Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Том 11 № 2 2016

ISSN 1992-1098
e-ISSN 2413-0958

ЮГ РОССИИ:
ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ

Vol.11 no. 2 2016

SOUTH OF RUSSIA:
ECOLOGY, DEVELOPMENT

Журнал "Юг России: экология, развитие" входит в Перечень Высшей аттестационной комиссии (ВАК) и реферативные базы цитирования: Web of Science (Zoological Record), Российская система цитирования (РИНЦ), Cyberleninka, Ulrich's Periodicals Directory, Российская государственная библиотека (РГБ), ВИНИТИ, The European Library, The British library, Jisc copac, Google Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), OCLC WorldCat, EBSCO A-to-Z, Соционет, Open Access Infrastructure for Research in Europe (Open AIRE), Research Bible, Academic Keys, Open Archives Initiative.

© ООО Издательский дом «Камертон», 2016
© Оформление. Институт прикладной экологии Республики Дагестан, 2016
Периодичность издания четыре раза в год. Выходит с 2006 года

ЮГ РОССИИ: ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ

Учредитель журнала:
ООО Издательский Дом «КАМЕРТОН»
Главный редактор ООО ИД «Камертон» профессор КОЧУРОВ Б.И.
Соучредители журнала:
ГУ Институт прикладной экологии Республики Дагестан,
ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»

Издание зарегистрировано Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации ПИ №ФСС77-25929.
Подписные индексы в каталоге «Газеты и журналы» Агентства «Роспечать»:
36814 (полугодовой) и **81220** (годовой)
Зарубежная подписка оформляется через фирмы-партнеры ЗАО «МК-периодика»
по адресу: 129110, Москва, ул. Гиляровского, 39, ЗАО «МК-периодика»;
Тел.: (495) 281-91-37; 281-97-63;
Факс (495) 281-37-98
E-mail: info@periodicals.ru
Internet: http: www.periodical.ru
To effect subscription it is necessary to address to one of the partners of JSC «MK-periodica» in your country or to JSC «MK-periodica» directly.
Adress: Russia, 129110, Moscow, 39, Gilyarovsky St., JSC «MK-periodica».
Статьи рецензируются.
Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Оригинал-макет подготовлен в Институте прикладной экологии Республики Дагестан.
Подписано в печать 27.05.2016.
Объем 26,87. Тираж 1150. Заказ № 71.
Формат 70x90⅛. Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1.

Тиражировано в типографии ИПЭ РД
г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21

По вопросам публикации статей и размещения рекламы обращаться в редакцию:
367001, г. Махачкала,
ул. Дахадаева, 21,
ГУ Институт прикладной экологии Республики Дагестан,
тел./факс +7 (8722) 56-21-40;
E-mail: dagecolog@rambler.ru

119017, г. Москва, Старомонетный пер., 29, Институт географии РАН,
тел./факс +7 (499) 129-28-31,

Ссылка на сайт журнала:
http://www. http://ecodag.elpub.ru/ugro

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Абдурахманов Гайирбег Магомедович
доктор биологических наук, профессор, директор Института прикладной экологии Республики Дагестан, директор Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, заведующий кафедрой биологии и биологического разнообразия, заслуженный деятель науки РФ, академик Российской экологической академии (Махачкала, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Асадулаев Загирбег Магомедович
доктор биологических наук, профессор, директор Горного ботанического сада Дагестанского научного центра РАН (Махачкала, Россия)

Атаев Загир Вагитович
кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и геоэкологии Дагестанского государственного педагогического университета (Махачкала, Россия)

Гутенев Владимир Владимирович
доктор технических наук, профессор Российской академии государственной службы при Президенте РФ, Лауреат Государственной премии РФ, депутат ГД РФ (Москва, Россия)

Магомедов Магомед-Расул Дибирович
доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (Махачкала, Россия)

ОТВЕТСТВЕННЫЕ СЕКРЕТАРИ:

Гасангаджиева Азиза Гасангусейновна
доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и биоразнообразия, начальник Учебно-методического управления Дагестанского государственного университета (Махачкала, Россия)

Гусейнова Надира Орджоникидзевна
кандидат биологических наук, доцент кафедры рекреационной географии и устойчивого развития Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, член-корреспондент Российской экологической академии (Махачкала, Россия)

Иванушенко Юлия Юрьевна
магистр экологии (Махачкала, Россия)

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:

Юсупов Юсуп Газимагомедович
магистр экологии (Махачкала, Россия)

Журнал издается при финансовой поддержке Института прикладной экологии Республики Дагестан, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»

© The limited liability company Publishing House «Kamerton», 2016
© Design State Institute of Applied Ecology, 2016
Frequency of the edition four times a year. Leaves since 2006

SOUTH OF RUSSIA: ECOLOGY, DEVELOPMENT

Founder of journal:
The limited liability company Publishing House «Kamerton»
Editor-in-chief of the Publishing House «Kamerton» professor Boris I. Kochurov
Cofounder of journal:
State Institute of Applied Ecology
Dagestan State University

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF:

Gayirbeg M. Abdurakhmanov
Doctor of Biological Sciences, professor, Director of the State Institute of Applied Ecology, Director of the Institute Ecology and sustainable Development of Dagestan State University (Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia), Head of the sub-department of Biology and Biodiversity, Received the title of Honored Worker of Science, member of the Russian ecological academy (Makhachkala, Russia)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Zagirbeg M. Asadulaev
Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Mountain Botanical Garden of the Dagestan scientific center of the RAS (Makhachkala, Russia)

Zagir V. Ataev
Candidate of Geographical Sciences, Professor of the Department of Physical Geography and Geoecology of the Dagestan State Pedagogical University (Makhachkala, Russia)

Vladimir V. Gutenev
Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian Academy of State Service under the President of the Russian Federation, Laureate of the State Prize of the Russian Federation, Deputy of the State Duma of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Magomed-Rasul D. Magomedov
Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding member of the RAS, Director of the Caspian Institute of biological resources of the Dagestan Scientific Center of the RAS (Makhachkala, Russia)

EDITORIAL EXECUTIVE SECRETARY:

Aziza G. Gasangadzhieva
Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biology and Biodiversity, Head of the Educational-methodical Department of the Dagestan state University (Makhachkala, Russia)

Nadira O. Guseynova
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department of Recreative Geography and sustainable Development of the Dagestan State University, Corresponding member of the of the of the Russian ecological academy (Makhachkala, Russia)

Yuliya Yu. Ivanushenko
Master of Ecology (Makhachkala, Russia)

TECHNICAL EDITOR:

Yusup G. Yusupov
Master of Ecology (Makhachkala, Russia)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Грачёв В.А. - доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской Академии Наук, Президент Российской экологической академии, Президент экологического Фонда имени В.И. Вернадского, председатель Общественного совета при Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, Член Парламентской Ассамблеи Совета Европы, Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО, Высшего экологического совета Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии (Москва, Россия)

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Залиханов М.Ч. - доктор географических наук, профессор, академик Российской академии наук, депутат Государственной Думы, председатель Высшего экологического Совета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации (Москва, Россия)

Матишов Г.Г. - доктор географических наук, профессор, академик РАН, председатель Президиума Южного научного центра РАН, директор Мурманского морского биологического института (Ростов-на-Дону, Россия)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Абдусамадов А.С. - доктор биологических наук, профессор, директор Дагестанского отделения КаспНИРХ (Махачкала, Россия)

Алекперов И.Х. - доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной Академии наук Азербайджана, заведующий лабораторией Института Зоологии НАН Республики Азербайджан (Баку, Азербайджан)

Алиев С.А. - доктор медицинских наук, профессор, директор Дагестанского центра грудной хирургии, главный онколог Республики Дагестан (Махачкала, Россия)

Алхасов А.Б. - доктор технических наук, профессор, директор Института геотермии Дагестанского научного центра РАН (Махачкала, Россия)

Асхабов А.М. - доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, председатель Президиума Коми научного центра РАН (Сыктывкар, Россия)

Борликов Г.М. - доктор педагогических наук, профессор, Президент ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет» (Элиста, Россия)

Васильева Т.В. - кандидат биологических наук, генеральный директор ФГУП «КаспНИРХ» (Астрахань, Россия)

Гаспарян А.Ю. - доктор медицины, ассоциированный профессор Департамента исследований и разработок учебного центра университета Бирмингема (Дадли, Великобритания)

Зайцев В.Ф. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор Астраханского государственного технического университета, Заслуженный деятель науки РФ (Астрахань. Россия)

Замотайлов А.С. - доктор биологических наук, профессор кафедры фитопатологии, энтомологии и защиты растений Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)

Касимов Н.С. - доктор географических наук, профессор, академик РАН, Президент географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Кочуров Б.И. - доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института географии РАН (Москва, Россия)

Крооненберг С.И. - профессор Дельфтского технологического университета (Нидерланды), Почетный профессор Московского Государственного Университета (Дельфт, Нидерланды)

Кульжанов Д.У. - доктор физико-математических наук, профессор Атырауского института нефти и газа Республики Казахстан (Атырау, Казахстан)

Миноранский В.А. - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоологии Южного Федерального университета (Ростов-на-Дону, Россия)

Мирзоева Н.Б. - доктор биологических наук, ученый секретарь Института Зоологии НАН Республики Азербайджан (Баку, Азербайджан)

Омаров О.А. - доктор физико-математических наук, профессор, Дагестанский государственный университет, академик Российской академии образования (Махачкала, Россия)

Онипченко В.Г. - доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой геоботаники биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Пименов Ю.Т. - доктор химических наук, профессор, Президент Астраханского государственного технического университета (Астрахань. Россия)

Рабаданов М.Х. - доктор физико-математических наук, профессор, ректор Дагестанского государственного университета (Махачкала, Россия)

Салманов М.А. - доктор биологических наук, профессор, директор Института Микробиологии НАН Республики Азербайджан, академик НАН Азербайджана (Баку, Азербайджан)

Субраманиан С. - Директор Евразийской федерации онкологии (EAFO), руководитель Научно-образовательного центра «Евразийская онкологическая программа «ЕАФО»» и Евразийского общества специалистов по опухолям головы и шеи (EASHNO) (Индия)

Фишер З. - доктор биологических наук, профессор кафедры прикладной экологии Люблянского католического университета Иоанна Павла II (Люблин, Польша)

Шхагапсоев С.Х. - доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники Кабардино-Балкарского государственного университета (Нальчик, Россия)

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL COUNCIL:

Vladimir A. Grachev - Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, President of the Russian ecological academy, President of V.I. Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation, Chairman of the Public Council under the Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision (Moscow, Russia)

THE CO-CHAIRS OF THE EDITORIAL COUNCIL:

Mikhail Ch. Zalikhanov - Doctor of Geographical c sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Science, State Duma Deputy, Chairman of SD Subcommittee for Sustainable Development of Russia (Moscow, Russia)
Gennady G. Matishov - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Presidium of the Southern Scientific Center RAS, director of the Murmansk Marine Biological Institute (Rostov-on-Don, Russia)

EDITORIAL BOARDMEMBERS:

Akhma S. Abdusamadov - Doctor of Biological Sciences, professor, Director of the Dagestan Branch of the Caspian Scientific Research Institute of Fisheries (Makhachkala, Russia)
Ilkham Kh. Alakbarov - Doctor of Biological Sciences, professor, Correspondent Member of the NAS of the Republic of Azerbaijan, Professor, Head of laboratory of Institute of Zoology of the NAS of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)
Saigid A. Aliev - Doctor of Medical Sciences, professor, Director of the Dagestan center of thoracic surgery, Chief oncologist of the Republic of Dagestan (Makhachkala, Russia)
Alibek B. Alkhasov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Geothermic of the Dagestan Scientific Center of the RAS (Makhachkala, Russia)
Askhab M. Askhabov - Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Professor, Academician of the RAS, Chairman of the Presidium of the Komi Scientific Center of the RAS (Syktyvkar, Russia)
German M. Borlikov - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, President of the Kalmyk State University (Elista, Russia)
Tatyana V. Vasilyeva - Candidate of Biological Sciences, General Director of Caspian Scientific Research Institute of Fisheries (Astrakhan, Russia)
Armen Yu. Gasparyan - Doctor, Associate Professor of Medicine of the University of Birmingham (Dudley,The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)
Vyacheslav F. Zaitsev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Astrakhan State Technical University, Honored Scientist of Russia (Astrakhan, Russia)
Aleksandr S. Zamotailov - Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Phytopathology, Entomology and Plant protection, Kuban State Agrarian University (Astrakhan, Russia)
Nikolay S. Kasimov - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, President of the Faculty of Geography of the Moscow State University M.V. Lomonosov (Moscow, Russia)
Boris I. Kochurov - Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading researcher of the Institute of Geography oh the RAS (Moscow, Russia)
Salomon I. Kroonenberg - Professor of the Delft University of Technology (Netherlands), Honorary Professor of Moscow State University (Delft, Netherlands)
Dyusembek U. Kulzhanov - Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor of the Atyrau Institute of Oil and Gas of the Republic of Kazakhstan (Atyrau, Kazakhstan)
Victor A. Minoranskii - Doctor of Agriculture Science, Professor of the Department. of Zoology of the Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia)
Nailya B. Mirsoyeva - Doctor of Biological Sciences, Scientific Secretary of the Institute of Zoology of the NAS of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)
Omar A. Omarov - Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor, Dagestan state University (Makhachkala, Russia)
Vladimir G. Onipchenko - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Geobotany of the Moscow State University (Moscow, Russia)
Yuriy T. Pimenov - Doctor of Chemical Sciences, Professor, President of the Astrakhan State Technical University (Astrakhan, Russia)
Murtazali Kh. Rabadanov - Doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor, Rector of the Dagestan State University (Makhachkala, Russia)
Mamed A. Salmanov - Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of the Republic of Azerbaijan, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan)
Somasundaram Subramanian - Director of the Eurasian Federation of Oncology (EAFO), Director of the Eurasian Oncology Program & Eurasian Head & Neck Cancer society (EASHNO) (India)
Zofia Fisher - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Applied Ecology of the Lublin Catholic University of John Paul II (Lublin, Poland)
Safarbi Kh. Shkhagapsoev - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Botany of the Kabardino-Balkaria State University (Nalchik, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Абдурахманов Г.М., Шохин И.В., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Гаджиев А.А., Даудова М.Г., Магомедова М.З., Иванушенко Ю.Ю.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ ОРГАНИЗМА К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ БИОТ (ПОСТРОЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ СХЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРЫ И ФАУНЫ) ТЕТИЙСКОЙ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ОБЛАСТИ.....9-31

Костина Н.В., Розенберг Г.С., Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Пыршева М.В.
"МОЗГОВОЙ ШТУРМ" ИНДЕКСОВ И ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА.....32-41

Имрани З.Т., Мусаева М.Р.
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....42-49

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Глущенко А.В., Юрченко К.С., Юрлов А.К., Юшков Ю.Г., Щелканов М.Ю., Шестопалов А.М.
О РОЛИ ДИКИХ ПТИЦ В СОХРАНЕНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ ПТИЧЬЕГО ПАРАМИКСОВИРУСА СЕРОТИПА 1 (ВИРУС БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА) НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА, РОССИЯ.....50-58

Трухачев В.И., Тохов Ю.М., Луцук С.Н., Дылев А.А., Толоконников В.П., Дьяченко Ю.В.
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ РОДА HYALOMMA В ЭКОСИСТЕМАХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ.....59-69

Абдусамадов А.С., Гусейнова С.А., Дудурханова Л.А.
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ И ПРОМЫСЛА БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА.....70-83

Атаев А.М., Зубаирова М.М., Карсаков Н.Т, Газимагомедов М.Г., Кочкарев А.Б.
ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПОПУЛЯЦИОННУЮ СТРУКТУРУ ГЕЛЬМИНТОВ ДОМАШНИХ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЮГО-ВОСТОКЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА.....84-94

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Казанцева Е.С., Медведев В.Г., Онипченко В.Г.
ПОПУЛЯЦИОННАЯ ДИНАМИКА АЛЬПИЙСКИХ МАЛОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ И СТАДИЙ ОНТОГЕНЕЗА.....95-107

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Янгличева Ю.Р., Валеева Г.Р.
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КАЗАНЬ.....108-120

Дворянчиков В.И., Джаватов Д.К., Рабаданов Г.А., Искендеров Э.Г., Шихахмедова Д.П.
ИЗОХОРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ 1% ВОДНОГО РАСТВОРА ХЛОРИДА МАГНИЯ.....121-131

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Мусаев М.Р., Шаповалов Д.А., Клюшин П.В., Савинова С.В.
ЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ.....132-142

Гасанов Г.Н., Арсланов М.А., Айтемиров А.А.
МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В АГРОЛАНДШАФТАХ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА.....143-151

Халилов М.Б., Жук А.Ф., Айтемиров А.А., Гайрабекова Р.Х.
ПРОВЕДЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С ЦЕЛЬЮ СОХРАНЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ВЛАГИ.....152-159

Куркиев К.У., Муслимов М.Г., Мирзабекова М.С., Алиева М.З., Арнаутова Г.И., Магарамов Б.Г., Исмаилов А.Б., Гасанова В.З.
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ПРОЯВЛЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КОЛОСА У ГЕКСАПЛОИДНОЙ ТРИТИКАЛЕ.....160-169

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Абдурахманов Г.М., Набоженко М.В.
О ФАУНОГЕНЕЗЕ ЖУКОВ-ЧЕРНОТЕЛОК (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) СРЕДНЕЙ АЗИИ.....170-177

Джафарова Ф.М.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА В ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАЙОНАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА……178-184

Котельникова С.В., Котельников А.В., Зайцев В.Ф.
ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО СТРЕССА НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ АРКУАТНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕННОГО РЕЖИМА ОСВЕЩЕННОСТИ……185-191

Абдуллаев М.А., Алхасова Д.А.
ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ CdS – $AgInS_2$……192-198

Абдуллаев М.А., Алхасова Д.А.
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПЛЕНОК $AgInS_2$……199-204

Перфилов В.А., Вольская О.Н.
УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ……205-212

ПОТЕРИ НАУКИ……213

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ……215

CONTENTS

GENERAL PROBLEMS

Abdurakhmanov G.M., Shokhin I.V., Teymurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Gadzhiev A.A., Daudova M.G., Magomedova M.Z., Ivanushenko Yu.Yu.
THE USE OF THE ELEMENTS OF MORPHOECOLOGICAL ADAPTATIONS OF ORGANISMS TO THE ENVIRONMENT UNDER PALEOGEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS OF BIOTAS OF TETIYSKY DESERT-STEPPE REGION (BUILDING SCHEMES OF HISTORICAL FORMATION OF FLORA AND FAUNA)……9-31

Kostina N.V., Rozenberg G.S., Kudinova G.E., Rozenberg A.G., Pyrsheva M.V.
"BRAINSTORM" OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEXES AND INDICATORS (ON THE EXAMPLE OF THE VOLGA BASIN)……32-41

Imrani Z.T., Musayeva M.R.
SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN REPUBLIC……42-49

ECOLOGY OF ANIMALS

Glushchenko A.V., Yurchenko K.S., Yurlov A.K., Yushkov Yu.G., **Shchelkanov M.Yu.,** ***Shestopalov A.M.***
THE ROLE OF WILD BIRDS IN PRESERVATION AND PREVALENCE OF AVIAN PARAMYXOVIRUS SEROTYPE 1 (NEWCASTLE DISEASE VIRUSES) IN SIBERIA AND THE FAR EAST, RUSSIA……50-58

Trukhachev V.I., Tokhov Yu.M., Lutsuk S.N., Dylev A.A., Tolokonnikov V.P., Dyachenko Yu.V.
DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HYALOMMA IXODID TICKS IN THE ECOSYSTEMS OF THE STAVROPOL REGION……59-69

Abdusamadov A.S., Guseinova S.A., Dudurkhanova L.A.
CURRENT STATE OF FISHERIES AND ASSESSMENT OF FISH STOCKS IN THE WESTERN MIDDLE OF THE CASPIAN SEA. PROSPECTS FOR THE USE OF THE FISH RESOURCES……70-83

Ataev A.M., Zubairova M.M., Karsakov N.T., Gazimagomedov M.G., Kochkarev A.B.
ENVIRONMENTAL IMPACTS ON THE BIODIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF THE HELMINTHES OF DOMESTIC RUMINANTS IN THE SOUTHEAST OF THE NORTH CAUCASUS……84-94

ECOLOGY OF PLANTS

Kazantseva E.S., Medvedev V.G., Onipchenko V.G.
DEMOGRAPHY OF ALPINE SHORT-LIVED PLANTS, LONGEVITY AND ONTOGENY STAGE DURATIONS……95-107

GEOECOLOGY

Yanglicheva Yu.R., Valeeva G.R.
LAWS OF FORMATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF THE ATMOSPHERE IN THE TERRITORY OF KAZAN……108-120

Dvoryanchikov V.I., Djavatov D.K., Rabadanov G.A., Iskenderov E.G., Shikhakhmedova D.P.
ISOCHORIC HEAT CAPACITY OF 1% AQUEOUS SOLUTION OF MAGNESIUM CHLORIDE……121-131

AGROCULTURAL ECOLOGY

Musaev M.R., Shapovalov D.A., Klyushin P.V., Savinova S.V.
ECOLOGY OF AGRICULTURAL LAND USE THE NORTH CAUCASIAN FEDERAL DISTRICT……132-142

Gasanov G.N., Arslanov M.A., Aytemirov A.A.
TILLAGE OPERATIONS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE CONTEXT OF GLOBAL WARMING……143-151

Khalilov M.B., Zhuk A.F., Aytemirov A.A., Gayrabekova R. Kh.
TAKING VARIOUS AGRO-TECHNICAL MEASURES FOR THE PRESERVATION AND ACCUMULATION OF MOISTURE……...152-159

Kurkiev K.U., Muslimov M.G., Mirzabekova M.S., Alieva Z.M., Arnautova G.I., Magaramov B.G., Ismailov A.B., Gasanova V.Z.
EFFECTS OF DIFFERENT GROWING CONDITIONS ON THE MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE SPIKE OF HEXAPLOID TRITICALE……160-169

BRIEF REPORTS

Abdurakhmanov G.M., Nabozhenko M.V.
ON FAUNOGENESIS OF TENEBRIONID BEETLES (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) OF MIDDLE ASIA……170-177

Jafarova F.M.
ENVIRONMENTAL SAFETY OF LIVESTOCK PRODUCTS IN THE ECONOMIC AND GEOGRAPHIC AREAS OF THE AZERBAIJAN PART OF THE GREATER CAUCASUS……...178-184

