июле 2009 г.**

Место отбора проб	Характер грунта	Глубина, м	СБ	ОЧМ	БГКП	ОМЧ
Сброс сточных вод БЦБК	Заиленный песок	30	5400	0.600	0	3200
100м восточнее сброса сточных вод	Заиленный песок	30	3400	0.652	0	4300
500м восточнее сброса сточных вод БЦБК	Ил с примесью песка	40	1250	0.573	0	1800
1км восточнее сброса сточных вод БЦБК	Ил с примесью песка и детрита	60	350	0.486	0	700
100м севернее сброса сточных вод БЦБК	Ил	75	1500	0.613	0	1200
500м севернее сброса сточных вод БЦБК	Ил грязно-серого цвета	140	550	0.919	0	450
1км севернее	Ил грязно-серого цвета	245	1450	0.853	0	670
100м западнее сброса сточных вод БЦБК	Ил	60	700	0.913	0	560
500м западнее сброса сточных вод БЦБК	Ил с примесью песка	45	650	0.919	0	600
1км западнее сброса сточных вод БЦБК	Заиленный песок серого цвета	40	300	0.633	0	800
Условно-чистые воды	Ил грязно-серого цвета	65	450	1.160	0	500
Район п. Большие Коты	Песок жёлтого цвета	10	300	0.460	0	150

Примечание - СБ - сапрофитные бактерии, КОЕ/г сырого грунта; ОЧМ- общая численность микроорганизмов, млрд кл./г сырого грунта; БГКП- бактерии группы кишечных палочек, КОЕ ОКБ/г сырого грунта, ОМЧ- общее микробное число, КОЕ/г сырого грунта. Цифры средние из двух повторностей.

Резко изменилась картина количественного распределения сапрофитов в районе сброса сточных вод в 2009 г., количество сапрофитных микроорганизмов в начале лета колебалось от 300 КОЕ/г до 5400 КОЕ/г (табл. 1), т.е. было на уровне значений в фоновом районе. Не изменилась ситуация в грунтах и к концу лета. Численность сапрофитных микроорганизмов в сентябре была представлена теми же порядками величин, что и в июле (850-6575 КОЕ/г). Относительно низкие значения сапрофитов были и в грунтах пруда-аэратора -17500 КОЕ/г.

Анализ современного состояния донных отложений в летне-осенний пе-

риод показал, что микробиальные процессы протекали с меньшей интенсивностью, количество сапрофитных микроорганизмов было на порядок, иногда на два меньше, чем в предыдущие годы. В исследуемых типах грунта в 2010 г. количество сапрофитных микроорганизмов варьировало от 2050 до 6500 КОЕ/г сырого грунта. В аналогичный период в контрольном районе в донных отложениях количество сапрофитных бактерий не превышало 200 КОЕ/г сырого грунта (табл. 2). Содержание сапрофитных бактерий оставалось низким в 2011 г., исключением явились грунты с сильным запахом, непосредственно прилегающие к трубам рассеяния сточных вод, где количество сапрофитов составило 11968 КОЕ/г сырого грунта (табл. 3).

Показательной реакцией микробиоценозов на антропогенное воздействие явилось однообразное бедное микробное сообщество, представленное *р. Mycobacterium.* Микробиоценозы, находящиеся под влиянием антропогенных факторов, претерпевают изменения, что приводит к снижению разнообразия их видового состава, а следовательно, к уменьшению экологической гибкости и устойчивости микробных ценозов [1, 3, 4, 5, 10]. В донных отложениях в современный период в районе сброса сточных вод из сапрофитных микроорганизмов преобладали белые слизистые колонии, представленные *р. Bacillus и Mycobacterium*. Цветные формы колоний микроорганизмов отсутствовали.

Таблица 2 – **Санитарно-микробиологические показатели в грунтах Байкала в районе сброса сточных вод БЦБК в июле 2010 г.**