Kotelnikova S.V., Kotelnikov A.V., Zaitsev V.F.
THE IMPACT OF TOXIC STRESS ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE HYPOTHALAMIC ARCUATE NUCLEUS IN THE CONDITIONS OF THE CHANGED MODE OF LIGHT EXPOSURE……185-191

Abdullaev M.A., Alkhasova D.A.
OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF CdS – $AgInS_2$ SOLAR CELLS……...192-198

Abdullaev M.A., Alkhasova D.A.
OBTAINING AND PROPERTIES OF $AgInS_2$ FILMS……..199-204

Perfilov V.A., Volskaya O.N.
INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT TO IMPROVE ENVIRONMENTAL SECURITY……205-212

LOSSES OF A SCIENCE……213

CONTACT INFORMATION……215

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Общие вопросы / General Problems
Оригинальная статья / Original article
УДК: 599.32/33:502.4:574.4
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-9-31

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ ОРГАНИЗМА К ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ БИОТ (ПОСТРОЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ СХЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРЫ И ФАУНЫ) ТЕТИЙСКОЙ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ОБЛАСТИ

[1,2]Гайирбег М. Абдурахманов*, [3]Игорь В. Шохин,
[1]Абдулгамид А. Теймуров, [1]Абдурахман Г. Абдурахманов, [1]Алимурад А. Гаджиев,
[1]Мадина Г. Даудова, [1,2]Мадина З. Магомедова, [1]Юлия Ю. Иванушенко
[1]Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, Махачкала, Россия, abgairbeg@rambler.ru
[2]лаборатория экологии животных, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук, Махачкала, Россия
[3]отдел литологии, зообентоса и палеогеографии, Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

Резюме. ***Цель.*** Вопрос о жизненных формах (морфо-экологическая адаптация организма к окружающей среде) является актуальной проблемой экологической морфологии. Различные подходы в изучении жизненных форм жесткокрылых, в том числе сравнительно-морфологические, онтогенетические и эколого-фаунистические, позволили выявить основные направления морфо-экологической эволюции изучаемой фауны, а метод спектров жизненных форм – выяснить закономерности их ландшафтно-зонального распределения. ***Методы.*** Сканирующая электронная микроскопия была выполнена в Институте аридных зон ЮНЦ РАН (Ростов-на-Дону) с помощью микроскопа SEM EVO-40 XVP (LEO 143OVP). ***Результаты.*** В данной статье впервые жизненная форма будет использована для некоторых реконструкций фаун, возрастом тех или иных экосистем обсуждаемой территории. В настоящей работе морфологические адаптации ног рассматриваются в тесной связи с особенностями образа жизни и условиями внешней среды, преимущественно почвенными. Строение ног чернотелок тесно связано с условиями их жизни и особенностями поведения. Конвергенция в строении ног далеких в филогенетическом отношении видов чернотелок является результатом совпадения в их эволюционном развитии условий жизни и особенностей поведения. Устройство копательного аппарата чернотелок и пластинчатоусых находится в тонком соответствии с определенным типом почвенных условий. Вследствие этого среди рассматриваемых групп жесткокрылых роющие формы являются наиболее надежными индикаторами почвенных условий. Анализ биологического разнообразия прибрежных и островных экосистем Каспийского моря показал несостоятельность существующих мнений об уровненном режиме Каспия, возрасте биот островов. ***Заключение.*** Таким образом, наличие, в каком-либо специфическом районе, древних высокоспециализированных жизненных форм, сообществ, система, с большой определенностью можно говорить и допустить о непрерывности существования этой биоты, в течение всего времени, необходимого на формирования структурных единиц сообщества, отдельных видов, подвидов и более высоких надвидовых таксонов. Анализ жизненных форм отдельных систематических групп, видов, сообществ, современного биологического разнообразия прибрежных и островных экосистем не подтверждает периоды «мощных» трансгрессий, заливавших огромные территории Прикаспия, островов Турана. Они противоречат этим предположениям.

Ключевые слова: биота, палеогеография, Тетийская пустынно-степной области, Кавказ, жизненная форма.

Формат цитирования: Абдурахманов Г.М., Шохин И.В., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Гаджиев А.А., Даудова М.Г., Магомедова М.З., Иванушенко Ю.Ю. Использование элементов морфоэкологических адаптаций организма к окружающей среде при палеогеографических реконструкциях биот (построение исторических схем формирования флоры и фауны) Тетийской пустынно-степной области // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.12, N2. C. 9-31. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-9-31

THE USE OF THE ELEMENTS OF MORPHOECOLOGICAL ADAPTATIONS OF ORGANISMS TO THE ENVIRONMENT UNDER PALEOGEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS OF BIOTAS OF TETIYSKY DESERT-STEPPE REGION (BUILDING SCHEMES OF HISTORICAL FORMATION OF FLORA AND FAUNA)

[1,2]Gayirbeg M. Abdurakhmanov*, [3]Igor V. Shokhin,
[1]Abdulgamid A. Teymurov, [1]Abdurakhman G. Abdurakhmanov, [1]Alimurad A. Gadzhiev,
[1]Madina G. Daudova, [1,2] Madina Z. Magomedova, [1]Yuliya Yu. Ivanushenko
[1]Institute for Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia, abgairbeg@rambler.ru
[2]Laboratory of Animal Ecology, Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia
[3]Department of lithology, zoobenthos and paleogeography, Institute of Arid Zones, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. ***Aim.*** The question of life forms (morpho-ecological adaptation of the organism to the environment) is an actual problem of ecological morphology. Different approaches in the study of Coleoptera life forms, including comparative morphological, ontogenetic and ecological faunal approaches, have identified the main trends of the morpho-ecological evolution of the studied fauna, and the spectrum method of life forms helped find out the laws of their landscape-zonal distribution. ***Methods***. Electron microscopy scanning was performed at the Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Center of RAS (Rostov-on-Don), using a microscope SEM EVO-40 XVP (LEO 143OVP). ***Results***. In this article, for the first time, the life form to be used for some reconstructions of the fauna of the age of certain ecosystems of the discussed territory. In this paper, morphological adaptation of the feet is considered closely related to the features of lifestyle and environmental conditions, mainly the soil. The structure of the feet of Tenebrionidae is closely related to their living conditions and patterns of behavior. Convergence in the structure of the feet of phylogenetically distant species is the result of a match in their evolutionary development of the living conditions and behavioral characteristics. The structure of fossorials (digging legs) of Tenebrionidae and Scarabaeidae is in a thin line with a certain type of soil conditions. As a result, among the examined groups of Coleoptera the structure of fossorials is the most reliable indicator of soil conditions. The analysis of the biological diversity of coastal and island ecosystems of the Caspian Sea has shown the failure of the existing reviews for Caspian water level regime and the age of biota of islands. ***Conclusion***. Thus, the presence of the ancient highly specialized life forms, communities and systems in any particular area, with great certainty will allow conceding the continuity of the existence of this biota during the time required for the formation of structural units of the community, the individual species, subspecies and supra species taxa. The analysis of the life forms of individual taxonomic groups, species, communities, modern biological diversity of coastal and island ecosystems does not confirm the periods of "strong" transgressions flooding vast areas of the Caspian and the islands of Turan. They contradict these assumptions.
Keywords: biota, paleogeography, Tetiysky desert-steppe region, Caucasus, life form.

Формат цитирования: Abdurakhmanov G.M., Shokhin I.V., Teymurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Gadzhiev A.A., Daudova M.G., Magomedova M.Z., Ivanushenko Yu.Yu. The use of the elements of morphoecological adaptations of organisms to the environment under paleogeographic reconstructions of biotas of Tetiysky desert-steppe region (building schemes of historical formation of flora and fauna). *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 9-31. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-9-31

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы палеогеографических и фауно-генетических реконструкций наземной биоты аридных областей Палеарктики на примере насекомых рассматривались во многих работах и подытожены в ряде фундаментальных трудов [1-6]. Значительным прогрессом в упомянутых работах является использование широкого набора палеоботанических, палеогеографических ботанико-географических и зоогеографических данных, а у Жерихина обширного палеоэнтомологического материала, для объяснения причин смены фаунистических комплексов.

Использование палеонтологических свидетельств [3, 7], несмотря на скудность материала, дает твердое основание для понимания причин эволюции многих групп животных и биомов в целом. Так, Жерихин [3] при обсуждении биоценотического кризиса в среднем мелу писал, что при переходе от когерентной к некогерентной эволюции более правдоподобными выглядят предпо-

ложения о биотической причине кризиса в эволюции насекомых (а именно, воздействия на них изменения растительности в связи с появлением покрытосеменных), нежели гипотезы климатогенных смен. Связано это с тем, что заметные климатические изменения происходили намного чаще, чем серьезные смены биоценотических структур. Несомненно, биоценотический подход имеет под собой серьезную основу, и применим к глобальным эволюционным кризисам. Однако после стабилизации биоценозов и замедления темпов эволюции групп [3] климатогенные факторы являются, возможно, определяющими для объяснения причин формирования и дифференциации фаунистических комплексов на обширных территориях. Тот же Жерихин [7] подчеркивал, что перемещения фаунистических комплексов в кайнозое связаны с крупными геологическими и климатическими изменениями. Кроме того, для некоторых обширных групп насекомых, таких как жуки-чернотелки, недавно было показано, что изменения в растительных сообществах сопровождавшееся радиацией покрытосеменных, не существенно способствовало диверсификации Tenebrionidae, как это наблюдается в других группах животных [8]. Во многих случаях отсутствие палеонтологического материала, часто связанное с тафонимическими причинами, позволяет опираться только на анализ рецентных фаун (как в работах Крыжановского [1], Абдурахманова [5], и многих других) для фауногенетических реконструкций. Однако применение палеогеографических (в первую очередь палеогеографических и палеоботанических) данных позволяет, в некоторой мере, найти опору для таких реконструкций.

Например, почти полное отсутствие, за небольшим исключением, геобионтных мезозойских и кайнозойских тенебрионид в палеонтологической летописи не позволяет проследить эволюцию большинства ксерофильных групп Tenebrionidae. Между тем, структура и механический состав почвы, как показано Медведевым [9], являются одними из важнейших факторов в морфологической дифференциации чернотелок. Это справедливо и для других групп насекомых, не связанных тесно в своей эволюции с изменением растительности. Одним из ярких примеров влияния преимущественно климатогенных факторов на эволюцию является формирование на месте древнего моря Тетис богатейшей псаммофильной палеарктической пустынной фауны жесткокрылых, морфологически специализированных родов и даже триб [1].

Исследование глубины морфологической специализации почвообитающих групп и их адаптаций к обитанию на различных почвенных субстратах может дать дополнительный ключ к пониманию условий формирования пустынной энтомофауны в Тетийской области.

Тетийская пустынно-степная область (пояс) тянется в широтном направлении на протяжении ≈ 9 000 км от Марокко и Испании, т.е. от Атлантического океана по Южной Европе и Северной Африке, охватывая здесь Средиземное море и все острова, далее на восток продолжается до Передней и Средней Азии, имея южной границей хребет Западный Гималаи, а затем уходит в Монголию и Северный Китай, не доходя до Тихого океана ≈ 1000 км. В ширину она занимает все пространство между 23-30 и 42-45°. Ранее использовавшееся название Древнее Средиземье [1], так же как и термин «древнесредиземноморский» применительно к распространению таксонов и фаун считаем неудачными и не отражающими историческую составляющую, так как они ассоциируется с современным Средиземноморьем, которое являлось лишь частью суши (или морским дном), омываемой морем Тетис. Например, многие «широкосредиземноморские роды» (в понимании Крыжановского) распространены от Атлантики до Западного Китая и имеют центры разнообразия в Средней Азии и Иране (например, среди чернотелок род *Catomus* Allard, 1976, триба Dissonomini).

В пределах данной области расположены величайшие горные системы: Атлас, Альпы, Эльбурс, Загрос, Главный Кавказских хребет, и Малый Кавказ, (Ирано-Турецкий Кавказ, Большой Кавказ), Тавр, Понтийский хребет, Гималаи, Тянь-Шань, северные склоны Куньлуня, Няньшаня и, наконец, южные отроги Алтая и Саян, т. е от равнин до 8000 м. н. у/м.

В орографические структуры ландшафтов горных систем пустынно-степной области укладываются факторы ландшафтной дифференциации. Из них особое значение имеют высотно-гипсометрические факторы, которые обуславливают особенности высотной поясности ландшафтов. С ним

связано наличие низкогорных, среднегорных (с нижнегорными областями, собственно среднегорными и верхнегорными), высокогорных (субальпийских, альпийских, субнивальных) и гляциально-нивальных поясов (нивально-гляциальный (Памир, Большой Кавказ, Эльбурс, горно-луговой и альпийский и субальпийский (Альпы, Кавказ), высокогорный степной, лугово-степной (Тянь-Шань, Гималаи), горно-лесной, хвойно-широколиственный (Альпы, Карпаты, Кавказ), горно-лесной, субтропический (Средиземноморье, переднеазиатское нагорье), горно-лесной хвойный субтропический (Большой водораздельный хребет, горы Ближнего Востока), горно-лесной влажных тропиков и субтропический (Западный Кавказ, Лазистанский хребет, Гималаи), горно-лесной средиземноморский (Балканский полуостров), горно-лесной субтропический ксерофитный (горы Средиземноморья, Юго-западный Тянь-Шань, Иранское нагорье, Большой Водораздельный хребет), горно-степной и сухостепной (Тянь-Шань, Монгольский Алтай), низкогорно-степной субтропический (Копетдаг, Западный Тянь-Шань, Иранское нагорье), нагорно-ксерофитный субтропический и тропический (Иранское нагорье, Ближний Восток, Аравийский полуостров), горно-полупустынный и пустынный субтропический (Иранское нагорье, горы Сахары).

Вопрос о жизненных формах (морфо-экологическая адаптация организма к окружающей среде) является актуальной проблемой экологической морфологии. Среди многочисленных работ, посвященных жизненным формам организмов, и в частности, насекомых, до настоящего времени нет четкого определения критерия для деления тех или иных видов на экологических группировки. В то же время экологические классификации групп имеют значение при биоценологических следованиях, а также при зоогеографическом анализе фаун регионов, фауно-генетических реконструкциях. Понятие об объеме жизненных форм в зависимости от объектов исследования у разных авторов может быть различным, принцип выделения жизненных форм, как экологической категории должен быть единым, четко сформированным и отражать действенное разнообразие экологических группировок. Некоторые авторы выделяют жизненные формы без учета морфологического содержания на основе экологических принципов, т.е. по их приуроченности к сходной экологической нише. Этот подход к выделению жизненных форм у животных встречает серьезных оппонентов, считающих, что понятие «жизненная форма» не должно утрачивать морфологического содержание [10]. В ряде случаев для решения конкретных экологических задач жизненные формы выделяются по признакам, связанным с выбором какого-то одного фактора среды, а не их комплексом. Так, жизненные формы выделяются по морфоадаптации к обитанию в определенном ярусе для выяснения характера использования среды обитания; по адаптации к типу движения; по специализации типу питания [11]. К.В. Арнольди, анализируя экологические особенности муравьев, считал, что главным критерием является способ питания и характер гнездования. По мнению этого автора, выделяется всего 3 класса жизненных форм: зоофаги, миксофитофаги и симфилы – мирмекофилы. Подобный критерий принят впоследствии многими энтомологами. Изучение жизненных форм жужелиц началось сравнительно недавно, во многом благодаря работам И.Х. Шаровой [12-15], детально разработавшей иерархическую систему жизненных форм, построенной на принципах морфоэкологического сходства. Различные подходы в изучении жизненных форм жужелиц, в том числе сравнительно-морфологические, онтогенетические и эколого-фаунистические, позволили выявить основные направления морфо-экологической эволюции жужелиц, а метод спектров жизненных форм – выяснить закономерности их ландшафтно-зонального распределения.

Как правило, подавляющее большинство подобных работ проводилось на территории европейской части России и частично на Кавказе [4, 16-21].

Экологическая структура населения жесткокрылых, отраженная в спектрах жизненных форм, закономерно меняется по высотным поясам. По мере поднятия заметно изменяется состав доминантных групп, сокращается набор жизненных форм, меняется соотношение зоофагов и миксофитофагов и т.д.

Большой интерес представляет изучение спектров жизненных форм в ландшафтно-стациальных комплексах региона, где дает морфо-экологическую оценку наиболее общих и в то же время характерных место-

обитаний жесткокрылых. Не подвергая сомнению известное определение, что в жизненной форме, как в зеркале, отражаются главные черты местообитания видов, отметим, тем не менее, довольно высокую экологическую пластичность жизненных форм имаго жесткокрылых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сканирующая электронная микроскопия была выполнена К.В. Двадненко и И.В. Шохиным в аналитической лаборатории Института аридных зон ЮНЦ РАН (Ростов-на-Дону) с помощью микроскопа SEM EVO-40 XVP (LEO 143OVP). Для сканирующей микроскопии использовался материал из коллекций И.В. Шохина и М.В. Набоженко.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данной статье впервые жизненная форма будет использована для некоторых реконструкций фаун, возрастом тех или иных экосистем обсуждаемой территории.

Итак, общепризнанным считается, древнесредиземноморская биота имеет неогеновый возраст, т.е. должна быть датирована концом миоцена и плиоценом. Мы смогли составить ясную картину, как географически и экологически выглядит неогеновые роды (Astragalus, Silena, Salvia).

Отметим, очень часто многими исследователями не учитывается момент в датировках: Тетийский пустынно-степной район (суши вышедшие из под вод океана Тетис), но и те, которые были сушами и до неогена (палеоген) т.е. речь идет о побережье - прибрежные экосистемы, а если учесть что в палеогеновом Тетисе были и острова которые были и оставались сушей (меловой период), то мы имеем прибрежные и островные экосистемы с палеогеновым составом фауны. «Живых ископаемых» нет, но отрицать отмеченное выше, что океан имел берег и некоторые острова невозможно.

«…Четвертичный период в свете биогеографических данных» выдвигает гипотезу «о геогидрократических колебаниях уровня мирового океана», вызвавших крупнейшие трансгрессии и регрессии ≈ 150-180м. над современным уровнем океана). Это означает, что вся фауна (псаммофильная, пустынная и высокоспециализированная) жесткокрылых (особенно малоподвижные формы) неспособных переселяться на новые территории должна была погибнуть. Но она жива [22-30]!!!

Жива и жизнь на островах Каспийского моря со своим набором биоты. Интересные, подтверждающие сказанное сведения мы находим в работе Л.В. Арнольди [31], где речь идет о долгоносиках трибы Mesostylini Средней Азии (4 рода: Mesostylis, Parastylus, Amesostylus, Kasakhstania, 11 видов) (рис. 1).

В известном обзоре по чернотелкам Средней Азии работ Г.С. Медведев [9], отмечает, что типичными обитателями барханных песков являются Habrobates vernalis Sem., Diesia sefirana Rtt., Sternodes caspicus Pall.

Большинство пустынных чернотелок, особенно бескрылых, в течение всей жизни тесно связано с почвой. Почвенные условия определяют многие черты наружного строения чернотелок и прежде всего ног. В настоящей работе морфологические адаптации ног рассматриваются в тесной связи с особенностями образа жизни и условиями внешней среды, преимущественно почвенными.

Строение ног чернотелок тесно связано с условиями их жизни и особенностями поведения. Почвенные условия являются наиболее важным фактором, влияющим на строение ног. Из особенностей поведения в строении ног чаще всего находит отражение способность к быстрому бегу, закапыванию, лазанию по древесной и кустарниковой растительности. Конвергенция в строении ног далеких в филогенетическом отношении видов чернотелок является результатом совпадения в их эволюционном развитии условий жизни и особенностей поведения.

Устройство копательного аппарата чернотелок и пластинчатоусых находится в тонком соответствии с определенным типом почвенных условий. Вследствие этого среди рассматриваемых групп жесткокрылых роющие формы являются наиболее надежными индикаторами почвенных условий.

Связь морфологи и образа жизни не раз отмечалась ранее, в том числе в связи с обитанием в песчаной среде [32-35].

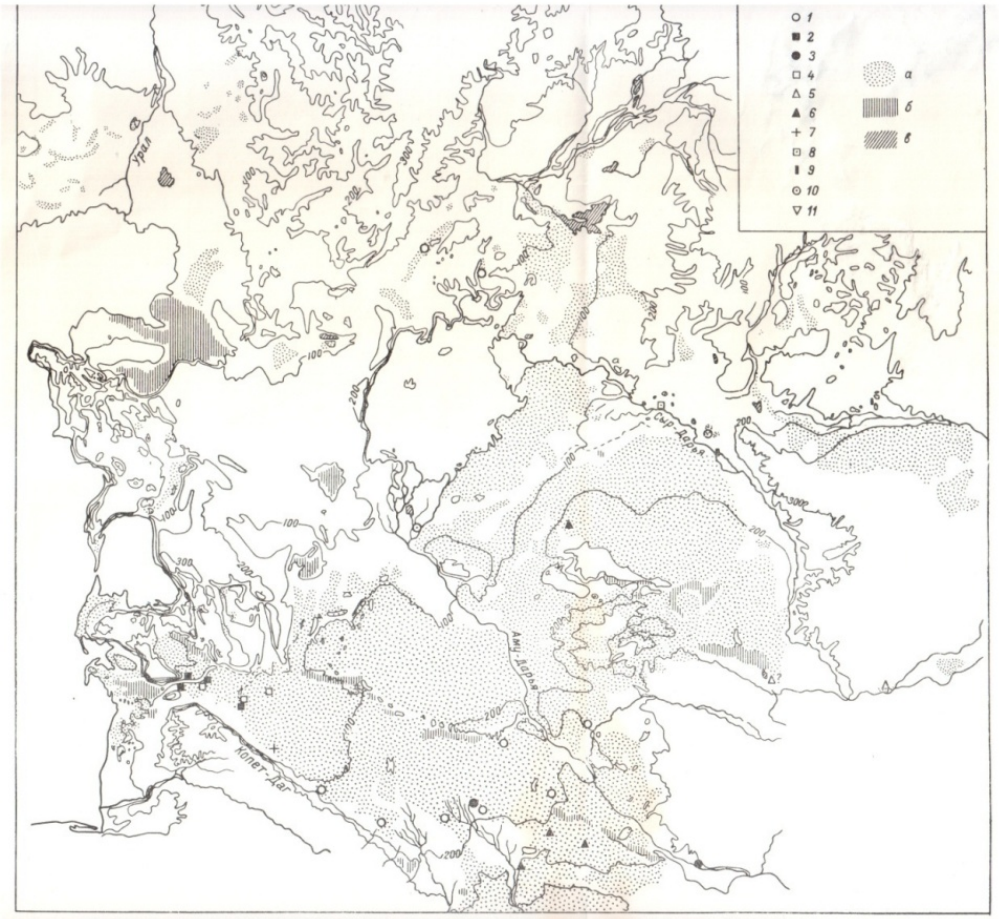


Рис.1. **Карта современного рельефа Туранской низменности и распространение видов Mesostylini (Coleoptera, Curculionidae) [31]**

1 - Mesostylus hauseri; 2 - Mesostylus uzboicus; 3 - Parastylus truchmenus; 4 - Parastylus angulatus; 5 - Parastylus porosus; 6 - Parastylus argentatus; 7 - Parastylus spinidens; 8 - Amesotylus schelli; 9 - Amesotylus syrdariensis;10 - Amesotylus amu- dariensis; 11 - Kasakhstania romadinae: а - пески; б - солончаки, в - временные соленые озера.

Fig.1. **Map of the modern relief of Turan lowland and distribution of Mesostylini species (Coleoptera, Curculionidae) [31]**

1 - Mesostylus hauseri; 2 - Mesostylus uzboicus; 3 - Parastylus truchmenus; 4 - Parastylus angulatus; 5 - Parastylus porosus; 6 - Parastylus argentatus; 7 - Parastylus spinidens; 8 - Amesotylus schelli; 9 - Amesotylus syrdariensis;10 - Amesotylus amu- dariensis; 11 - Kasakhstania romadinae: a - sands; б - salt marshes; в - temporary salt lakes.

По сравнению с плотными почвами закапывание на сыпучих песках требует меньшей затраты энергии на преодоление механического сцепления частиц субстрата, однако здесь резко возрастает доля энергии, расходуемой на отметание песка из хода. Необходимо отметить, что после дождей поверхностный слой подвижных песков временно уплотняется. Такое состояние барханных песков, особенно если оно наступает весной и сопровождается понижением температуры воздуха и почвы, часто вызывает гибель тех особей, которые оказались на поверхности песка вследствие выдувания или других причин. В частности, это касается таких хрупких чернотелок, как *Diaphanidus ferrugineus* Fisher von Waldheim, 1821; *Meladiesia miritarsis* Reitter, 1909; *Pimelia capito* Krynicki, 1832; *Platyesia sericata* Zubkov, 1833; *Platyope leucogramma* Pallas, 1773; *Sternoplax deplanata* Krynicki, 1832; *Trigonoscelis muricata* Pallas, 1781; *Blaps parvicollis* Zubkov, 1829; *Trachyscelis aphodioides* Latreille, 1809 и пластинчатоусых жуков *Glaresis rufa* Erichson, 1848; *Brenskea coronata* Reitter, 1891; *Orubesa athleta*

Semenov, 1896; *Eremazus unistriatus* Mulsant, 1851; *Erytus aequalis* A. Schmidt, 1907; *Mendidius multiplex* Reitter, 1897; *Mothon sarmaticus* Semenov & S.I. Medvedev, 1927; *Psammodius asper* Fabricius, 1775; *Psammodius caucasicus* Pittino & Shokhin, 2006; *Eutyctus deserti* Semenov, 1889, (рис. 2-20) поскольку слой мокрого песка является для них трудно преодолимым препятствием.

Интересно проследить основные тенденции на примере близких групп, связанных с псаммофильным образом жизни, но в разной степени адаптированных. Основные адаптации показывают прямо противоположные сценарии: расширение бедр, голеней и лапок в одном случае и грациализация, сопровождающаяся значительным удлинением конечностей во втором. Оба сценария соответствуют разделению на предпочтительные формы жизни – наземную, характеризующуюся удлинением конечностей для лучшего передвижения по поверхности песчаных массивов, и внутри песчаную, с их более глубокой морфофункциональной перестройкой. Например, на примере пластинчатоусых жуков мы можем видеть однонаправленные адаптивные механизму в различных группах. Характерные примеры наблюдаются у носорогов (Dynastinae), а в особенности у разных групп laparosticti. Если *Erytus* Mulsant et Rey, 1870 (рис. 15) обладают удлиненными конечностями, и одними из самых длинных лапок в подсемействе Aphodiinae, то у других псаммофильных групп (Glaresidae, Psamodiini, *Mendidius* Harold, 1868 и близкие роды, *Eutyctus* Semenov, 1889 и др.) четко прослеживается тенденция к расширению площади соприкосновения с песком за счет утолщения конечностей. Отдельными признаками, характеризующими расширение площади соприкосновения выступают модификация шпор в сторону листовидных (рис. 8, 11, 19, 20), а далее рассеченных (рис. 13), и увеличение площади за счет волосков (рис. 14). Тенденция к переходу к все болеет расширенным конечностям хорошо наблюдается на примере разных видов *Psammodius* Fallen, 1807, в то время как *P. caucasicus* Pittino et Shokhin, 2006 (рис. 19), приуроченный к небольшимим песчаным участкам горных рек Кавказа, обладает наиболее стройными ногами (для псаммофильной группы), распространенные вдоль большинства песчаных русел рек *P. asper* Fabricius, 1775 (рис. 18) и *P. laevipennis* Costa, 1844, имеют гораздо более утолщенные ноги, в том числе бедра, но наиболее толстые бедра мы наблюдаем у характерных обитателей приморских песков – *P. basalis* Mulsant et Rey, 1870. Из других групп следует отметить род *Glaresis* Erichson, 1848, эта группа, ныне рассматриваемая в ранге семейства, обладает субкосмополитичным ареалом, но везде привязана к песчаным местам. Отсутствие этой группы в Австралии ставит под сомнение ее базальное положение и сестринность к остальным группам пластинчатоусых, но фактически неизменная форма на протяжении долгого времени и при широком мировом распространении, говорит как о реликтовости этой группы, так и о древности существования псаммофильной фауны.

Более крупные формы, если и способны закапываться в сырой песок, то очень медленно. Все это показывает, что ноги барханных чернотелок и пластинчатоусых приспособлены преимущественно для отметания сухого песка и в более слабой степени для копания в уплотненном субстрате, о чем свидетельствует также отсутствие у этих чернотелок зубцов на наружном крае передних голеней.

Движение этих видов жесткокрылых в толще песка можно сравнить с плаванием водных животных. Гребное движение передней ноги сводится к тому, что согнутую в коленном суставе и прижатую к телу ногу жук отводит назад и одновременно разгибает в колене. Средние и задние ноги в исходном положении прижаты к телу и согнуты в коленном суставе. Отводя голени вбок и назад, жук отталкивается всей их нижней поверхностью. Площадки на вершинных срезах средних и задних голеней отсутствуют. Само собой разумеется, что характерный для них способ закапывания возможен лишь в сыпучем субстрате.

В другой капитальной работе «Таксономическое значение антеннальных сенсил» Г.С. Медведевым отмечена тонкая деталь «…Sternodes caspicus Pall. появляется тогда, когда пески хорошо просыхают» (как хорошо в данном случае уместно говорить о «компенсационном поведении») Заметим, что Pimeliini в целом, а представители рода Sternodes можно назвать наиболее типичным обитателем подвижных сыпучих песков.

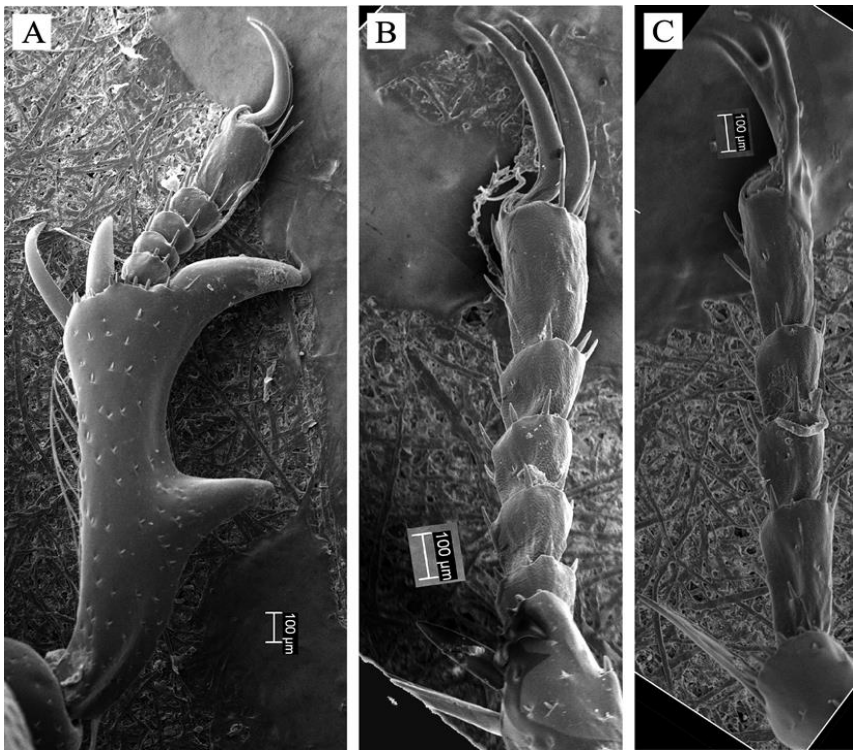


***Рис. 2. Diaphanidus ferrugineus* (Fisher von Waldheim, 1821)**
(Западный Казахстан: Атырауская область)
A – передние голень и протарзус; B – мезотарзус; C – метатарзус.
***Fig.2. Diaphanidus ferrugineus* (Fisher von Waldheim, 1821)**
(West Kazakhstan: Atyrau region)
A – protibia and protarsus; B – mezotarsus; C – metatarsus.

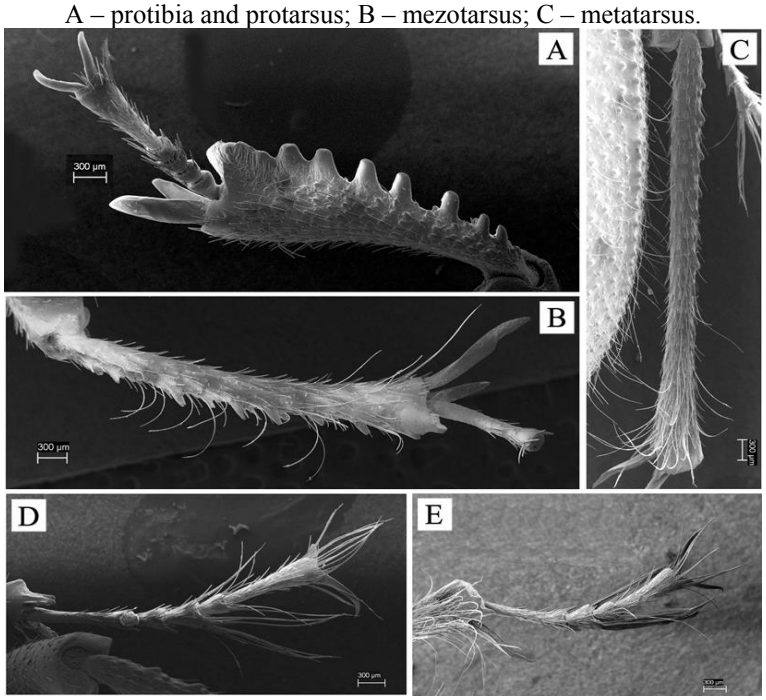


***Рис. 3. Meladiesia miritarsis* Reitter, 1909 (Туркменистан: Бадхыз)**
A – передние голень и протарзус; B – средняя голень; C – задняя голень;
D – мезотарзус; E – метатарзус.
***Fig. 3. Meladiesia miritarsis* Reitter, 1909 (Turkmenistan: Badkhyz)**
A – protibia and protarsus; B – middle lower leg; C – hind tibia; D – mesotarsus; E – metatarsus.

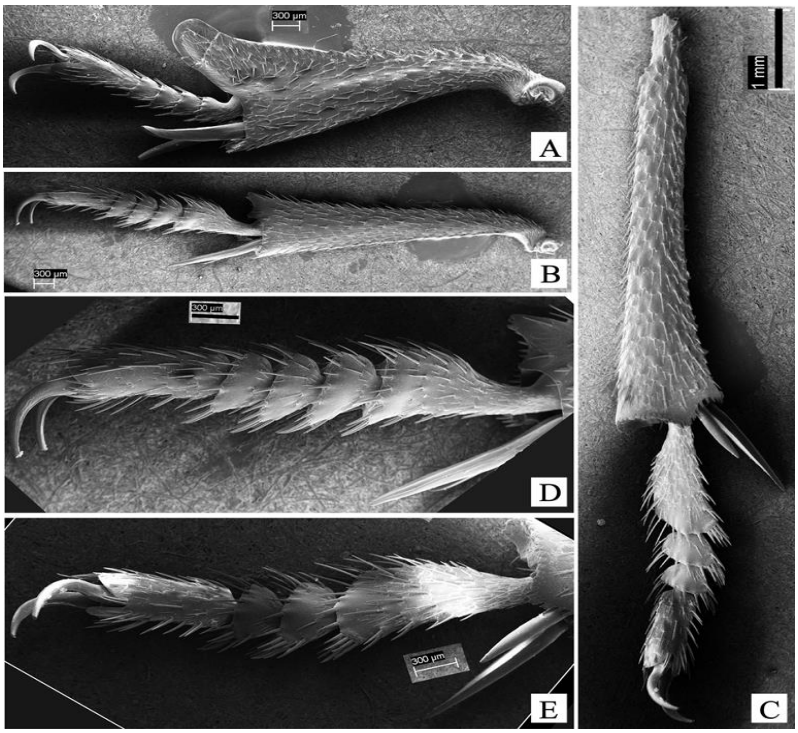


***Рис. 4. Pimelia capito* Krynicki, 1832 (Дагестан: побережье Каспия)**
A – передние голень и протарзус; B – средняя голень; C – задняя голень;
D – мезотарзус; E – метатарзус.
***Fig. 4. Pimelia capito* Krynicki, 1832 (Dagestan: the coast of the Caspian Sea)**
A – protibia and protarsus; B – middle tibia; C – hind tibia;
D – mesotarsus; E – metatarsus.

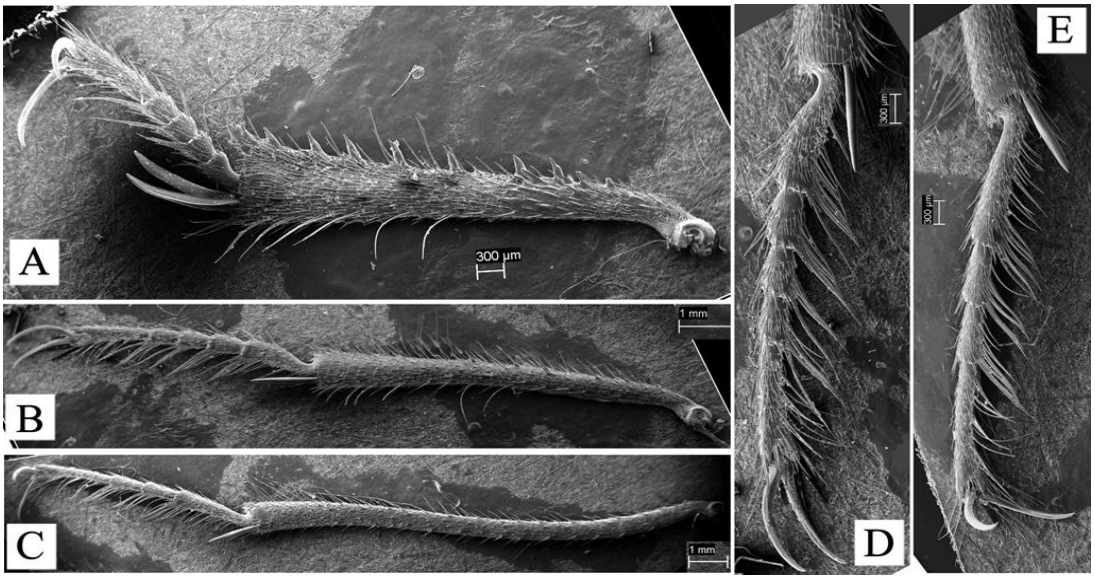


***Рис. 5. Platyesia sericata* (Zubkov, 1833) (Ставропольский край: Курский район)**
A – передние голень и протарзус; B – средняя голень; C – задняя голень;
D – мезотарзус; E – метатарзус.
***Fig. 5. Platyesia sericata* (Zubkov, 1833) (Stavropol Territory: Kursk region)**
A – protibia and protarsus; B – middle tibia; C – hind tibia;
D – mesotarsus; E – metatarsus.

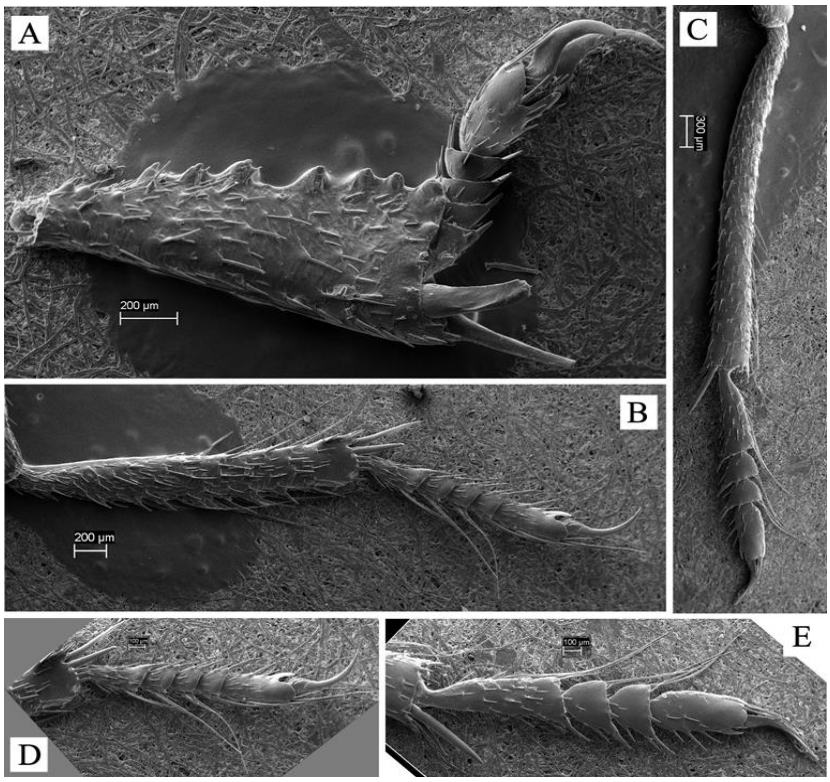


***Рис. 6. Platyope leucogramma* (Pallas, 1773) (Западный Казахстан: Атырауская область)**
A – передние голень и протарзус; B – средняя голень; C – задняя голень;
D – мезотарзус; E – метатарзус.
***Fig. 6. Platyope leucogramma* (Pallas, 1773) (West Kazakhstan: Atyrau region)**
A – protibia and protarsus; B – middle tibia; C – hind tibia; D – mesotarsus; E – metatarsus.

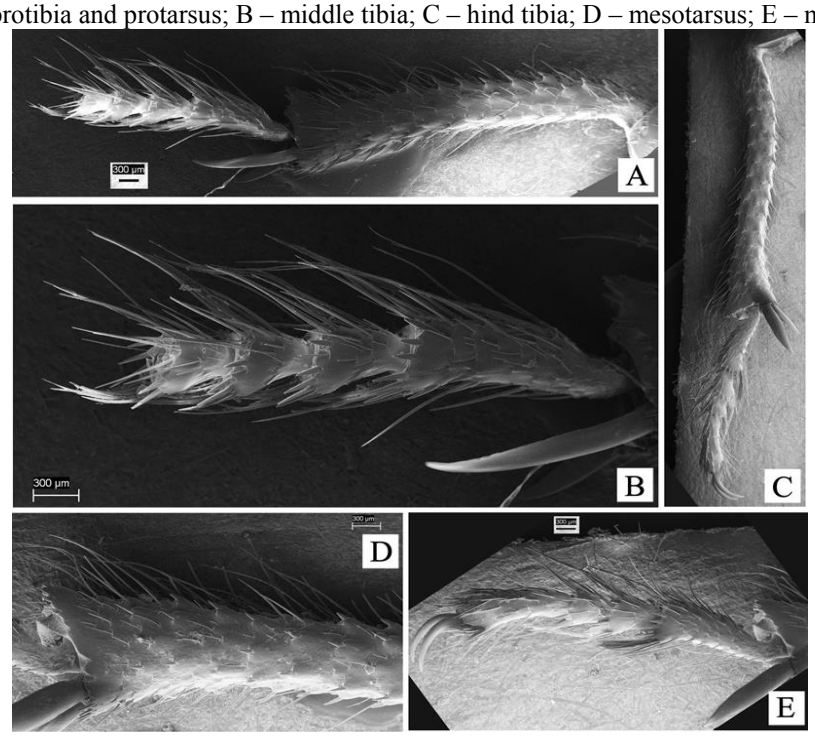


***Рис. 7. Sternoplax deplanata* (Krynicki, 1832) (Западный Казахстан: Атырауская область)**
A – средняя голень; B – мезотарзус; C – задняя голень;
D – вершина задней голени; E – метатарзус.
***Fig. 7. Sternoplax deplanata* (Krynicki, 1832) (West Kazakhstan: Atyrau region)**
A – middle tibia; B – mesotarsus; C – hind tibia; D – apex of hind tibia; E – metatarsus.