Место отбора проб	Характер грунта	Глубина, м	СБ,	ОЧМ	БГКП
Сброс сточных вод БЦБК	Заиленный песок	61	2600	0.753	36
100м восточнее сброса сточных вод БЦБК	Заиленный песок	30	4400	0.652	40
500м восточнее сброса сточных вод БЦБК	Заиленный песок	49	6250	0.640	50
1км восточнее сброса сточных вод БЦБК	Ил	48	2050	0.760	77
100м севернее сброса сточных вод БЦБК	Заиленный песок, запах	24	6500	0.752	40
500м севернее сброса сточных вод БЦБК	Ил грязно-серого цвета	40	5550	0.900	60
1км севернее сброса сточных вод БЦБК	Ил грязно-серого цвета	45	3450	0.850	57
100м западнее сброса сточных вод БЦБК	Заиленный очень мелкий песок	81	3000	0.650	40
500м западнее сброса сточных вод БЦБК	Ил с примесью песка	45	2650	0.819	20
1км западнее сброса сточных вод БЦБК	Заиленный песок серого цвета	40	2300	0.633	10
Условно-чистые воды	Ил грязно-серого цвета	61	4450	1.160	50
Район п. Большие Коты	Песок жёлтого цвета	13	200	0.360	0

Примечание – СБ – сапрофитные бактерии, КОЕ/г сырого грунта; ОЧМ – общая численность микроорганизмов, млрд кл./г сырого грунта; БГКП – КОЕ ОКБ/г сырого грунта. Цифры средние из двух повторностей.

С февраля 2009 г. по апрель 2010 г. БЦБК не производил варку целлюлозы. Поступающие в Байкал сточные воды содержали хозбытовые стоки г. Байкальска и смывы с территории завода. Санитарно-бактериологический анализ грунтов в районе сброса позволил установить, что колиформные бактерии распространены в донных отложениях неравномерно, микрозонально. В июле 2009 г. грунты в районе БЦБК были чистыми и не содержали колиформных бактерий. В сентябре 2009 г БГКП в грунтах присутствовали в незначительных количествах – 3-20 КОЕ ОКБ/г при содержании их в грунтах пруда-аэратора в количестве 346 КОЕ ОКБ/г. Значительно повысилось количество колиформных бактерий в 2011 г. (табл. 3). БГКП были обнаружены во всех пробах в количестве от 17 до 12.2 тыс. КОЕ ОКБ /г сырого грунта. В грунтах в районе п. Б. Котов БГКП отсутствовали.

Таблица 3 - **Санитарно-микробиологические показатели донных отложений в районе деятельности Байкальского ЦБК в июле 2011 г.**

Станции отбора проб	Характер грунта, глубина	СБ	ОЧМ	БГКП
Сброс сточных вод БЦБК	Заиленный песок, запах, 30 м	10968	1.306	12200
100 м вост.сброса	Ил, песок, 25 м	431	1.060	607
500 м восточнее сброса	Ил, мелкий песок, 24 м	193	1.180	747
1 км восточнее сброса	Крупный заил. песок, 22 м	220	1.006	17
100 м севернее сброса	Заиленный песок, 27	403	1.253	2400
100 м западнее сброса	Заиленный песок, 35 м	3762	0.933	2350
500 м западнее сброса	Мелкий заил. песок, 29 м	195	0.879	130
1 км западнее сброса	Крупный заил. песок, 27	450	0.853	320
Условно-чистые воды БЦБК	Крупный заил. песок, 32 м	230	0.880	250
Напротив п.Утулик	Ил, детрит, 30 м	350	0.513	307

Примечание: СБ - сапрофитные микроорганизмы, КОЕ/г сырого грунта; ОЧМ- общая численность микроорганизмов, млрд кл./г сырого грунта; БГКП- бактерии группы кишечных палочек, КОЕ ОКБ/г сырого грунта. Цифры средние из двух повторностей.

Таким образом, в грунтах в районе сброса сточных вод микробиальные процессы в 2009-2011 гг. протекали с меньшей интенсивностью, исследуемые показатели были на порядок, иногда на два меньше, чем в предыдущие годы.

Результаты исследований состояния донных отложений в районе сброса сточных вод БЦБК показали, что структурные параметры микробиоценозов донных отложений литоральных участков Байкала имеют узкий количественный спектр для данной фации осадков и устойчиво реагируют на антропогенные возмущения. Судя по полученным данным, микробиоценозы донных отложений обеспечивают относительный гомеостаз. Однаког в отдельных локусах, где отмечается обильное скопление антропогенного осадка, развитие микробных сообществ может дестабилизироваться и появляются микроорганизмы различных трофических групп, не свойственные для грунтов чистых районов Байкала.

Ключевые слова: Микробиоценозы донных отложений, Байкальский ЦБК, общая численность микроорганизмов, сапрофитные бактерии, бактерии группы кишечных палочек, гомеостаз.

Key words: Microbiocenoses of bottom-dwelling adjournment, Baikal pulp-and-paper industrial complex, total number of microorganisms, saprophytic bacterium, bacteria of group of an enteric bacillus, homeostasis.