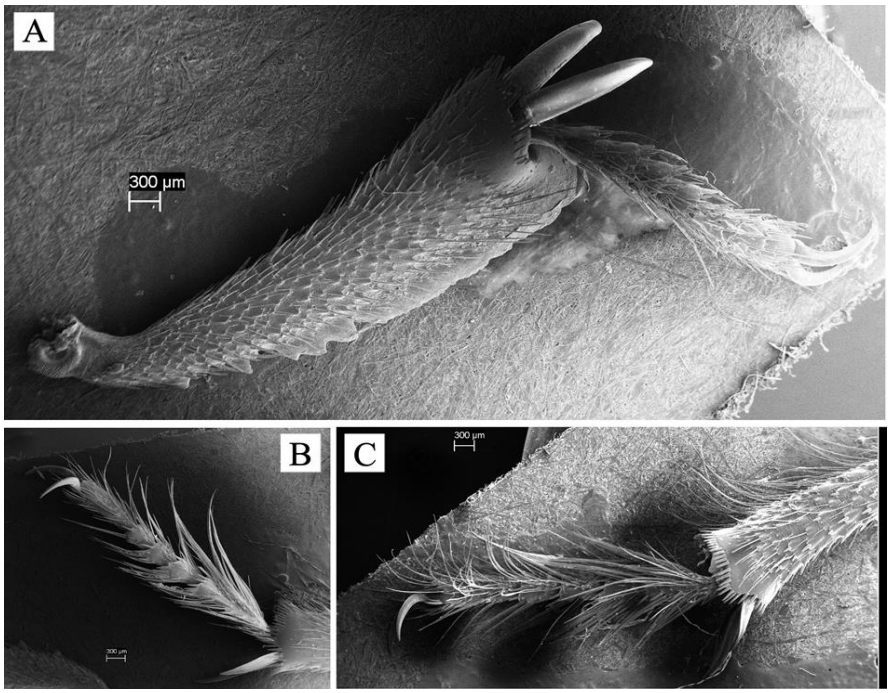


***Рис. 8. Trigonoscelis muricata* (Pallas, 1781) (Западный Казахстан: Мангыстауская область)**
А – передние голень и протарзус; В – мезотарзус; С – метатарзус.
***Fig. 8. Trigonoscelis muricata* (Pallas, 1781) (West Kazakhstan: Mangystau region)**
A – protibia and protarsus; B – mezotarsus; C – metatarsus.

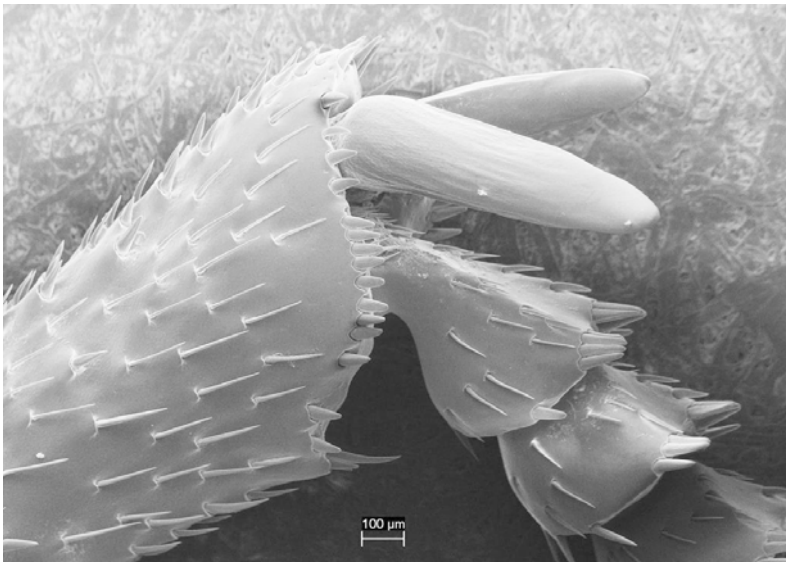


***Рис. 9. Blaps parvicollis* Zubkov, 1829 (Дагестан: побережье Каспия)**
Вершина средней голени с лопатообразными шпорами
***Fig. 9. Blaps parvicollis* Zubkov, 1829 (Dagestan: the coast of the Caspian Sea)**
Apex of middle tibia with spatulate spurs

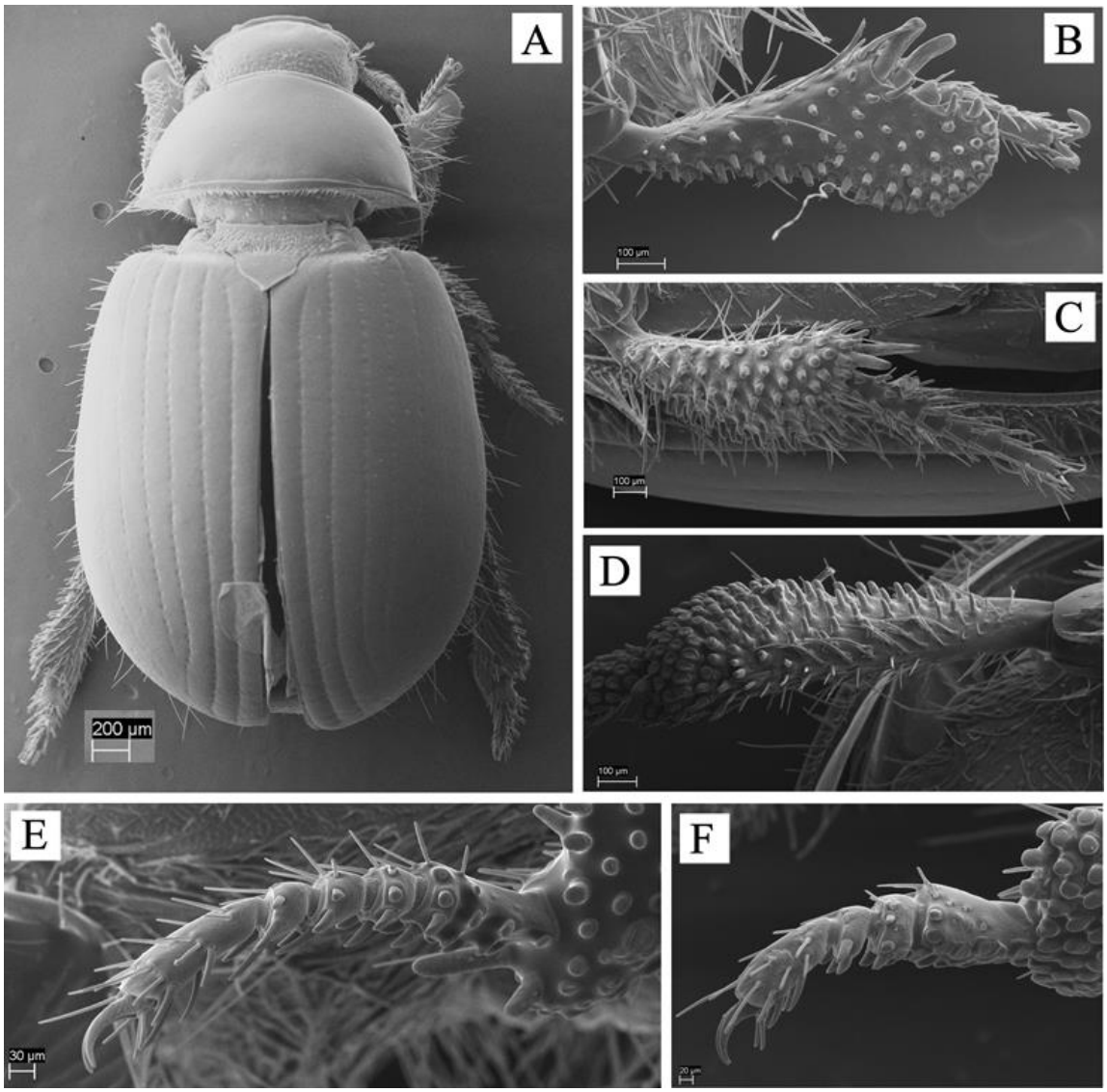


***Рис. 10. Trachyscelis aphodioides* Latreille, 1809 (Азовскоое море: Обиточная коса)**
A – общий вид; B – передняя голень; C –средняя голень; D – задняя голень;
E – мезотарзус; F – метатарзус.
***Fig. 10. Trachyscelis aphodioides* Latreille, 1809 (Sea of Azov: Obitochnaya Spit)**
A – general view; B – anterior tibia; C – middle tibia; D – hind tibia;
E – mesotarsus; F – metatarsus.

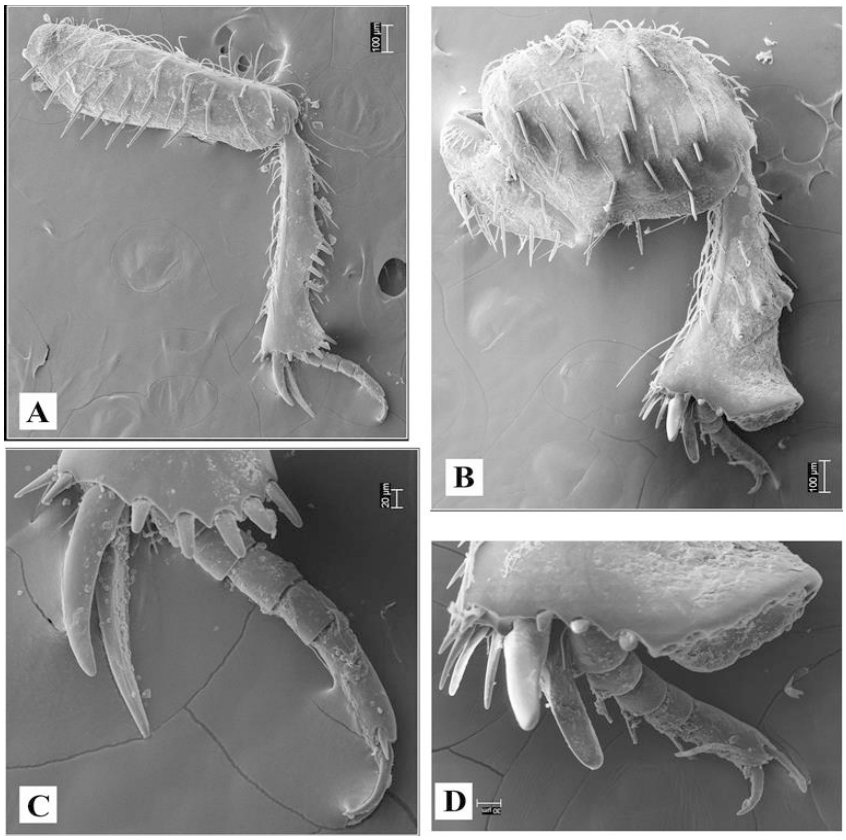


***Рис. 11. Glaresis rufa* Erichson, 1848 (Ростовская область)**
A – средняя нога; B – задняя нога; C – мезотарзус; D – метатарзус.
***Fig. 11. Glaresis rufa* Erichson, 1848 (Rostov region)**
A – middle leg; B – hind leg; C – mesotarsus; D – metatarsus.

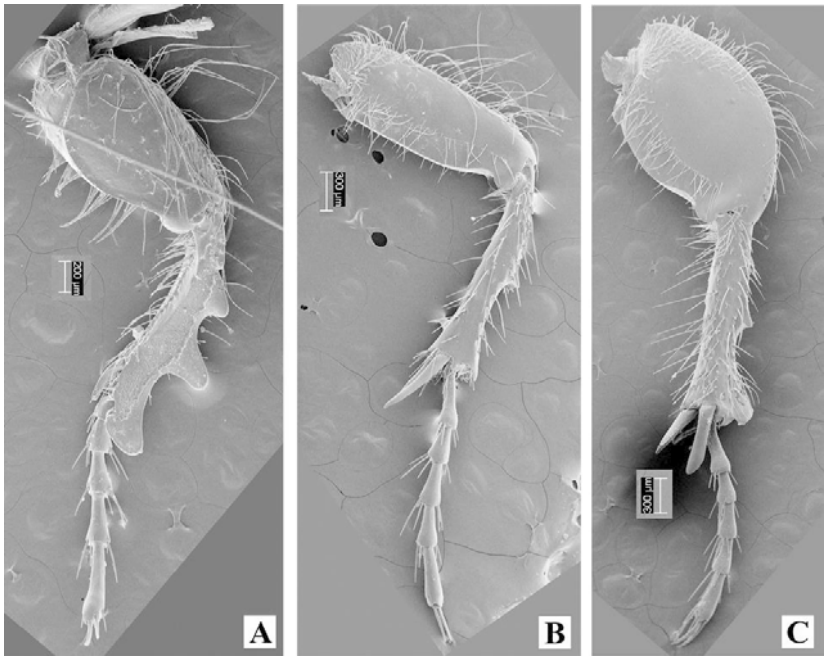


***Рис.12. Brenskea coronata* Reitter, 1891 (Марокко)**
A – передняя нога; B – средняя нога; C – задняя нога.
***Fig. 12. Brenskea coronata* Reitter, 1891 (Marocco)**
A - anterior leg; B - middle leg; C - hind leg.

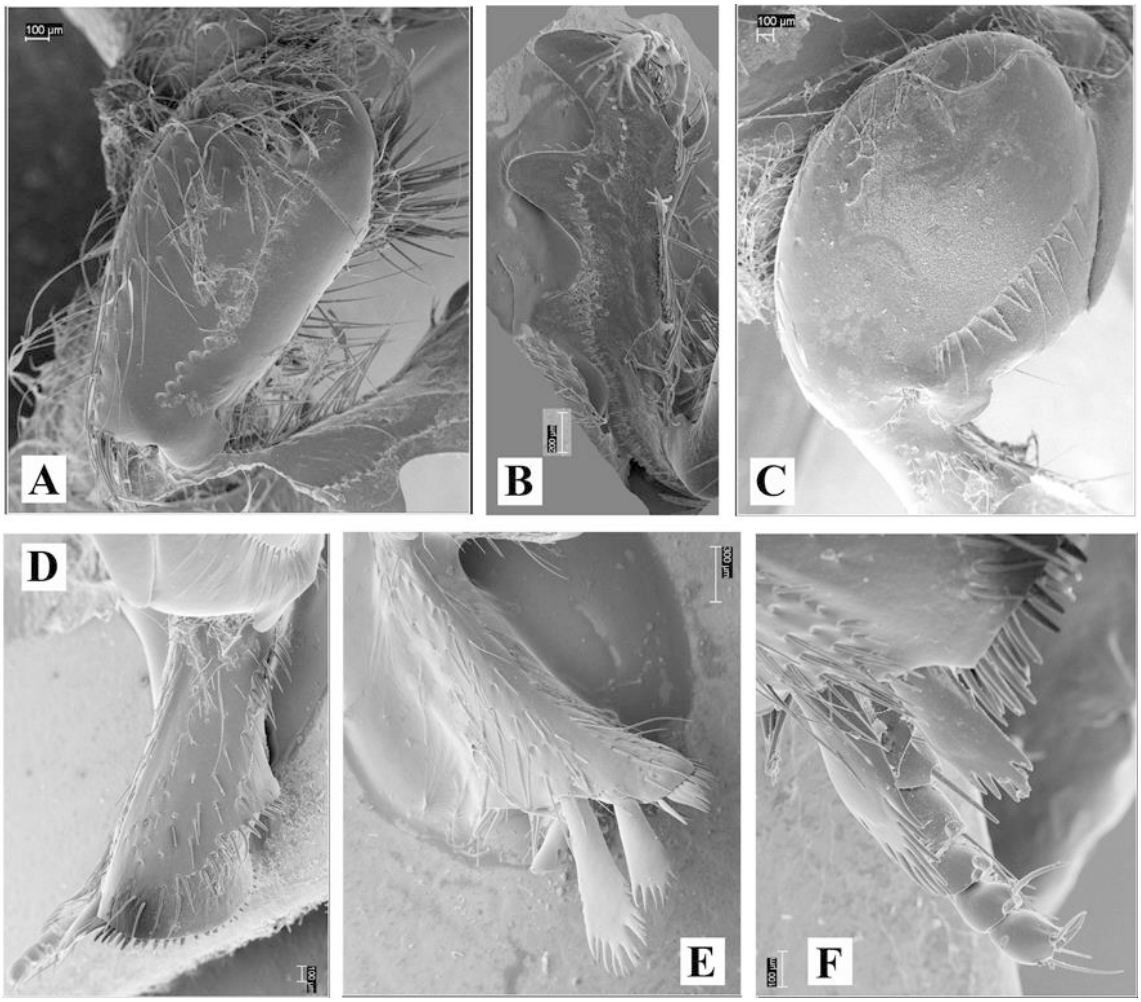


***Рис.13. Orubesa athleta* (Semenov, 1896) (Калмыкия)**
A – переднее бедро; B – передняя голень и протарзус; C –заднее бедро;
D – задняя голень; E – средняя голень с рассеченными шпорами;
F – вершина задней голени с рассеченными шпорами и метатарзус.
***Fig. 13. Orubesa athleta* (Semenov, 1896) (Kalmykia)**
A - profemora; B - protibia and protarsus; C -hind femora;
D – hind tibia; E - middle tibia with split spurs;
F - apex of hind tibia with split spurs and metatarsus.

Морфофизиологичесие признаки роющих барханных форм выражены наиболее четко. Этих примеров достаточно много в нашей фауне (имеется в виду и фауну пластинчатоусых обсуждаемого пояса). Анализ жизненных форм жужелиц Биногадинских кировых пластов Апшерона показал, что существовавшие в четвертичном периоде спектр жизненных форм жужелиц соответствует ныне предгорной части (Закатала, Белоканы, Магарамкент) и сейчас отсутствует на Апшероне [4].

Анализ биологического разнообразия прибрежных и островных экосистем Каспийского моря показал несостоятельность существующих мнений об уровненном режиме Каспия, возрасте биот островов [27, 36-37].

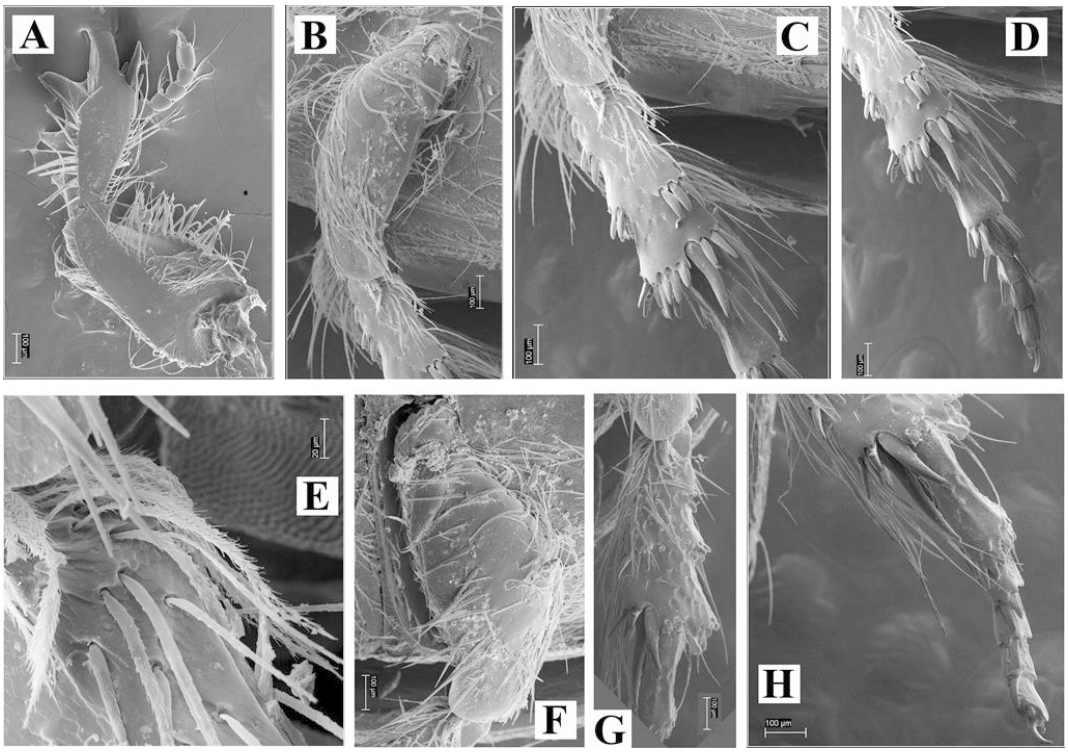


***Рис.14. Eremazus unistriatus* Mulsant, 1851 (Марокко)**
A – передняя нога; B – среднее бедро; C – средняя голень; D – мезотарзус; E – волоски в проксимальной части средней голени; F –заднее бедро; G – задняя голень; H –метатарзус
***Fig. 14. Eremazus unistriatus* Mulsant, 1851 (Marocco)**
A – anterior leg; B – middle femora; C – middle tibia; D – mesotarsus; E – setae of the proximal part of the middle tibia; F – hind femora; G – hind tibia; H – metatarsus.

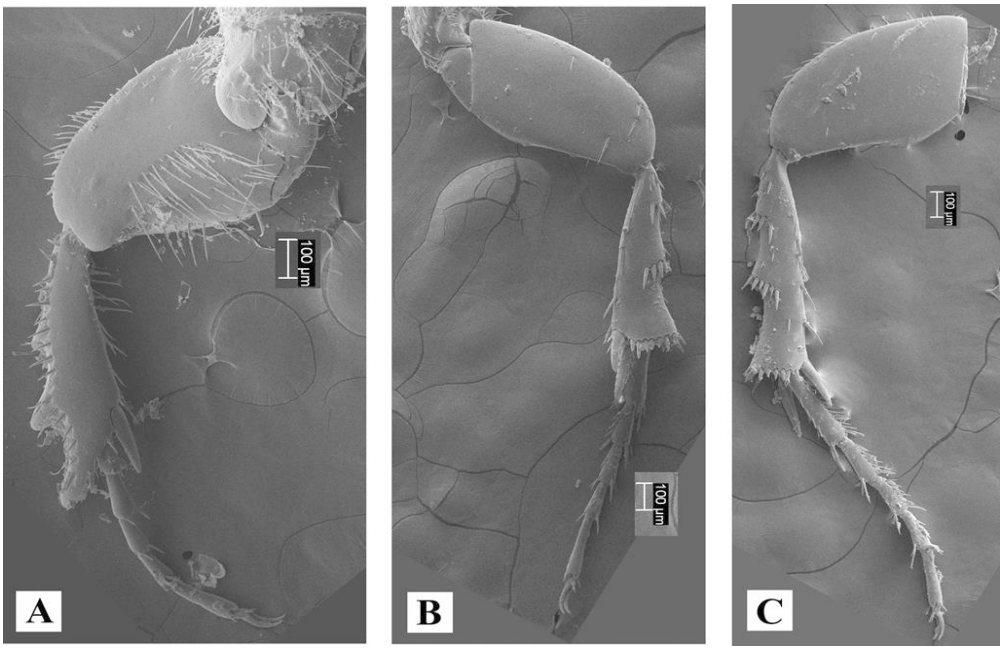


***Рис.15. Erytus aequalis* (A. Schmidt, 1907) (Калмыкия)**
A – передняя нога; B – средняя нога; C – задняя нога.
***Fig. 15. Erytus aequalis* (A. Schmidt, 1907) (Kalmykia)**
A - front leg; B - middle leg; C - hind leg.