Список литературы

1. *Аристовская Т.В.* Скорость биологической реакции почвы на внесение органических веществ как показатель способности микрофлоры к регуляции условий почвенной среды / *Т.В. Аристовская, М.В. Чугунова, Л.В. Зыкина* // Микробиология, 1988. Вып. 5, Т. 53. - С. 860-867.

2. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Контроль качества: Санитарные правила и нормы. САН ПиН 2.1.5.980-00. - М.:Федеральный центр Госсанэпидемнадзора Минздрава РФ, 2000. - 27 с.

3. *Максимов В.В.* Реакция микробных сообществ Байкала на воздействие экстремальных температур / *В.В. Максимов, Е.В. Щетинина, О.В. Крайкивская, Э.А. Максимова* // Микробиология, 2006. Т. 75, № 6. - С. 1-6.

4. *Марфенина О.Е.* Влияние промышленных предприятий на окружающую среду / *О.Е. Марфенина* - М.:Наука, 1987. - 189 с.

5. *Наплекова Н.И.* Микробиоценозы почв при антропогенном воздействии / *Н.И. Наплекова, Г.И. Булавко* - Новосибирск: Наука, 1985. - 47 с.

6. *Романенко В.И.* Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство / *В.И. Романенко, С.И. Кузнецов*. - Л.: Наука, 1974. - 194 с.

7. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы микробиологического анализа вод СЭВ. Совещание руководителей водоохранных органов. – М: Просвещение, 1977. Ч. IV.- 114 с.

8. *Фомин Г.С.* Вода (контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам). Справочник / *Г.С. Фомин, А.Е. Ческис* - М. Просвещение, 1992. - 381 с.

9. *Porter K.G.* The use of DAPI for identifying and counting aguatic microflora / *K.G. Porter, Y.S. Feig* // Limnol. Oceanogr. 25, 1980. - P. 943-947.

10. *Frontier S.* Deversity and structure in aguatic ecosystems / *S. Frontier* // Oceanogr. Ann. Mar. Biol. Rew. 1985, Vol. 23. - P. 253-312.

References

1. Aristovskaja T.V. *Skorost' biologicheskoj reakcii pochvy na vnesenie organiche-skih vewestv kak pokazatel' sposobnosti mikroflory k reguljacii uslovij pochvennoj sre-dy* / T.V. Aristovskaja, M.V. Chugunova, L.V. Zykina // Mikrobiologija, 1988, vol. 5, no. 53, pp. 860-867.

2. *Vodootvedenie naselennyh mest, sanitarnaja ohrana vodnyh ob#ektov. Gigieniche-skie trebovanija k ohrane poverhnostnyh vod. Kontrol' kachestva: Sanitarnye pravila i normy*. SAN PiN 2.1.5.980-00. - M.:Federal'nyj centr Gossanjepidemnadzora Minzdrava RF, 2000, 27 p.

3. Maksimov V.V. *Reakcija mikrobnyh soobwestv Bajkala na vozdejstvie jekstremal'-nyh temperatur* / V.V. Maksimov, E.V. Wetinina, O.V. Krajkivskaja, Je.A. Maksimova // Mikrobiologija, 2006, vol. 75, no.6, pp. 1-6.

4. Marfenina O.E. *Vlijanie promyshlennyh predprijatij na okruzhajuwuju sredu* / O.E. Marfenina. - M.:"Nauka", 1987,189 p.

5. Naplekova N.I. *Mikrobiocenozy pochv pri antropogennom vozdejstvii* / N.I. Na-plekova, G.I. Bulavko. - Novosibirsk: Nauka, 1985, 47 p.

6. Romanenko V.I. *Jekologija mikroorganizmov presnyh vodoemov. Laboratornoe rukovodstvo* / V.I. Romanenko, S.I. Kuznecov. - L.: Nauka, 1974, 194 p.

7. *Unificirovannye metody issledovanija kachestva vod. Metody mikrobiolo-gicheskogo analiza vod SJeV*. Sovewanie rukovoditelej vodoohrannyh organov. - M., 1977, Ch. IV, 114 p.

8. Fomin G.S. *Voda (kontrol' himicheskoj, bakterial'noj i radiacionnoj bezopas-nosti po mezhdunarodnym standartam). Spravochnik* / G.S. Fomin, A.E. Cheskis. - M., 1992, 381 p.

9. Porter K.G. *The use of DAPI for identifying and counting aguatic microflora* / K.G. Porter, Y.S. Feig // Limnol. Oceanogr. 25, 1980, pp. 943-947.