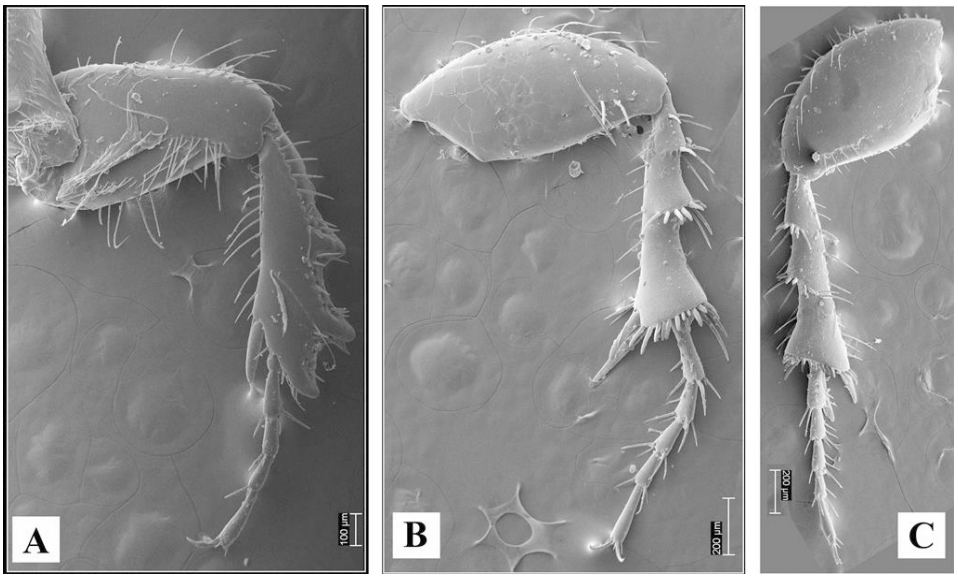


***Рис.16. Mendidius multiplex* (Reitter, 1897) (Калмыкия)**
A – передняя нога; B – средняя нога; C – задняя нога.
***Fig. 16. Mendidius multiplex* (Reitter, 1897) (Kalmykia)**
A - anterior leg; B - middle leg; C - hind leg.

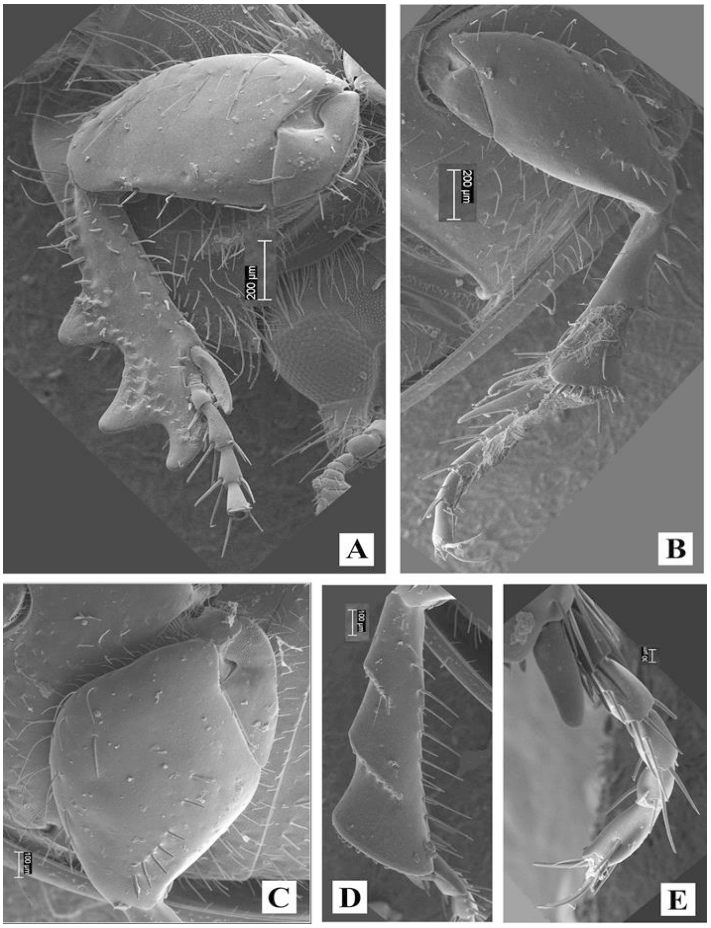


***Рис. 17. Mothon sarmaticus* (Semenov & S. I. Medvedev, 1927) (Краснодарский край)**
A – передняя нога; B – средняя нога; C – заднее бедро; D –задняя голень; E – метатарзус.
***Fig. 17. Mothon sarmaticus* (Semenov & S. I. Medvedev, 1927) (Krasnodar region)**
A - anterior leg; B - middle leg; C - hind femora; D – hind tibia; E - metatarsus.

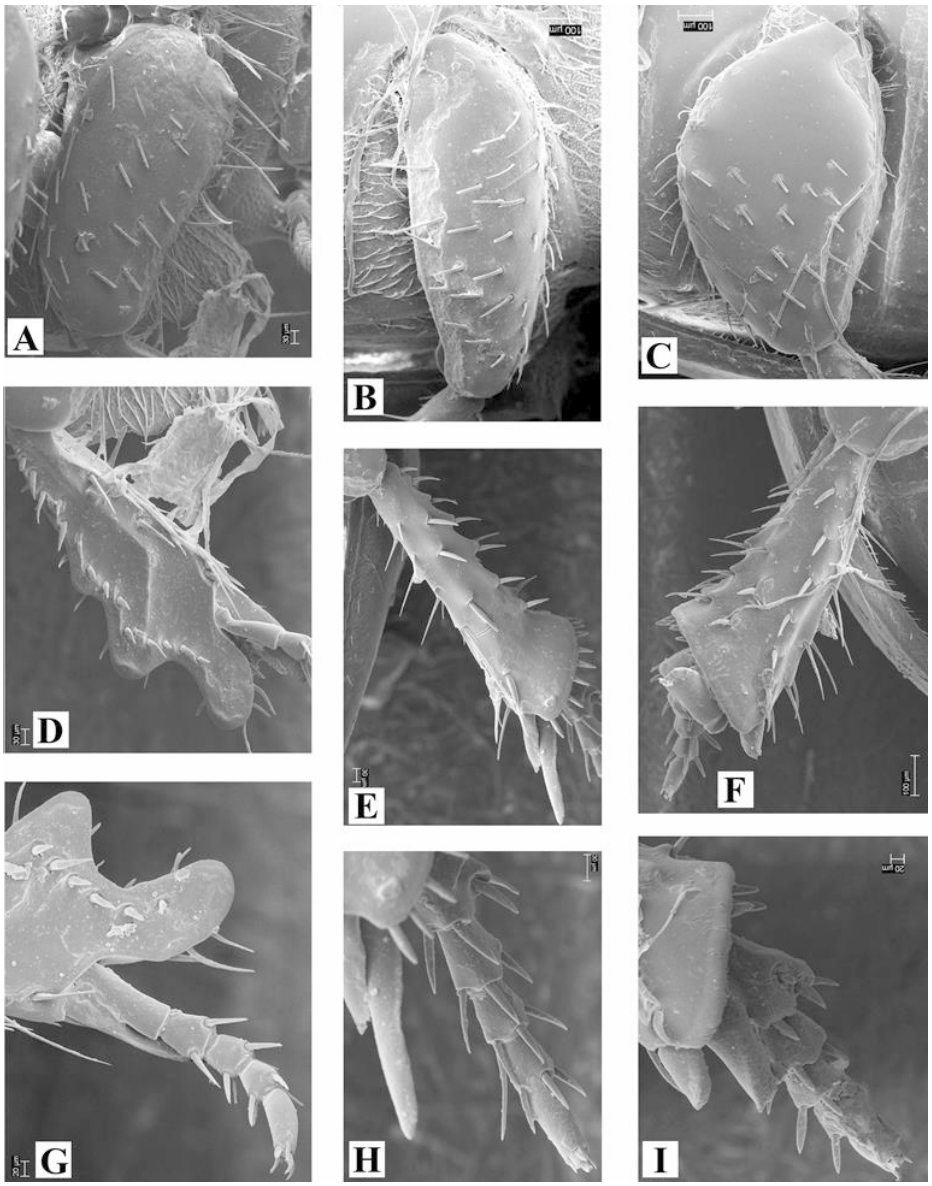


***Рис.18. Psammodius asper* (Fabricius, 1775) (Калмыкия)**
A – переднее бедро; B – среднее бедро; C – заднее бедро; D –передняя голень;
E –средняя голень; E – задняя голень; G – протарзус; H – мезотарзус; I – метатарзус.
***Fig. 18. Psammodius asper* (Fabricius, 1775) (Kalmykia)**
A - anterior femora; B - middle femora; C - hind femora; D -protibia;
E - middle tibia; F – hind tibia; G - protarsus; H - mesotarsus; I - metatarsus.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наличие, в каком либо специфическом районе, древних высокоспециализированных жизненных форм, сообществ, система, с большой определенностью можно говорить и допустить о непрерывности существования этой биоты, в течение всего времени, необходимого на формирования структурных единиц сообщества, отдельных видов, подвидов и более высоких надвидовых таксонов.

Если это так, то учитывая, что обсуждаемые высокоспециализированные виды жесткокрылых вне своих специфических кусков экосистемы не могут жить, перемещаться, улететь, и самое главное они известны с олигоцена (многие роды не претерпели существенных морфо-экологических изменений). Как можно таких стенобионтных видов (хотя бы которые вне сыпучих песков не могут жить) и их ареал считать молодыми?

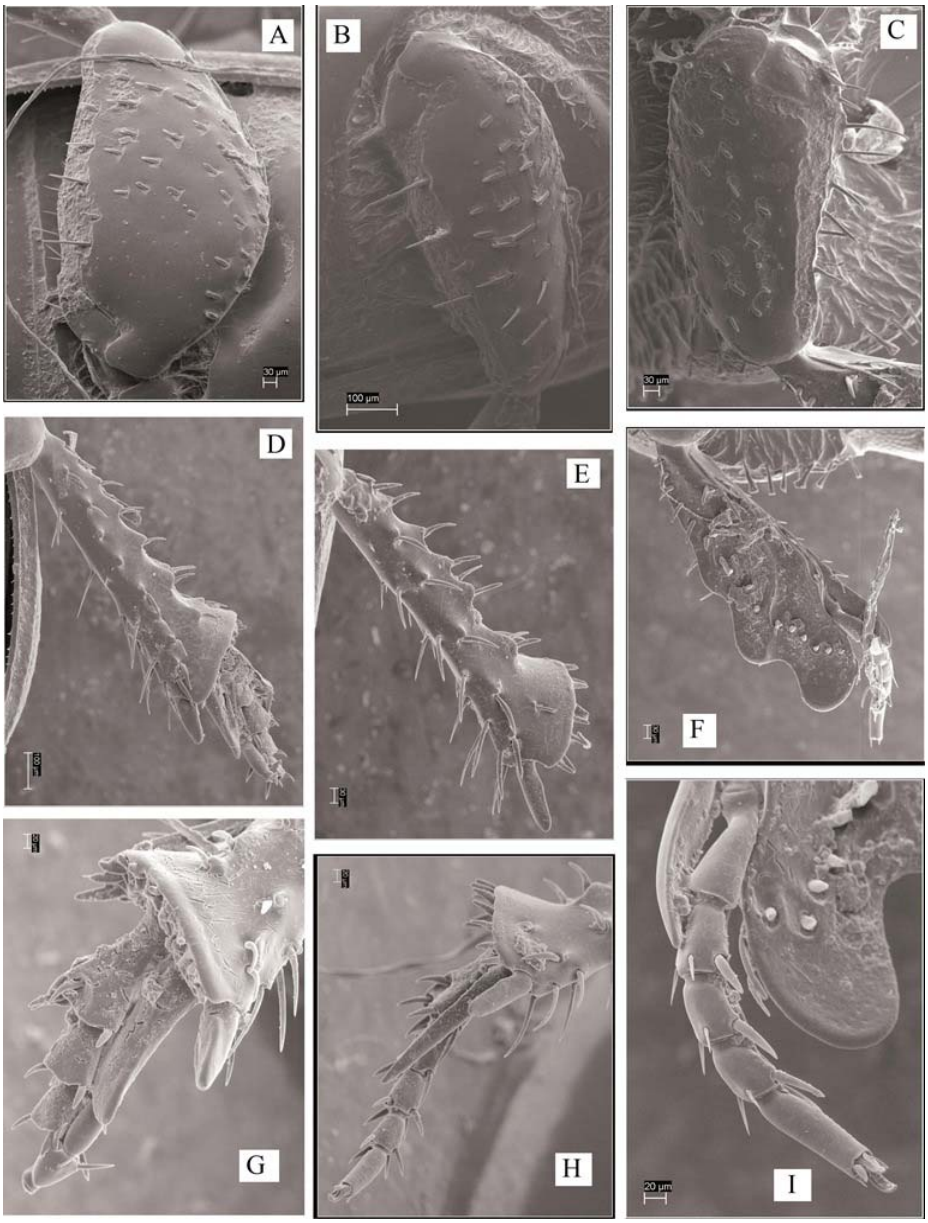


***Рис.19. Psammodius caucasicus* Pittino & Shokhin, 2006 (Абхазия)**
A – переднее бедро; B – среднее бедро; C – заднее бедро; D –передняя голень;
E –средняя голень; F– задняя голень; G – протарзус; H – мезотарзус; I – метатарзус.
***Fig. 19. Psammodius caucasicus* Pittino & Shokhin, 2006 (Abkhazia)**
A - anterior femora; B - middle femora; C - hind femora; D -protibia; E - middle tibia;
F – hind tibia; G - protarsus; H - mesotarsus; I - metatarsus.

Анализ жизненных форм от дельных систематических групп, видов, сообществ, современного биологического разнообразия прибрежных и островных экосистем не подтверждает периоды «мощных» трансгрессий, заливавших огромные территории Прикаспия, островов Турана. Они противоречат этим предположениям.

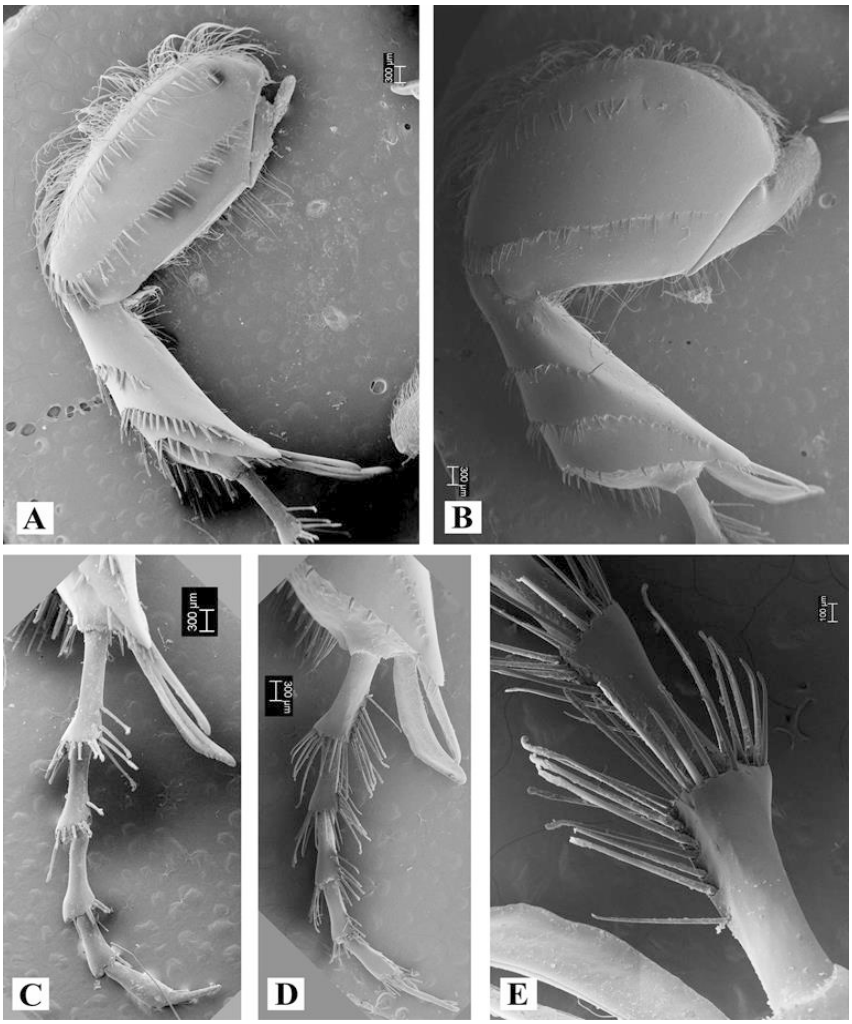


***Рис.20. Eutyctus deserti* Semenov, 1889 (Туркмения)**
A – средние бедро и голень; B –задние бедро и голень; C – мезотарзус;
D – метатарзус; E – 1-й членик метатарзуса.
***Fig. 20. Eutyctus deserti* Semenov, 1889 (Turkmenistan)**
A - Middle femora and tibia; B -hind femora and tibia;
C - mesotarsus; D - metatarsus; E - 1st segment of metatarsus.

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) – RFMEFI57414X0109).

Acknowledgements: The study was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Agreement No. 14.574.21.0109 (an unique identifier for Applied Scientific Researches (Project) – RFMEFI57414X0109).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крыжановский О.Л. Состав и происхождение наземной фауны Средней Азии (главным образом на материале по жесткокрылым насекомым). М.-Л.: «Наука». 1965. 419 с.
2. Медведев Г.С. Жуки-чернотелки (Tenebrionidae). Подсемейство Opatrinae. Трибы Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini, Pachypterini, Opatrini (часть) и Heterotarsini // Фауна СССР. Жесткокрылые. Т.19. Вып. 2. Л.: «Наука». 1968. 285 с.
3. Жерихин В.В. Развитие и смена меловых и кайнозойских фаунистических комплексов (трахейные и хелицеровые) // Труды Палеонтологического института. Т. 165. М.: «Наука». 1978. 200 с.
4. Абдурахманов Г.М. Попытка реконструкции истории фауны жесткокрылых (Coleoptera) Большого Кавказа на основе его палеогеографической и геоморфологической характеристик // Энтомологическое обозрение. 1985. Т. 64, вып. 4. С. 681-695.
5. Абдурахманов Г.М. Восточный Кавказ глазами энтомолога. Махачкала: Дагестанское книжное издательство. 1988. 136 с.

6. Крыжановский О.Л., Непесова М.Г. Опыт реконструкции генезиса пустынной фауны чернотелок Туркменистана // Известия Академии наук Туркменской ССР. Серия биологических наук. 1990. Вып. 4. С. 3-9.
7. Жерихин В.В. Зоогеографические связи палеогеновых насекомых. В кн: Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2003. С. 257–300.
8. Kergoat G.L., Bouchard P., Clamens A.L., Abbate J.L., Jourdan H., Jabbour-Zahab R., Genson G., Soldati L., Condamine F.L. Cretaceous environmental changes led to high extinction rates in a hyperdiverse beetle family // BMC Evolutionary Biology. 2014. Vol. 14. pp. 1–13.
9. Медведев Г.С. Типы адаптаций строения ног пустынных чернотелок (Coleoptera, Tenebrionidae) // Энтомологическое обозрение. 1965, Т. 44, вып. 4, С. 803-826.
10. Абдурахманов Г.М., Багирова И.А. Анализ жизненных форм имаго жужелиц Самурского бассейна // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, N3. С. 151-157.
11. Жаворонкова Т.Н. Некоторые особенности строения жуков – жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в связи с характером их питания // Энтомологическое обозрение. 1969, Т. 48, вып. 4, С. 729-744.
12. Шарова И.Х. Жизненные формы и значение конвергенций и параллелизмов в их классификации // Журнал общ. биол., 1973, Т. 34, N4. С. 563-570.
13. Шарова И.Х. Жизненные формы имаго жужелиц (Coleoptera, Carabidae) // Зоол. журн., 1974, Т.53, N5. С. 692-709.
14. Шарова И.Х. Жизненные формы имаго жужелиц (Coleoptera, Carabidae) // Зоол. журн., 1975, Т.54, N1. С. 49-66.
15. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц. М.: «Наука», 1981, 360 с.
16. Абдурахманов Г.М. Состав и распределение жесткокрылых Восточной части Большого Кавказа. Махачкала: Дагкнигоиздат. 1981, 234 с.
17. Абдурахманов Г.М. О связях фаун жесткокрылых (Coleoptera) аридных районов восточной части Большого Кавказа и Средней Азии // Энтомологическое обозрение. 1983, Т.62, вып.3. С. 481-497.
18. Абдурахманов Г.М. Причины различий состава горной энтомофауны восточной и западной части Большого Кавказа // Доклады АН СССР. 1984, Т. 274, N1. С. 75-81.
19. Абдурахманов Г.М., Исмаилов Ш.И, Лобанов А.Л. Новый подход к проблеме объективного зоогеографического районирования. Махачкала: Дагестанский госпедуниверситет, 1995. 325 с.
20. Абдурахманов Г.М., Лопатин И.К., Исмаилов Ш.И. Основы зоологии и зоогеографии. М.: Академия, 2001. 496 с.
21. Абдурахманов Г.М., Багомаев А.А., Теймуров А.А. Комплексный анализ растительного покрова и жесткокрылых насекомых (Coleoptera, Carabidae) реликтовых дельтовых экосистем южного равнинного Дагестана и Талыша. Махачкала: «Юпитер», 2004. 160 с.
22. Абдурахманов Г.М., Набоженко М.В. Новые данные по составу, особенностям географического распространения и вероятным путям формирования фауны жуков-чернотелок (Coleoptera: Tenebrionidae) Прикаспийских и островных экосистем (сообщение 1) // Юг России: экология, развитие. 2014. Т. 9, N1. С. 31-60. doi: 10.18470/1992-1098-2014-1-30-60
23. Абдурахманов Г.М., Набоженко М.В. Фауна жуков- чернотелок (Coleoptera, Tenebrionidae) аридных прибрежных и островных экосистем Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2014. Т. 9, N3. С. 44-81. doi: 10.18470/1992-1098-2014-3-44-81
24. Чиграй И.А., Абдурахманов Г.М., Набоженко М.В., Шматко В.Ю. Морфологическое разнообразие и распространение *Blaps scabriuscula* Ménétriés, 1832 (Coleoptera: Tenebrionidae) // Юг России: экология, развитие. 2015, Т.10, N4. С. 59-68. doi: 10.18470/1992-1098-2015-4-59-68
25. Мирзабекова М.М., Абдурахманов Г.М., Шохин И.В. Новые для фауны России виды трибы APHODIINI из Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 8, N3. С. 76-81. doi: 10.18470/1992-1098-2013-3-76-81
26. Абдурахманов Г.М., Шохин И.В. *Bodilopsis ogloblini* (Semenov et Medvedev, 1928) (Coleoptera, Scarabaeidae, Aphodiinae) - циркумкаспийский вид // Юг России: экология, развитие. 2015, Т.10, N4. С. 51-58. doi: 10.18470/1992-1098-2015-4-51-58
27. Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А. Замечательные особенности биологического разнообразия прибрежных, морских и островных экосистем Каспийского моря. Новый взгляд на возраст островов и уровенный режим // Юг России: экология, развитие. 2014. Т. 9, N3. С. 7-24. doi: 10.18470/1992-1098-2014-3-7-24
28. Пономарев А.В., Абдурахманов Г.М. Пауки (Aranei) побережья и островов Северной части Каспия // Юг России: экология, развитие. 2014. Т. 9, N1. С. 73-121. doi: 10.18470/1992-1098-2014-1-76-121
29. Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Курбанова Н.С., Меликова Н.М. Эколого-фаунистическая и зоогеографическая характеристика совок острова Нордовый Северо-Западного Каспия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013, Т.15, N3-1. С. 435-442.
30. Abdurakhmanov G.M., Teymurov A.A., Gadzhiyev A.A. Biodiversity of island ecosystems of the Northern and Middle Caspian and a new outlook at the islands age and the Caspian Sea level regime // Advances in Systems Science and Applications (ASSA). 2015. Vol. 15, N4. P. 329-345.
31. Арнольди К.В. О долгоносиках трибы Mesostylini в связи с вопросом о формировании фауны песча-

ных пустынь Средней Азии // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1960, вып. 27, С. 276-292.
32. Никритин Л.М. Морфологические типы приспособления к жизни в песках у различных групп Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeidae) // Зоологический журнал. 1974. Т. 53, N7. С. 1099-1100.
33. Никритин Л.М. Некоторые аспекты систематики, эволюции и филогении пластинчатоусых жуков трибы Aphodiini (Coleoptera, Scarabaeidae) // Энтомологическое обозрение. 1985. Т. 64, N1. С. 124-127.
34. Николаев Г.В. Новый вид пластинчатоусых трибы Aphodiini (Coleoptera, Scarabaeidae, Aphodiinae) из Средней Азии и его систематическое положение // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1979, вып. 88. С. 39-41.
35. Шохин И.В. Анализ эколого-географических особенностей фауны пластинчатоусых жуков (Coleoptera: Scarabaeoidea) Южной России // Юг России: экология, развитие. 2011. Т. 6, N4. С. 160-172. doi: 10.18470/1992-1098-2011-4-160-172
36. Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Солтанмурадова З.И., Гусейнова С.А. К вопросу о возрасте островов Северного Каспия и их биоты // Юг России: экология, развитие. 2012. Т. 7, N1. С. 32-37. doi: 10.18470/1992-1098-2012-1-32-36
37. Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Курбанова Н.С., Гаджиев А.А., Меликова Н.М., Алиева С.В., Эльдерханова З.М., Магомедова З.А., Мирзабекова М.М. Биологическое разнообразие островов Каспийского моря (Новый взгляд на возраст островов и уровенный режим моря). Махачкала: «Эко-пресс». 2012. 22 с.

REFERENCES

1. Kryzhanovsky O.L. *Sostav i proiskhozhdenie nazemnoy fauny Sredney Azii (glavnym obrazom na materiale po zhestkokrylym nasekomym)* [Composition and origin of terrestrial fauna of Middle Asia (based on material of beetles)]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1965, 419 p. (In Russian).
2. Medvedev G.S. *Zhuki-chernotelki (Tenebrionidae). Podsemeystvo Opatrinae. Triby Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini, Pachypterini, Opatrini (chast') i Heterotarsini. Fauna SSSR. Zhestkokrylye. T.19, vyp. 2* [Darkling-beetles (Tenebrionidae). Subfamily Opatrinae. Tribes Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini, Pachypterini, Opatrini (part) and Heterotarsini.Fauna of the USSR. Coleoptera. Vol. 19, iss. 2]. Leningrad, Nauka Publ., 1968, 285 p.
3. Zherikhin V.V. Razvitie i smena melovykh i kainozoiskikh faunisticheskikh kompleksov (trakheinye i khelitserovye) [The development and change of Cretaceous and Cenozoic of faunal assemblages (Tracheata and Chelicerata)]. *Trudy Paleontologicheskogo instituta. T. 165.* [Proc. of the Paleontological Institute. T. 165]. Moscow, Nauka Publ., 1978, 200 p.
4. Abdurakhmanov G.M. Trying to reconstructing the history of beetles Coleoptera of the Greater Caucasus on the basis of its paleogeographic and geomorphological characteristics. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. 1985, Vol. 64, iss. 4, pp. 681-695. (In Russian)
5. Abdurakhmanov G.M. *Vostochnyy Kavkaz glazami entomologa* [The Easten Caucasus through the eyes of an entomologist]. Makhachkala, Dagestan Book Publ., 1988. 136 p.
6. Kryzhanovsky O.L., Nepesova M.G. Reconstruction experience of the genesis of tenebrionid desert fauna of Turkmenistan. Izvestiya Akademii nauk Turkmenskoy SSR. Seriya biologicheskikh nauk. 1990, iss. 4, pp. 3–9. (In Russian).
7. Zherikhin V.V. *Zoogeograficheskie svyazi paleogenovykh nasekomykh* [Zoogeographical communications Paleogenic insects]. In: Selected works on paleoecology and filotsenogenetike. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdanii KMK Publ., 2003. pp. 257-300. (In Russian)
8. Kergoat G.L., Bouchard P., Clamens A.L., Abbate J.L., Jourdan H., Jabbour-Zahab R., Genson G., Soldati L., Condamine F.L. Cretaceous environmental changes led to high extinction rates in a hyperdiverse beetle family. BMC Evolutionary Biology. 2014. Vol. 14. pp. 1–13.
9. Medvedev G.S. Types leg adaptation structures of desert darkling beetles (Coleoptera, Tenebrionidae). Entomologicheskoe obozrenie. 1965, vol. 44, iss. 4, pp. 803–826. (In Russian).
10. Abdurakhmanov G.M., Bagirova I.A. Analysis of the life forms of the imago of ground beetles of the basin of the Samur River. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2013, vol. 15, no. 3. pp. 151-157. (In Russian)
11. Zhavoronkova T.N. Some structural features of beetles - ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in connection with the nature of their food. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. 1969, vol. 48, iss. 4. pp. 729-744.
12. Sharova I.Kh. Life forms and significance of convergence and overlapping of their classification. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 1973, vol. 34, no. 4. pp. 563-570.
13. Sharova I.Kh. Life forms of imago of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). Zoologicheskii zhurnal [Russian Journal of Zoology]. 1974, vol. 53, no. 5, pp. 692-709.
14. Sharova I.Kh. Life forms of imago of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). Zoologicheskii zhurnal [Russian Journal of Zoology]. 1975, vol. 54, no. 1, pp. 49-66.
15. Sharova I.Kh. *Zhiznennye formy zhuzhelits* [Life forms of ground beetles]. Moscow, Nauka Publ., 1981, 360 p.

16. Abdurakhmanov G.M. *Sostav i raspredelenie zhestkokrylykh Vostochnoi chasti Bol'shogo Kavkaza* [The composition and distribution of Coleoptera eastern part of the Greater Caucasus]. Makhachkala, Dagknigoizdat Publ., 1981, 234 p.
17. Abdurakhmanov G.M. On relations of beetles (Coleoptera) of arid regions of eastern part of the Big Caucasus and Middle Asia. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. 1983, vol. 62, iss. 3, pp. 481–497. (In Russian).
18. Abdurakhmanov G.M. Reasons for differences the composition of the insect fauna mountainous eastern and western part of the Greater Caucasus. Doklady AN SSSR [Reports of USSR Academy of Sciences]. 1984, vol. 274, no. 1. pp. 75-81.
19. Abdurakhmanov G.M., Ismailov Sh.I, Lobanov A.L. *Novyi podkhod k probleme ob"ektivnogo zoogeograficheskogo raionirovaniya* [A new approach to the problem of objective of zoogeographic regionalization]. Makhachkala, Dagestan St. Pedagogical Univ. Publ., 1995, 325 p.
20. Abdurakhmanov G.M., Lopatin I.K., Ismailov Sh.I. *Osnovy zoologii i zoogeografii* [Fundamentals of Zoology and zoogeography]. Moscow, Akademiya Publ., 2001. 496 p.
21. Abdurakhmanov G.M., Bagomaev A.A., Teymurov A.A. Kompleksnyi analiz rastitel'nogo pokrova i zhestkokrylykh nasekomykh (Coleoptera, Carabidae) reliktovykh del'tovykh ekosistem yuzhnogo ravninnogo Dagestana i Talysha [Comprehensive analysis of vegetation cover and coleopteran insects (Coleoptera, Carabidae) of relic deltaic ecosystems of Southern flat Dagestan and Talysh].Makhachkala, Yupiter Publ., 2004, 160 p.
22. Abdurakhmanov G.M., Nabozhenko M.V. New data about composition, geographic distribution and possible ways of forming of darkling beetles fauna (Coleoptera: Tenebrionidae) in Peri-Caspian and island Caspian ecosystems. Part 1. *South of Russia: ecology, development*. 2014, vol. 9, no. 1. pp. 30-60. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2014-1-30-60
23. Abdurakhmanov G.M., Nabozhenko M.V. Fauna of Coleptera, Tenebrioridae of arid coastal and island ecosystems of the Caspian Sea. *South of Russia: ecology, development*. 2014, vol. 9, no. 3, pp. 44-81. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2014-3-44-81
24. Chigray I.A., Abdurakhmanov G.M., Nabozhenko M.V., Shmatko V.Y. Morphological diversity and distribution of Blaps scabriuscula Ménétriés, 1832 (Coleoptera: Tenebrionidae). *South of Russia: ecology, development*. 2015, vol. 10, no. 4. pp. 59-68. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2015-4-59-68
25. Mirzabekova M.M., Abdurakhmanov G.M., Shokhin I.V. New Aphodiini species for Russian fauna from Dagestan. *South of Russia: ecology, development*. 2013, vol. 8, no. 3. pp. 76-81. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2013-3-76-81
26. Abdurakhmanov G.M., Shokhin I.V. *Bodilopsis ogloblini* (Semenov et si Medvedev, 1928) (Coleoptera, Scarabaeidae, Aphodiinae) – a circumcaspian species. *South of Russia: ecology, development*. 2015, vol. 10, no. 4. pp. 51-58. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2015-4-51-58
27. Abdurahmanov G.M., Teymurov A.A. A remarkable feature of biodiversity of the coastal, marine and island ecosystems of the Caspian Sea. A new look at the age of islands and level mode. *South of Russia: ecology, development*. 2014, vol. 9, no. 3. pp. 7-24. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2014-3-7-24
28. Ponomarev A.V., Abdurakhmanov G.M. Spiders (Aranei) of North Caspian coast and islands. *South of Russia: ecology, development*. 2014, vol. 9, no. 1. pp. 76-121. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2014-1-76-121
29. Abdurakhmanov G.M., Teimurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Kurbanova N.S., Melikova N.M. Ecological-faunistic and zoogeographical analysis of the fauna of Noctuidae (Lepidoptera, Noctuidae) of the island Nordoviy of the north-western Caspian sea. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2013, vol. 15, no. 3-1. pp. 435-442. (In Russian)
30. Abdurakhmanov G.M., Teymurov A.A., Gadzhiyev A.A. Biodiversity of island ecosystems of the Northern and Middle Caspian and a new outlook at the islands age and the Caspian Sea level regime. Advances in Systems Science and Applications (ASSA). 2015. Vol. 15, no. 4. pp. 329-345.
31. Arnoldi K.V. About Mesostylini weevil tribe in connection with the question of the formation of the fauna of the sandy deserts of Central Asia. Trudy Zoologicheskogo instituta Akademii nauk SSSR [Proceedings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences]. 1960, iss. 27. pp. 276-292.
32. Nikritin L.M. Morphological types of adaptation to the life in sands in different groups of the subfamily Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeidae). Zoologicheskii zhurnal [Russian Journal of Zoology]. 1974, vol. 53, no. 7, pp. 1099-1100.
33. Nikritin L.M. Some aspects of systematic, evolution and phylogeny of dung beetles of the tribe Aphodiini (Coleoptera, Scarabaeidae). Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. 1985, vol. 64, iss. 1, pp. 124–127. (In Russian).
34. Nikolaev G.V. New species of the lamellicorn beetles of the tribe Aphodiini (Coleoptera, Scarabaeidae, Aphodiinae) from Middle Asia and its systematic position. Trudy Zoologicheskogo instituta Akademii nauk SSSR [Proceedings of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences]. 1979, iss. 88. pp. 39-41.
35. Shokhin I.V. Analysis of the ecological and geographical features of the fauna of lamellicorn beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) of the Southern Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2011, vol. 6, no.

4. pp. 160-172. (In Russian) doi: 10.18470/1992-1098-2011-4-160-172
36. Abdurakhmanov G.M., Teimurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Soltanmuradova Z.I., Guseinova S.A. To question about the age of the islands of Northern Caspian and their biota. *South of Russia: ecology, development*. 2012, vol. 7, no. 1. pp. 32-36. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2012-1-32-36
37. Abdurakhmanov G.M., Teymurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Kurbanova N.A., Gadzhiev A.A., Melikova N.M., Alieva S.V., Elderhanova Z.M., Magomedova Z.A., Mirzabekova M.M. *Biologicheskoe raznoobrazie ostrovov Kaspiiskogo morya (Novyi vzglyad na vozrast ostrovov i urovennyi rezhim morya)* [The biological diversity of the Caspian Sea Islands (A new look at the age of islands and sea level mode)]. Makhachkala, Ekopress Publ., 2012, 22 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гайирбег М. Абдурахманов* - академик РЭА, д.б.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития ДГУ. С.н.с. лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН ул. Дахадаева, 21, Махачкала, 367001 Россия.
E-mail: abgairbeg@rambler.ru

Игорь В. Шохин – к.б.н., отдел литологии, зообентоса и палеогеографии, Институт аридных зон, Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия.

Абдулгамид А. Теймуров - член-корреспондент РЭА, к.б.н., доцент кафедры биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития ДГУ, Махачкала, Россия.

Абдурахман Г. Абдурахманов - член-корреспондент РЭА, к.б.н., доцент кафедры рекреационной географии и устойчивого развития, Институт экологии и устойчивого развития ДГУ, Махачкала, Россия.

Алимурад А. Гаджиев - член-корреспондент РЭА, к.б.н., доцент кафедры экологии ДГУ, Махачкала, Россия.

Мадина Г. Даудова – к.б.н., ст. преподаватель кафедры биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития ДГУ, Махачкала, Россия.

Мадина З. Магомедова - член-корреспондент РЭА, к.б.н., доцент кафедры экологии, Институт экологии и устойчивого развития ДГУ, м.н.с. лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала, Россия.

Юлия Ю. Иванушенко – магистр экологии, кафедра биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития ДГУ, Махачкала, Россия.

Критерии авторства

Гайирбег М. Абдурахманов сформулировал концепцию, организовал исследование. Игорь В. Шохин выполнил сканирующую электронную микроскопию. Мадина Г. Даудова и Юлия Ю. Иванушенко корректировали рукопись до подачи в редакцию. Все авторы участвовали в сборе, обработке материала и анализе полученных данных. Все авторы в равной степени ответственны при обнаружении плагиата.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 27.11.2015
Принята в печать 28.12.2015

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Gayirbeg M. Abdurakhmanov* - Academician of Russian Academy of Ecology, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of the department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University. Senior researcher at the Animal Ecology Laboratory of the Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Scientific Center, RAS 21 Dakhadaeva st., Makhachkala, 367001 Russia. E-mail: abgairbeg@rambler.ru

Igor V. Shokhin - Ph.D., department of lithology, zoo benthos and paleogeography, Institute of Arid Zones, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences. Rostov-on-Don, Russia.

Abdulgamid A. Teymurov - corresponding member of REA, candidate of biological sciences, assistant professor of the department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, DSU, Makhachkala, Russia.

Abdourakhman G. Abdurakhmanov - corresponding member of REA, candidate of biological sciences, associate professor of the department of recreation geography and sustainable development, Institute of Ecology and Sustainable Development, DSU, Makhachkala, Russia.

Alimurad A. Gadzhiev - corresponding member of REA, candidate of biological sciences, associate professor of the department of ecology, DSU, Makhachkala, Russia.

Madina G. Daudova - corresponding member of REA, candidate of biological sciences, senior lecturer at the department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

Madina Z. Magomedova - corresponding member of REA, candidate of biological sciences, associate professor of the department of ecology, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, junior researcher at the Animal Ecology Laboratory of the Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Scientific Center, RAS, Makhachkala, Russia.

Yuliya Yu Ivanushenko - Master of Ecology, department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

Contribution

Gayirbeg M. Abdurakhmanov formulated the concept, organized the study. Igor V. Shokhin complied with electron microscopy scanning. Madina G. Daudova and Yuliya Yu. Ivanushenko corrected manuscript prior to submission to the editor. All authors were equally involved in collecting the materials and analyzing the data. Authors are equally responsible for the manuscript and for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 27.11.2015
Accepted for publication 28.12.2015

Общие вопросы / General problems
Оригинальная статья / Original article
УДК 504.03+332.1+316.42
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-32-41

"МОЗГОВОЙ ШТУРМ" ИНДЕКСОВ И ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА)

[1]Наталья В. Костина, [1]Геннадий С. Розенберг*, [2]Галина Э. Кудинова, [2]Анастасия Г. Розенберг, [3]Марина В. Пыршева
[1]лаборатория моделирования и управления экосистемами, Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия, genarozenberg@yandex.ru
[2]группа экономики природопользования, Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия
[3]кафедра современного естествознания, Поволжский государственный университет сервиса, Тольятти, Россия

Резюме. ***Цель*** исследования - выработка стратегий управления, обеспечивающих устойчивое развитие территории Волжского бассейна и его административных единиц. ***Методы.*** В работе применялись методы математической статистики; принципы системности. Нами предложена концепция проведения "мозгового штурма" для оценки состояния территорий с применением системы индексов и индикаторов устойчивого развития. ***Результаты.*** Нами отобрано девять индикаторов и индексов. Выполнен корреляционный анализ выбранных индексов и индикаторов устойчивого развития, которые в совокупности отражают состояние социо-эколого-экономических систем. Для интегральной оценки введены два объекта - "критическое" и "эталонное" состояние и зафиксированы значения для каждого рассматриваемого индекса и индикатора. Проведен факторный анализ в пространстве двух главных компонент и осуществлен расчет обобщенной функции желательности для каждой административной единицы Волжского бассейна. "Мозговой штурм", взятых в рассмотрение индексов и индикаторов устойчивого развития, показал схожесть в оценке состояний административных единиц Волжского бассейна, что в первую очередь отражает примерно одинаковое социо-эколого-экономическое развитие, задаваемое едиными политико-экономическими решениями. ***Заключение.*** Проведенный анализ позволил выявить разные стратегии управления устойчивым развитием регионов. В первую группу (стратегия А) входят Республики Татарстан и Чувашия, Московская и Самарская области, которым следует особое внимание уделять финансовым вложениям в улучшение "качества жизни" путем стабилизации и снижения степени антропогенной нагрузки на территорию. Второй группе (стратегия В): Астраханская, Волгоградская, Кировская, Тверская и Костромская области и Пермский край - целесообразно делать вложения финансов и ресурсов в образование населения, увеличивать среднюю продолжительность жизни, увеличивать доходы населения. Для остальных областей оптимально применение смешанной стратегии А+В устойчивого развития.

Ключевые слова: устойчивое развитие, индексы и индикаторы устойчивого развития, Волжский бассейн, стратегии развития, управляющие воздействия.

Формат цитирования: Костина Н.В., Розенберг Г.С., Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Пыршева М.В. "Мозговой штурм" индексов и индикаторов устойчивого развития (на примере территорий Волжского бассейна) // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.32-41. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-32-41

"BRAINSTORM" OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEXES AND INDICATORS (ON THE EXAMPLE OF THE VOLGA BASIN)

[1]Natalia V. Kostina, [1]Gennadii S. Rozenberg*, [2]Galina E. Kudinova, [2]Anastasia G. Rozenberg, [3]Marina V. Pyrsheva

[1] Laboratory of simulation and ecosystem management, Institute of Ecology of the Volga River Basin of RAS Togliatti, Russia, genarozenberg@yandex.ru

[2] Group of Environmental Economics, Institute of Ecology of the Volga River Basin of RAS, Togliatti, Russia

[3] Department of modern science, The Volga Region State University of Service, Togliatti, Russia

Abstract. ***Aim*** of the research – development of management strategies ensuring sustainable development of the territories of the Volga river basin and its administrative units. ***Methods.*** In the research we used various methods of mathematical statistics, systematic principles. We propose the conception of "brainstorming" for the assessment of the territory using indices and indicators of sustainable development. ***Results.*** We selected nine indicators and indices. We have conducted a correlation analysis of the selected indices and indicators of sustainable development, all of which reflect the state of social, ecological and economic systems. For an integrated assessment of the two objects one introduced the "critical" and the "reference" state and fixed values for each index and indicator under the review. Factor analysis in the space of two principal components is conducted as well as one carried out the calculation of generalized desirability function for each administrative unit of the Volga river basin. "Brainstorm", taking into consideration indices and indicators of sustainable development, showed similarities in the administrative units of the Volga river basin, which primarily reflects approximately the same socio-ecological-economic development, defined by a single policy and economic decisions. ***Conclusion***. The analysis revealed different management strategies of sustainable development of regions. The first group (strategy A) includes the Republic of Tatarstan, and Chuvashia, Moscow and Samara regions, which should pay special attention to investments in improving the "life quality" by stabilizing and reducing the degree of anthropogenic load on the territory. The second group (strategy B): Astrakhan, Volgograd, Kirov, Tver and Kostroma and Perm regions - it is advisable to do finance and investment of resources in public education, increase the average lifetime, increase the incomes of the population. For the remaining areas optimally use a mixed strategy A + B for sustainable development.

Keywords: sustainable development, indices and indicators of sustainable development, the Volga river basin, development strategy, control actions.