10. Frontier S. *Deversity and structure in aguatic ecosystems* / S. Frontier // Oceanogr. Ann. Mar. Biol. Rew, 1985, no. 23, pp. 253-312.

UDC 579.68:574.63(285.23)

Summary

EVALUATION OF THE MODERN STATE OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE BAIKAL PPM BY MICROBIOLOGICAL INDICATORS

Schetinina E.V., Maksimov V.V., Maximova E.A.

The analysis of the current state of bottom sediment during summer period of 2009-2011 showed the EAR reduction factor in 2 times, SB number is in one to two orders of magnitude in the comparison with the previous years. It is established that the content of the SB in clean sands and silty muds ranged from 193 CFU to 5.4 thousand CFU/g in anthropogenic sediment – 6.5-10.9 thousand CFU/g of wet soil. At the same period in the control area in the bottom sediments SB did not exceed 200 CFU/g. In soils of BPPM coliforms were found in the number of CFU from 10 to 12 thousand CFU EDO/g of wet soil, in the control region of coliforms were absent. The results of studies on the condition of bottom sediments in the area of wastewater of BPPM showed that the structural parameters of microbiocenoses of bottom sediments of Lake Baikal sites have a narrow quantitative range for this facies of sediments and steadily react to anthropogenic disturbance.

Сведения об авторах:

Щетинина Елена Владимировна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 89025128454, e-mail: peterkb@mail.ru).

Максимов Вячеслав Вячеславович - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 89501128777, e-mail: peterkb@mail.ru).

Максимова Эльвира Александровна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета. (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952)358541, e-mail: peterkb@mail.ru).

Information about the authors:

Schetina Elena V. – PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 89025128454, e-mail: peterkb@mail.ru).

Maksimov Vyacheslav V. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 89501128777, e-mail: peterkb@mail.ru).

Maksimova Elvira A. - PhD in Biology, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Biology, Irkutsk State University (Lenina st., 3, Irkutck, Russia, 664000, phone: 8(3952)358541, e-mail: peterkb@mail.ru).

Требования
к статьям, публикуемым в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”

Условия опубликования статьи.

1. Представленная для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы.
2. Соответствовать правилам оформления.
3. Для авторов, кроме студентов, аспирантов очной и заочной формы обучения, условием публикации статей является годовая подписка – 1500 руб., при этом объем статьи не должен превышать 8 страниц. Число авторов в статье - не более пяти.
4. Оформление подписки через бухгалтерию ИрГСХА (ИНН 3811024304 КПП 382701001 УФК по Иркутской области (ФГОУ ВПО ИрГСХА Л/СЧ.03341439730) БАНК: ГРКЦ ГУ БАНКА РОССИИ по ИРКУТСКОЙ ОБЛ. г. ИРКУТСК БИК 042520001 Р/СЧ 40503810300001000001 (за годовую подписку журнала „Вестник ИрГСХА”).
5. Автор может опубликовать одну статью в полугодие и два раза в год в соавторстве.

Правила оформления статьи.

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный ФГБОУ ВПО “Иркутская государственная сельскохозяйственная академия”, “Редакция журнала “Вестник ИрГСХА” зам. главного редактора, ауд. 349, e-mail:nikulina@igsha.ru, 8(3952) 237-472, 89500885005.
2. Статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на электронном носителе) в формате Microsoft Word. Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному. При наборе статьи необходимо учитывать следующее: форматирование по ширине; поля: справа и слева – по 230 мм, остальные – 200 мм, абзацный отступ – 12,5 мм.
3. Текст статьи должен быть тщательно вычитан и подписан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.
4. Нумерация страниц обязательна.
5. УДК размещается в левом верхнем углу: полужирный шрифт, размер – 12 пт.
6. Название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), полужирный шрифт, 14 кегль, межстрочный интервал - 1,0.
7. И.о. фамилия автора, полужирный шрифт, 12 кегль.
8. Название организации, кафедры, 12 кегль, межстрочный интервал – 1.0.
9. Аннотация статьи должна отражать основные положения работы и содержать от 500 до 750 знаков (шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, интервал - 1,0).
10. Основной текст статьи - шрифт Times New Roman, размер – 14 пт., межстрочный интервал – 1,0 пт.
11. Перед списком использованных источников располагаются ключевые слова на русском и английском языках (шрифт – Times New Roman, курсив, размер – 12 пт.).
12. В конце статьи размещается список использованных источников (по алфавиту) на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
13. Необходима транслитерация всего списка использованных источников.
14. Ссылки на литературу приводятся в тексте в квадратных скобках.
15. Английский перевод аннотации или Summary полностью должен соответствовать русской версии. Summary после списка использованных источников.
16. Благодарность (и) или указание (я) на какие средства выполнены исследования, приводятся в конце основного текста после выводов (шрифт Times New Roman, размер – 12 пт.).
17. Оформление графиков и таблиц согласно стандарту (ГОСТ 7.1-2003).

Сопроводительные документы к статье.

1. Заявление от имени автора (ров) на имя главного редактора научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”, внутренняя и внешняя рецензии на статью.
2. Для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук необходима рекомендация, подписанная лицом, имеющим ученую степень и заверенная печатью учреждения. В рекомендации отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень представленного материала и делаются выводы о возможности опубликования статьи в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”.
3. Сведения об авторе (рах): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, факс, e-mail, почтовый индекс и адрес.

Регистрация статей

1. Поступившая статья регистрируется в общий список по дате поступления.
2. Автор (ы) извещаются по e-mail или по контактному телефону о публикации статьи (ей) в соответствующем выпуске.
3. Зам. главного редактора в течение 7 дней уведомляет автора (ов) о получении статьи.

Порядок рецензирования статей.

1. Научные статьи, поступившие в редакцию, проходят рецензирование.
2. Формы рецензирования статей:
- внутренняя (рецензирование рукописей статей членами редакционной коллегии);
- внешняя (направление на рецензирование рукописей статей ведущим специалистам в соответствующей отрасли).
3. Зам. главного редактора определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту (доктору или кандидату наук), имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.
4. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются зам. главного редактора с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.
5. В рецензии должны быть освещены следующие вопросы:
- соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;
- насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретические мысли;
- доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и т.д.;
- целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу научной литературы;
- в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки; какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;
- вывод о возможности опубликования данной рукописи в журнале: “рекомендуется”, “рекомендуется с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков” или “не рекомендуется”.
6. Рецензии заверяются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.
7. В случае отклонения статьи от публикации редакция направляет автору мотивированный отказ.
8. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.
9. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционной коллегией.
10. После принятия редколлегией решения о допуске статьи к публикации зам. главного редактора информирует об этом автора и указывает сроки публикации.
11. Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала “Вестник ИрГСХА”.

Порядок рассмотрения статей

1. Представляя статью для публикации, автор тем самым выражает согласие на размещение полного ее текста в сети Интернет на официальных сайтах научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru) и научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.
2. Статьи принимаются по установленному графику:
- в № 1 (февраль) – до 1 ноября текущего года;
- в № 2 (апрель) – до 1 декабря текущего года;
- в № 3 (июнь) – до 1 февраля текущего года;
- в № 4 (август) – до 1 марта текущего года;
- в № 5 (октябрь) – до 1 апреля текущего года;
- в № 6 (декабрь) – до 1 мая текущего года.

В исключительных случаях, по согласованию с редакцией журнала, срок приема статьи в ближайший номер может быть продлен, не более, чем на три недели.

3. Поступившие статьи рассматриваются редакционной коллегией в течение месяца.
4. Редакционная коллегия правомочна отправить статью на дополнительное рецензирование.
5. Редакционная коллегия правомочна осуществлять научное и литературное редактирование поступивших материалов, при необходимости сокращать их по согласованию с автором, либо, если тематика статьи представляет интерес для журнала, направлять статью на доработку автору.
6. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонить статью, не отвечающую установленным требованиям оформления или тематике журнала.
7. В случае отклонения представленной статьи редакционная коллегия дает автору мотивированное заключение.
8. Автор(ры) в течение 7 дней получают уведомление о поступившей статье. Через месяц после регистрации статьи, редакция сообщает автору (рам) о результатах рецензирования и о плане публикации статьи.

Подробную информацию об оформлении статей можно получить по e-mail: *nikulina@igsha.ru* или *nbssk@mail.ru*.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

“ВЕСТНИК ИрГСХА”

Выпуск 48
февраль

Литературный редактор – В.И. Тесля
Технический редактор – Н.В. Каклимова
Перевод – В.С. Андреева

Подписано в печать 08.02.2012 г.
Формат 60х84/8. Усл. печ. л. 10,4.
Тираж 500. Заказ № 2340.
Цена договорная.
Почтовый адрес редакции:
664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный,
т. (3952) 237-491