For citation: Kostina N.V., Rozenberg G.S., Kudinova G.E., Rozenberg A.G., Pyrsheva M.V. "Brainstorm" of sustainable development indexes and indicators (on the example of the Volga basin). *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 32-41. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-32-41

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое развитие (УР) любой территории включает в себя компромиссное сочетание трех составляющих: социальный прогресс, экономическое развитие и сохранение "качества" окружающей среды. Таким образом, комплексная (интегральная) оценка социо-эколого-экономического состояния территории подразумевает использование таких индикаторов и индексов, на основе которых можно судить о степени устойчивости развития рассматриваемой территории.

Индикаторами могут служить, например, показатели, характеризующие состояние здоровья населения: общая заболеваемость, смертность, рождаемость, продолжительность жизни и др. Эти показатели отражают как уровень экономического и социального развития общества, так и экологическое благополучие окружающей среды.

Создание индексов (интегральных показателей) - это попытка относительно просто и практически целенаправленно рассчитать и соизмерить сложные объекты или системы, состоящие из несопоставимых элементов. Расчетные формулы индексов несут, как правило, субъективный характер и базируются на косвенных социальных, экологических и экономических "измерениях".

И индексы, и индикаторы не всегда удовлетворяют требованию максимально охарактеризовать все три указанные выше составляющие УР. В связи с этим актуальной задачей становится подбор такой системы индикаторов и индексов, которая бы могла оптимально описать эмерджентые свойства социо-эколого-экономических систем. Просматриваются два пути решения. Первый - конструирование "универсального" индекса путем аргументированного добавления новых параметров в расчетную формулу уже существующего и общепризнанного индекса. Второй - использование своеобразного "мозгового штурма" совокупности индексов и индикаторов, определяющих УР. Такой метод близок предложенной ранее процедуре экологического прогнозирования - "модельный штурм" [1]. Тем самым, при рассмотрении определенного набора индексов и индикаторов, гарантируется наиболее полная характеристика УР [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе применялись методы математической статистики; принципы системности. Оценка УР проведена на основе выбранных нами 9 индексов и индикаторов. В качестве методов "мозгового штурма" рассмотрено применение факторного анализа с вычислением оценок эталонного и критического состояния в пространстве двух главных компонент и расчет обобщенной функции желательности по административным единицам Волжского бассейна.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Устойчивому развитию территории Волжского бассейна посвящено целый ряд работ [3-8]. Нами проведена оценка уровня УР административных единиц территории Волжского бассейна (табл. 1), используя некоторые общепризнанные индикаторы, комплексные индексы, полученные тем или иным методом [4], а также "популярные" в настоящее время индексы.

I_1 - доля особо охраняемых территорий (заповедники и национальные парки) как индикатор сохранения основных компонентов естественных экосистем и их биоразнообразия.

I_2 - коэффициент младенческой смертности и **I_3** - общая заболеваемость населения. Эти индикаторы, как было уже отмечено выше, хоть и косвенно, характеризуют "качество" жизни, включая социально-экономическую составляющую, и состояние окружающей среды (в первую очередь - антропогенную составляющую).

I_4 - "экологический след" (ecological footprint, EF). Индекс предложен в 1992 г. канадским экологом и экономистом В. Ризом [9] как мера воздействия человека на среду обитания. Для территорий Волжского бассейна получена оценка EF с учетом природных компонентов, подвергающихся эксплуатации, и антропогенной нагрузки промышленности и транспорта [10].

I_5 - Экологическая оценка территорий Волжского бассейна с использованием обобщенной функции желательности [11]. В расчете применен комплекс следующих показателей: выбросы в атмосферу твердых загрязняющих веществ, окиси углерода от стационарных источников; объем загрязненных сточных вод; необезвреженные отходы производства и потребления; число зарегистрированных экологических преступлений; текущие затраты на охрану окружающей среды; площадь зеленых массивов и насаждений в городах.

I_6 - индекс преобразованности территории [12]. Этот индекс учитывает площади, занятые дорогами, сельскохозяйственными угодьями, пастбищами, сенокосами, лесами с соответствующими рангами (R), которые можно интерпретировать как "весовые" коэффициенты. В расчете этого индекса по территории Волжского бассейна учитывались следующие показатели: доля пашни (R=2), пастбищ (R=3), сенокосов (R=4), автомобильных и железных дорог (R=1). Использование лесов в хозяйственных целях учитывалось как площадь утраченных лесов за последние 300 лет [4]. За этот период площадь территорий занятых лесами, сократилась в некоторых рассматриваемых регионах более чем в два раза (Республика Татарстан, Самарская, Саратовская, Волгоградская обл.). В индекс была включена именно эта доля потерянного лесного фонда (R=5).

I_7 - модификация **I_6**. В этом индексе намеренно не учитывается доля лесов, в силу различных природно-климатических условий отдельных регионов Волжского бассей-

на. Добавлено еще одно слагаемое (R=10) - доля природных территорий максимальной сохранности. Таким образом, получаем индекс близкий по смыслу к "экологическому следу".

I_8 - индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП). Этот известный индекс является интегральным показателем из трех составляющих: индекса ожидаемой продолжительности жизни, индекс образования (средняя продолжительность обучения и ожидаемая продолжительность обучения), индекса дохода. Используя информацию по этому индексу [13] для рассматриваемых регионов Волжского бассейна, показана его связь с некоторыми социальными, экологическими и экономическими параметрами [14].

I_9 - "плотность культуры". Этот индекс характеризует физическое и духовное состояние нации и является социокультурным потенциалом и для рассматриваемой территории получен на основе распределения числа учреждений здравоохранения, образования, культуры и спорта, отнесенных к площади региона. [15].

В качестве методов "мозгового штурма" использован факторный анализ с вычислением оценок эталонного и критического состояния в пространстве двух главных компонент и рассчитаны значения обобщенной функции желательности по административным единицам Волжского бассейна.

Таблица 1

Список административных единиц Волжского бассейна

Table 1

List of administrative units of the Volga river basin

№	Административная единица Administrative unit
1.	Республика Башкортостан / Republic of Bashkortostan
2.	Республика Марий Эл / Republic of Mari El
3.	Республика Мордовия / Republic of Mordovia
4.	Республика Татарстан / Republic of Tatarstan
5.	Республика Урдмутия / Urdmutiya's republic
6.	Республика Чувашия / Republic of Chuvashia
7.	Астраханская обл. / Astrakhan Region
8.	Владимирская обл. / Vladimir Region
9.	Волгоградская обл. / Volgograd Region
10.	Ивановская обл. / Ivanovo Region
11.	Калужская обл. / Kaluga Region
12.	Кировская обл. / Kirov Region
13.	Костромская обл. / Kostroma Region
14.	Московская обл. / Moscow Region
15.	Нижегородская обл. / Nizhny Novgorod Region
16.	Пензенская обл. / Penza Region
17.	Пермский край / Perm Krai
18.	Рязанская обл. / Ryazan Regio
19.	Самарская обл. / Samara Region
20.	Саратовская обл. / Saratov Region
21.	Тверская обл. / Tver region
22.	Тульская обл. / Tula Region
23.	Ульяновская обл. / Ulyanovsk Region
24.	Ярославская обл. / Yaroslavl Region

Отметим, что каждый из перечисленных индексов обладает своей спецификой, которая состоит не только в способе вычисления, но и в том, какие "ключевые" параметры входят в расчет. Кроме этого, рассматриваемая нами совокупность индексов и индикаторов не претендует на всеобъемлющий охват всех характеристик социо-эколого-экономической системы, однако

удовлетворяет требованию представленности трех ее составляющих.

Соизмерение "экологической емкости" и "антропогенной нагрузки", через имеющиеся косвенные показатели, отражающие реальное социо-эколого-экономическое состояние территории, демонстрирует тот факт, что индексы и индикаторы находятся в определенной взаимосвязи друг с другом. Стремление "подтянуть" один из индексов к эталонному состоянию, а, следовательно, изменить значения "базовых" параметров, приводит к "корректировке" (и не всегда в лучшую сторону) значений других показателей.

Для интегральной оценки социо-эколого-экономического состояния территорий введены еще два объекта - "критическое" (К) и некоторое "эталонное" (Е) состояние и зафиксированы значения для каждого рассматриваемого индекса и индикатора. Например, для «эталонного» состояния значение $\mathbf{I_1}$ = 0,3, а желаемое ориентировочное значение индекса "плотность культуры" приравнена к величине Московской области, как авангарда культуры, спорта, здравоохранения и образования в нашей стране.

С учетом введенных объектов (Е и К) проведен статистический анализ - корреляция индексов и индикаторов (рис. 1). Использование факторного анализа позволило определить расположения административных единиц в пространстве двух главных компонент (рис. 2). Фактор 1, задаваемый главным образом множеством $\{I_1, I_5, I_8, I_9\}$, можно условно интерпретировать как "позитивную" составляющую УР, а фактор 2, представленный множеством $\{I_3, I_4, I_6\}$, как "негативную". Приближение к «эталонному» состоянию (рис. 3) в силу разного "местоположения" административных единиц требует различных видов стратегий (выбор управленческих решений), которые приведут к улучшению состояния сразу по комплексу индексов и индикаторов.

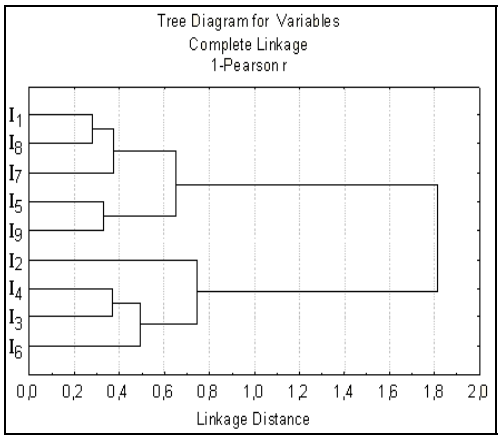
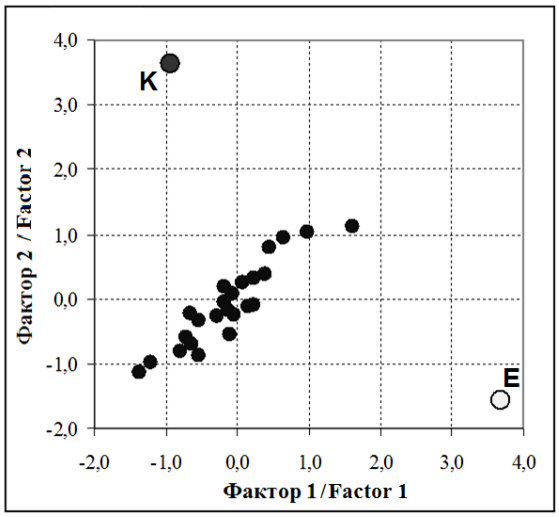


Рис. 1. **Дендрограмма сходства рассматриваемых индексов и индикаторов**

Fig. 1. **Tree Diagram of similarity of the considered indexes and indicators**



К - критическое состояние**;**
Е - эталонное состояние
K - critical state; **E** - (reference state)

Рис. 2. **Расположение административных единиц Волжского бассейна в пространстве двух главных компонент**

Fig. 2. **Arrangement of administrative units of the Volga river basin in the space of two principal component**

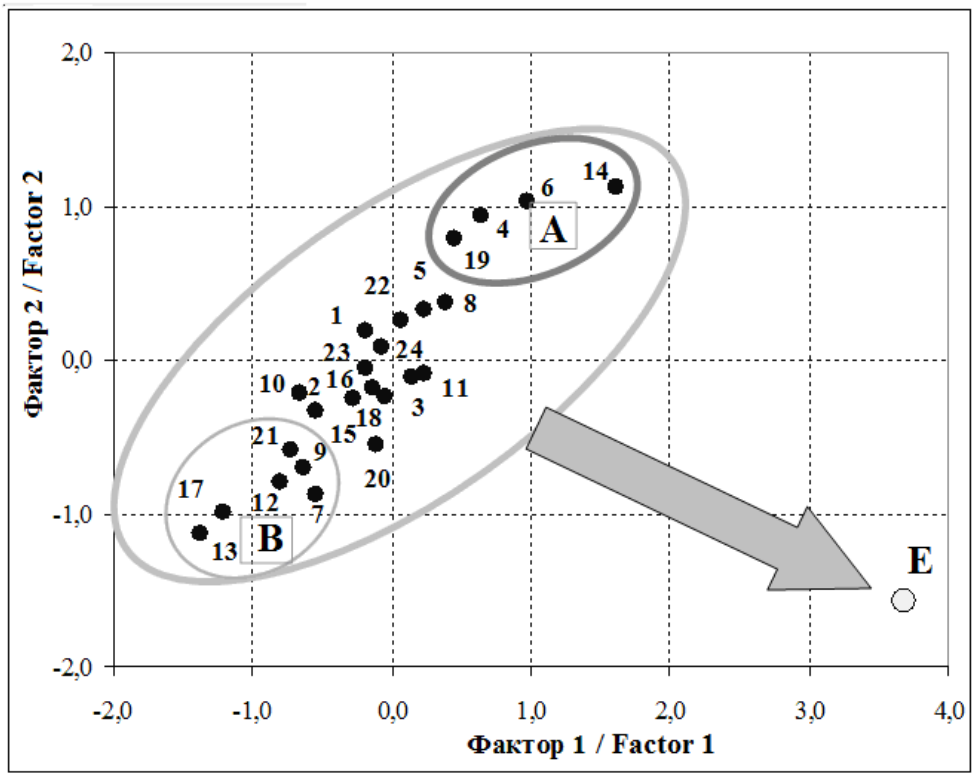


***Рис. 3.* Ординация территорий Волжского бассейна**
Цифрами обозначены административные единицы (табл. 1),
стрелкой показан "путь к эталону";
А, В - территориальные совокупности по типами стратегии развития
***Fig. 3.* Ordination territories of the Volga river basin**
The numbers designate administrative units (Table 1.).
Shown by the arrow "path to the reference state";
A, B - territorial aggregate for types of development strategy

Из проведенного анализа по выбранным индексам и индикаторам просматривается две стратегии управления (рис.3). В первую группу входят Республики Татарстан и Чувашия, Московская и Самарская области. Этим регионам следует особое внимание уделять финансовым вложениям в улучшение "качества жизни" путем стабилизации и снижения степени антропогенной нагрузки на территорию, например, улучшить режим охраны существующих ООПТ и увеличить количество заказников, памятников природы и др. (стратегия А). Второй группе (Астраханская, Волгоградская, Кировская, Тверская и Костромская области и Пермский край) целесообразно делать вложения финансов и ресурсов в образование населения, увеличивать среднюю продолжительность жизни, увеличивать доходы населения (стратегия В). Для остальных областей оптимально применение смешанной стратегии А+В устойчивого развития.

Следующим шагом анализа состояния УР административных единиц явилось использование Евклидовой метрики (расстояние до объектов Е и К) в полученном пространстве двух главных компонент. Результаты демонстрируют слабо выраженную дифференциацию регионов. Однако можно условно выделить три категории (рис. 4): 1 - наихудшее (объекты, расположенные ближе к критическому состоянию); 2 - среднее (объекты, расположенные ближе к эталонному состоянию); 3 - наилучшее состояние (объекты, расположенные наиболее близко к эталону состоянию).

Расчет обобщенной функции желательности по совокупности индексов и индикаторов $\{I_2, I_4, I_6, I_7, I_8, I_9\}$ с учетом корреляции (рис. 1) показал, что все региональные единицы относятся к группе "удовлетворительного" состояния. Это подтверждает уже полученный выше результат, иллюстрируемый рис. 2.

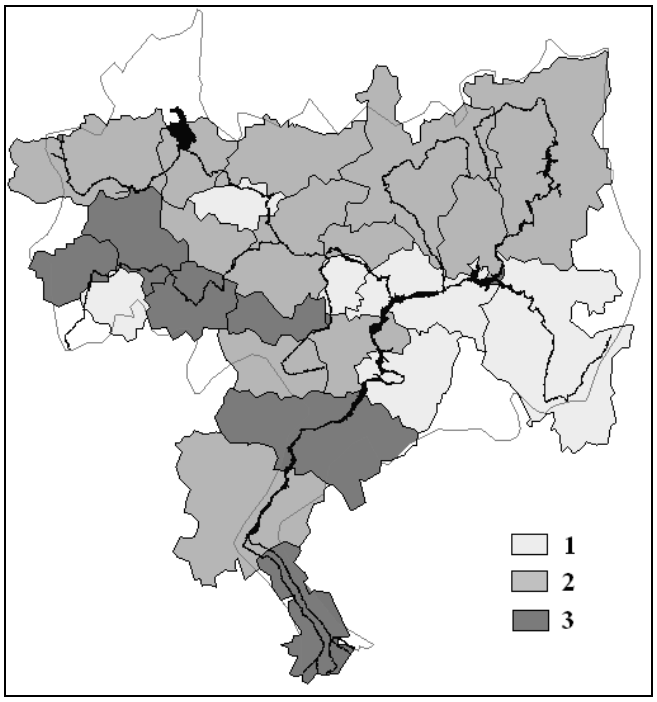


Рис. 4. **Оценка УР региональных социо-эколого-экономических систем Волжского бассейна**

1 - наихудшее состояние (ближе к К); 2- среднее; 3 - наилучшее состояние (ближе к Е)

Fig. 4. **Assessment of a sustainable development of regional socio-ecologic-economic systems of the Volga river basin**

1 - the worst state (closer to K); 2- average; 3 - the best condition (closer to E)

В изданной ранее работе нами был проведен анализ состоянии провинций бассейна реки Янцзы (Китай) и административных единиц Волжского бассейна (РФ) по социо-эколого-экономическим параметрам [16, 17].Отметим, что различия в исторически сложившихся условиях ведения хозяйства в Китае более вариабельны, чем на территории Волжского бассейна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

"Мозговой штурм", взятых в рассмотрение индексов и индикаторов УР показал схожесть в оценке состояний административных единиц Волжского бассейна. Это в первую очередь отражает примерно одинаковое социо-эколого-экономическое развитие, задаваемое едиными политико-экономическими решениями. Очевидно, что чем больше проявление "позитивной" составляющей по отношению к цивилизационному развитию, тем больше и "негативной" составляющей по отношению к состоянию окружающей среды (рис. 2). По небольшим различиям выделено три группы регионов (рис. 4). Для каждого отдельно взятого региона (рис. 3) важно выработать свою индивидуальную стратегию УР.

Благодарности: Авторы выражают благодарность Российскому гуманитарному научному фонду «Волжские земли в истории и культуре России» (грант № 15-12-63006) и Российскому фонду фундаментальных исследований (гранты РФФИ № 15-44-02160 р.Поволжье_а) за частичную финансовую поддержку данной работы.

***Acknowledgements*:** The authors would like to thank the Russian Humanitarian Foundation (grant № 15-12-63006) and the Russian Foundation for Basic Research (grants № 15_44_02160) for partial financial support.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брусиловский П.М., Розенберг Г.С. Модельный штурм при исследовании экологических систем // Общая биология: журнал. 1983. Т. 44. N2. С. 254-262.
2. Костина Н.В., Розенберг Г.С. Анализ некоторых индексов и индикаторов устойчивого развития на примере территорий Волжского бассейна // Сборник научных статей международной научно-практической конференции «Формирование и становление рынка интеллектуальной собственности как основного фактора создания инновационной экономики и обеспечения устойчивого развития регионов в условиях кризиса». Научные редакторы З.Ф. Мазур, Г.Э. Кудинова. Тольятти, 2015. С. 37-42.
3. Костина Н.В., Кудинова Г.Э., Розенберг Г.С. Волжский бассейн: как пройти к устойчивому развитию? // На пути к устойчивому развитию России. 2011. N58. С. 66-73.
4. Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: Кассандра, 2009. 478 с.
5. Розенберг Г.С., Гелашвили Д.Б., Краснощеков Г.П. Крутые ступени перехода к устойчивому развитию // Вестник Российской академии наук. 1996. Т. 66. N5. С. 436-440.
6. Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П., Крылов Ю.М. Устойчивое развитие: мифы и реальность. Тольятти, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, 1998. 191 с.
7. Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П., Гелашвили Д.Б. Опыт достижения устойчивого развития на территории Волжского бассейна // Устойчивое развитие. Наука и практика. 2003. N1. С. 19-31.
8. Устойчивое развитие Волжского бассейна: миф – утопия – реальность… / Под ред. В.М. Захарова, Г.С. Розенберга и Г.Р. Хасаева. Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук и др.; Кассандра, 2012. 226 с.
9. Rees W.E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out // Environment and Urbanisation. 1992. V. 4, no. 2. P. 121-130.
10. Костина Н.В., Розенберг А.Г., Розенберг Г.С., Хасаев Г.Р. Показатель экологического следа и его взаимосвязь с другими индексами устойчивого развития экономики региона // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. N9(119). С. 34-41.
11. Розенберг Г.С., Костина Н.В., Лифиренко Н.Г., Лифиренко Д.В. Экологическая оценка территории Волжского бассейна с использованием обобщенной функции желательности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, N1-9. С. 2324-2327.
12. Иванова О.И. Оценка антропогенной преобразованности природной среды // Прогноз возможных изменений в природной среде под влиянием хозяйственной деятельности на территории Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца, 1986. С. 188-189.
13. Доклад о развитии человеческого потенциала в регионах России на 2013 год // Центр гуманитарных технологий. URL: http://gtmarket.ru/news/2013/06/17/6014 (дата обращения: 20.01.2014).
14. Костина Н.В., Розенберг Г.С., Хасаев Г.Р., Шляхтин Г.В. Статистический анализ индекса развития человеческого потенциала (на примере Волжского бассейна) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14. N3. С. 54-70.
15. Костина Н.В., Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Юрина В.С., Розенберг Г.С. «Экология культуры» и устойчивое развитие (с примерами по Волжскому бассейну) // Экология и жизнь. 2012. N7. С. 64-70.
16. Розенберг Г.С., Костина Н.В., Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г. Экологическая модернизация: бассейновый подход на примере крупнейших рек Азии и Европы // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. Спец. выпуск. С. 25-34.
17. Розенберг Г.С., Абдурахманов Г.М., Зибарев А.Г., Кудинова Э.Г., Попченко В.И., Розенберг А.Г., Бекшокова П.М., Габибова П.И. Эколого-инновационная деятельность – основа выбора курса устойчивого развития // Юг России: экология, развитие. 2015. N10(2). С. 7-31. doi:10.18470/1992-1098-2015-2-7-31

REFERENCES

1. Brusilovskiy P.M., Rozenberg G.S. Model storming study of ecological systems. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 1983. Vol. 44, no. 2. pp. 254-262. (In Russian)
2. Kostina N.V., Rozenberg G.S. [Analysis of some indices and indicators of sustainable development on the example of the territories of the Volga basin]. *Sbornik nauchnykh statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Formirovanie i stanovlenie rynka intellektual'noi sobstvennosti kak osnovnogo faktora sozdaniya innovatsionnoi ekonomiki i obespecheniya ustoichivogo razvitiya regionov v usloviyakh krizisa»* [Collected articles of the international scientific-practical conference “The formation and development of intellectual property market as the main factor in creating an innovation economy and sustainable development of the regions in crisis”]. Tolyatti, 2015. pp. 37-42. (In Russian)

3. Kostina N.V., Kudinova G.E., Rozenberg G.S. The Volga basin: how can we get to sustainable development? Na puti k ustoichivomu razvitiyu Rossii [On the way to sustainable development of Russia]. 2011. no. 58. pp. 66-73. (In Russian)
4. Rozenberg G.S. *Volzhskii bassein: na puti k ustoichivomu razvitiyu* [The Volga basin: Towards Sustainable Development]. Tolyatti, Cassandra Publ., 2009. 478 p. (In Russian)
5. Rozenberg G.S., Gelashvili D.B., Krasnoshchekov G.P. Steep steps transition to sustainable development. Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk [Herald of the Russian Academy of Sciences]. 1996. Vol. 66, no. 5. pp. 436-440. (In Russian)
6. Rozenberg G.S., Krasnoshchekov G.P., Krylov Yu.M. *Ustoichivoe razvitie: mify i real'nost'* [Sustainable development: myths and reality]. Tolyatti, Institute of Ecology of Volga Basin of Russian Academy of Sciences Publ., 1998. 191 p. (In Russian)
7. Rozenberg G.S., Krasnoshchekov G.P., Gelashvili D.B. Experience in achieving sustainable development in the territory of the Volga basin. Ustoichivoe razvitie. Nauka i praktika [Sustainable Development. Science and Practice]. 2003. no. 1. pp. 19-31. (In Russian)
8. Zakharov V.M., Rozenberg G.S. and Khasaev G.R., eds. *Ustoichivoe razvitie Volzhskogo basseina: mif – utopiya – real'nost'…* [Sustainable Development of the Volga Basin: Myth - Utopia - a reality ...]. Tolyatti, Institute of Ecology of Volga Basin of Russian Academy of Sciences Publ.; Cassandra Publ., 2012. 226 p. (In Russian)
9. Rees W.E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanisation. 1992. Vol. 4, no. 2. pp. 121-130.
10. Kostina N.V., Rozenberg A.G., Rozenberg G.S., Khasaev G.R. Ecological footprint indicator and its relationship to other indices of sustainable economic development in the region. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Vestnik of Samara State University of Economics]. 2014. no. 9(119). pp. 34-41. (In Russian)
11. Rozenberg G.S., Kostina N.V., Lifirenko N.G., Lifirenko D.V. Environmental assessment of the territory of the Volga basin with the desirability of a generalized function. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2010. Vol. 12, no. 1-9. pp. 2324-2327. (In Russian)
12. Ivanova O.I. *Otsenka antropogennoi preobrazovannosti prirodnoi sredy* [Assessment of anthropogenic transformation of the natural environment]. *Prognoz vozmozhnykh izmenenii v prirodnoi srede pod vliyaniem khozyaistvennoi deyatel'nosti na territorii Moldavskoi SSR* [Forecast of possible changes in the natural environment under the influence of economic activity on the territory of the Moldavian SSR]. Kishinev, Shtiintsa Publ., 1986, pp. 188-189. (In Russian)
13. Doklad o razvitii chelovecheskogo potentsiala v regionakh Rossii na 2013 god [Report on human development in the regions of Russia in 2013]. *Tsentr gumanitarnykh tekhnologii* [Centre of Humanitarian Technologies]. Available at: http://gtmarket.ru/news/2013/06/17/6014. (accessed 20.01.2014)
14. Kostina N.V., Rozenberg G.S., Khasaev G.R., Shlyakhtin G.V. Statistical analysis of human development index (on the example of the Volga basin). Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya [Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology]. 2014. Vol. 14, no. 3. pp. 54-70. (In Russian)
15. Kostina N.V., Kudinova G.E., Rozenberg A.G., Yurina V.S., Rozenberg G.S. "Ecology of Culture" and sustainable development (examples of the Volga basin). Ekologiya i zhizn' [Ecology and Life]. 2012. no. 7. pp. 64-70. (In Russian)
16. Rozenberg G.S., Kostina N.V., Kudinova G.E., Rozenberg A.G. Ecological modernization: basin approach on the example of the largest rivers in Asia and Europe. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Vestnik of Samara State University of Economics]. 2014, Specedition. pp. 25-34. (In Russian)
17. Rozenberg G.S., Abdurahmanov G.M., Zibarev A.G., Kudinova G.E., Popchenko V.I., Rozenberg A.G., Bekshokova P.A., Gabibova P.I. Ecology and innovation the basis for sustainable development course. *South of Russia: ecology, development*. 2015, no. 10(2), pp. 7-31. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2015-2-7-31

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Наталья В. Костина - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия.
e -mail: knva2009@yandex.ru

Геннадий С. Розенберг* - доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН,
445003, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10;
e-mail: genarozenberg@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Natalia V. Kostina - Cand. of Biol. Sci., senior research scientist, Institute of ecology of the Volga river basin, RAS, Togliatti, Russia.
e -mail: knva2009@yandex.ru

Gennadii S. Rozenberg* - corresponding member of RAS, Dr. of Biol. Sci, professor, director of the Institute of ecology of the Volga river basin, RAS.
10, Komzina st., Togliatti, 445003 Samara region
e -mail: genarozenberg@yandex.ru

Галина Э. Кудинова - кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, заведующая группой экономики природопользования ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия.

Анастасия Г. Розенберг - младший научный сотрудник ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия.

Марина В. Пыршева - кандидат биологических наук, доцент кафедры "Современное естествознание" ФГБОУ ВПО Поволжский государственный университет сервиса, Тольятти, Россия.

Galina E. Kudinova - Cand. of Econ. Sci., head of the research group Environmental economics, Institute of ecology of the Volga river basin, RAS, Togliatti, Russia.

Anastasia G. Rozenberg - junior research scientist, Institute of ecology of the Volga river basin, RAS, Togliatti, Russia.

Marina V. Pyrsheva - Cand. of Biol. Sci., assistant professor of "Modern science", Volga Region State University of Service, Togliatti, Russia.

Критерии авторства

Наталья В. Костина, Геннадий С. Розенберг, Галина Э. Кудинова, Анастасия Г. Розенберг и Марина В. Пыршева, предложили концепцию проведения «мозгового штурма» для оценки устойчивого развития по системе индексов и индикаторов, осуществили отбор индексов и индикаторов устойчивого развития для анализа, проанализировали данные, сформулировала стратегии управления территорий Волжского бассейна, написали рукопись. Анастасия Г. Розенберг несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 16.11.2015
Принята в печать 17.12.2015

Contribution

Natalya V. Kostina, Gennadii S. Rosenberg, Galina E. Kudinova, Anastasia G. Rosenberg and Marina V. Pyrsheva proposed the concept of "brainstorm" for the assessment of sustainable development in the system of indexes and indicators, carried out the selection of indexes and indicators for sustainable development analysis; analyzed data, formulated management strategy for the territory of the Volga river basin, wrote the manuscript. Anastasia G. Rosenberg bears responsibility for plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 16.11.2015
Accepted for publication 17.12.2015

Общие вопросы / General problems
Оригинальная статья / Original article
УДК 338.001.36
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-42-49

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

[1]Заур Т. Имрани*, [2]Матанат Р. Мусаева
[1]отдел экономической и политической географии Азербайджана,
Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан, zaur_imrani@mail.ru
[2]кафедра экономической и социальной географии,
Географический факультет Бакинского Государственного Университета
Баку, Азербайджан, musayeva-m@rambler.ru

Резюме. ***Цель.*** Определение социально-экономических аспектов концепции устойчивого развития Азербайджанской Республики с учетом экономических, природных, экономических, социальных и экологических возможностей страны, обоснование концепции устойчивого развития для устранения больших различий, характерных для экономического развития регионов, управление экономическим и социальным развитием регионов. ***Методика.*** Исторический и сравнительный анализ, системный подход, анализ статистико-математических материалов. ***Выводы.*** Определены преимущества концепции устойчивого развития, проведен анализ динамики развития ведущих отраслей регионов, изучены наиболее перспективные отрасли регионов с экономико-географической точки зрения. ***Заключение.*** Определены социально-экономические аспекты концепции устойчивого развития Азербайджанской Республики.
Ключевые слова: устойчивое развитие, социально-экономические аспекты, стратегия, экономическая эффективность, ресурсы, национальный доход, государственная программа, производство, инфраструктура, промышленность, сельское хозяйство.

Формат цитирования: Имрани З.Т., Мусаева М.Р. Социально-экономические аспекты концепции устойчивого развития в Азербайджанской Республике // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.42-49. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-42-49

SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN REPUBLIC

[1]Zaur T. Imrani*, [2]Matanat R. Musayeva
[1]Department of Economic and Political Geography of Institute of Geography
after academician H.A.Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences,
Baku, Azerbaijan, zaur_imrani@mail.ru
[2] Sub-department of Economic and Social Geography,
Faculty of Geography, Baku State University, Baku, Azerbaijan

Abstract. ***Aim.*** The aim is to determine the socio-economic aspects of sustainable development of the Republic of Azerbaijan taking into account economic, environmental, social and environmental opportunities of the country; to find the rationale for the concept of sustainable development to eliminate major differences specific to regional economic development, management of economic and social development of the regions. ***Methods.*** Historical and comparative analysis, system approach, analysis of statistical and mathematical materials. ***Findings.*** We identified the advantages of the concept of sustainable development; cunducted the analysis of the dynamics of development of the leading industries in the region; studied the most promising sectors of the regions from the economic and geographic point of view. ***Conclusion.*** We identified socio-economic aspects of sustainable development of the Republic of Azerbaijan.
Keywords: sustainable development, socio-economic aspects, strategy, economic efficiency, resource, national income, state program, production, infrastructure, industry, agriculture.

For citation: Imrani Z.T., Musayeva M.R. Socio-economic aspects of the concept of sustainable development in Azerbaijan Republic. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 42-49. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-42-49

ВВЕДЕНИЕ

«Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [1].

Политические и экономические процессы, происходящие в условиях глобализации, вынудили страны мира подготовить долгосрочные стратегии развития. В 1992 г. в г. Рио-де-Жанейро по инициативе ООН и участии 172 глав государств была принята концепция устойчивого развития. При подготовке концепции были учтены природные, экономические, социальные, технологические и экологические возможности регионов, а также была проведена оценка рисков, которые могут возникнуть в будущем.

Однако было бы преувеличением сказать, что мировая общественность имеет уже некий сложившийся взгляд на сущность устойчивого развития. Не только теоретико-методологическая база, но и понятийно-содержательный аппарат находятся еще в стадии формирования [2].

В целом, устойчивое развитие является сбалансированной и динамичной моделью развития, определяющей стратегические направления охраны окружающей среды, устойчивой экономики, устойчивой политики и т.д. Многие специалисты устойчивым называют то развитие, которое не подвергает опасности удовлетворение личных потребностей будущих поколений. Программа Развития ООН выделяет три аспекта устойчивого развития: экономический рост, социальное развитие и экологическая безопасность.

Экономическая суть устойчивого развития заключается в том, что общий капитал, передаваемый из поколения в поколение не должен уменьшаться в ходе этого процесса. Устойчивое экономическое развитие характеризуется тем, что:

а) неуклонно повышается экономическая эффективность и рост прибылей;

б) природные и экономические ресурсы используются так, что со временем возможности для промышленного производства не уменьшаются;

в) полученная прибыль используется с целью дальнейшего развития регионов.

ЦЕЛЬ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

В Азербайджане, как и в других бывших союзных республиках, после восстановления независимости, экономика сталкивалась с определенными трудностями. Вместе с тем, целевое и рациональное использование природного потенциала страны позволило ускорить развитие экономики в годы независимости. В Азербайджане для проведения региональной политики с территориальной точки зрения были определены направления долговременного трансформирования. В настоящее время эффективное использование природного потенциала страны и ее регионов с целью достижения устойчивого социально-экономического развития и повышения национальных доходов является очень актуальным вопросом. Повышение экономических показателей регионов и промышленных областей возможно при рациональном использовании природных ресурсов.

В соответствии с поставленной в исследовании целью, был проведен сравнительный анализ экономических отраслей Азербайджана за исторический период. Полученные при этом данные систематизированы. На основе статистических и математических материалов выявлены социально-экономические аспекты устойчивого развития.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основа формирования подходов в решении проблем территориальных образований лежит в положительных изменениях, обеспечивающих сбалансированную реализацию экономического, экологического и социального аспектов в контексте устойчивого развития территории. Особенно это касается региональных реформ и программ,

реализующихся в конкретных муниципальных образованиях, так как их роль в реализации государственной политики (как социально-экономической, так и экологической) заметно усилилась в последнее время [3]. А реалии концепции «спроса и предложения» устойчивого развития Азербайджана заключаются в накоплении капитальных ресурсов стратегического значения за счет комплексного использования ненефтяных и негазовых ресурсов [4]. При создании национальной модели устойчивого развития, поставленная цель основывается главным образом на идею достижения комплексной оптимизации промышленных отраслей.

На нынешнем этапе такие проблемы как использование энергетических ресурсов, исследование эффективной организации производства энергии, учет интересов соседних стран при обеспечении энергетической безопасности, региональное сотрудничество по отношению к природным объектам энергетического значения, совместное использование природных ресурсов, изучение передового опыта в области производства энергии и его распространение, поощрение сотрудничества между странами в энергетическом вопросе и оказание соответствующей помощи, рассматриваемые в контексте отношений «природа-общество», считаются самыми актуальными вопросами. При этом природные ресурсы как предпосылки для развития производства способствуют также повышению трудовой производительности. Но в Азербайджане, обладающем богатыми сырьевыми ресурсами, проблема удовлетворения потребности в горючем практически не существует. В то же время, нефтяной промышленности отводится роль отрасли, призванной обеспечить устойчивое развитие других направлений экономической деятельности.

В Азербайджане после восстановления независимости в 1991 году, возрос интерес к проблеме эффективного освоения богатых нефтегазовых ресурсов Каспийского моря. С этой целью 20 сентября 1994 г. в Баку была подписано соглашение о совместной разработке и эксплуатации месторождений «Азери», «Чыраг» и «Гюнешли» Азербайджанской части Каспия. Соглашение, получившее название «Контракт Века», предусматривало предварительную эксплуатацию 510 млн. т (4 млрд. баррелей) нефти и 55 млрд. м^3 газа в течении 30 лет.

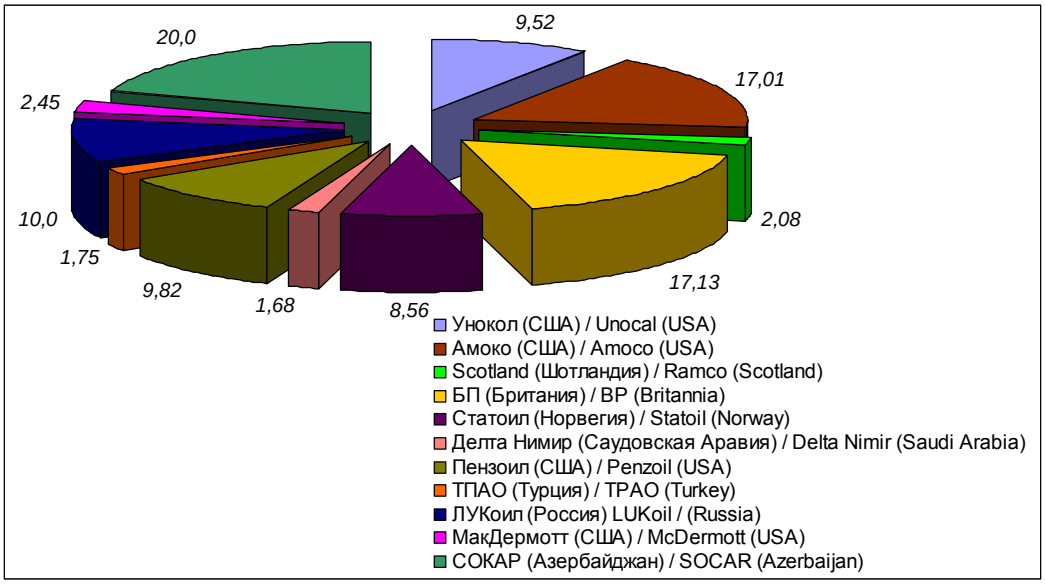


***Рис. 1.* Доля компаний, подписавших «Контракт Века» (в процентах)**
***Fig. 1.* Share of companies under the "Contract of the Century" (In percent)**

В настоящее время в республике для достижения устойчивого экономического развития наряду с «Контрактом Века», приняты и продолжают реализовываться ряд важных государственных документов. В их числе «Долгосрочная стратегия по управлению нефтегазовых прибылей», «Государственная Программа по развитию топливно-энергетического комплекса в АР» (2005-2015 гг.), «Государственная Программа по соци-

альному и экономическому развитию регионов АР» (2004-2008, 2009-2013 и 2014-2018 гг.) и др. документы.

Всего в Азербайджане обнаружено 71 нефтяных и газовых месторождений, из которых 54 эксплуатируются (в том числе 36 на суше, 18 – в море). 9 месторождений находятся на этапе открытия. С начала первой добычи нефти в Азербайджане было добыто и использовано 1,5 млрд. тонны нефти (с конденсатом) и свыше 480 млрд. кубометров природного газа [5]. По расчетам геологов, в одном только Азербайджанском секторе Каспийского моря запасы нефти достигают 4 млрд. тонны, а запасы природного газа – 800 млрд. кубометров [6].

Азербайджан с его огромными энергетическими ресурсами, расположенный между Европой и Азией, то есть в зоне, имеющей геополитическое значение, представляет большой интерес для ведущих стран мира и международных организаций. Устойчивое использование энергетических ресурсов и предоставление соответствующей безопасности является одним из основных приоритетов государственной политики Азербайджана. Иностранные инвесторы выражают заинтересованность в существовании больших запасов нефти и газа в стране и проявляют большой интерес к Азербайджану как одной из самых богатых стран с запасами нефти и газа.

Основной задачей в этом направлении является создание свободной среды для инвесторов, а также совершенствование существующей нормативно-юридической базы с целью расширения возможностей инвестиционного вложения в отрасли экономики и обеспечение наиболее благоприятных условий для этого процесса.

Анализ статистических данных показывает, что за 2004-2014 гг. ВВП Азербайджана вырос 6,9 раз, а ВВП на душу населения 6,1 раз.

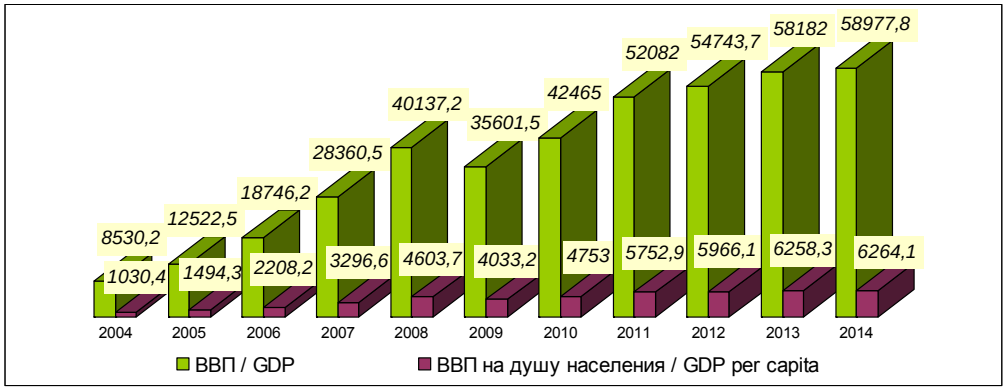


Рис. 2. **ВВП (в млн. манатах) и ВВП на душу населения (в манатах)**
Fig. 2. **GDP (mln. manat) and GDP per capita (manat)**

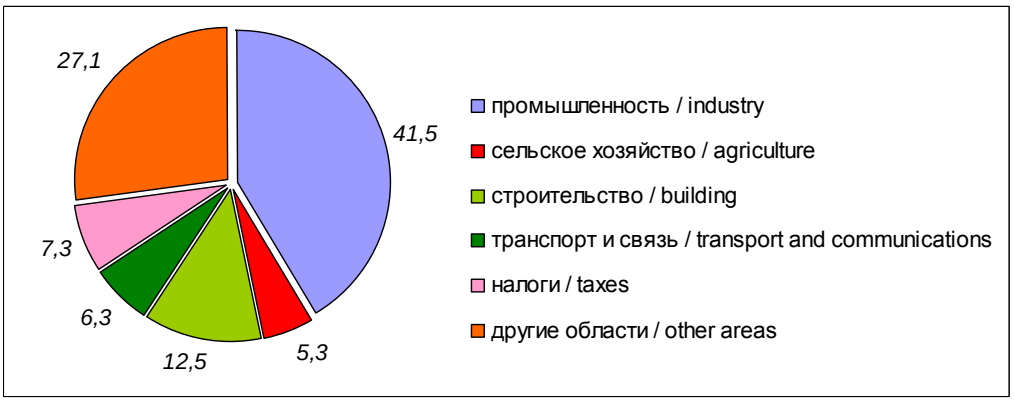


Рис. 3. **Структура ВВП в 2014 г., в процентах**
Fig. 3. **Structure of GDP in 2014, In percentage**

Как видно из рис. 2., тенденция снижения наблюдалась только в 2009 г. и 2014 г., что было связано с глобальным экономическим кризисом, наблюдавшимся в 2009 г. Кризис же 2014 г. был обусловлен резким падением цен на нефть на мировом рынке.

Ученые, занимающиеся вопросами устойчивого развития, выдвигают в своих исследованиях систему, включающую в себя множество элементов или подсистем, таких как страна, район, компания, предприниматель и др. Система представляется полной и основывается на взаимосвязь этих подсистем [7]. Устойчивая политика представляет систему целей и задач органов государственной власти, занимающихся управлением политического и экономического развития регионов, а также рассматривается в качестве механизма их реализации [8]. При определении устойчивой политики отдельного региона, следует учитывать не только его специфические особенности, но и основные направления проведенных на региональном уровне экономических реформ, совершенствование социальной и производственной инфраструктуры, а также проблемы эффективного природопользования.

Важной составляющей стратегию устойчивого развития Азербайджанской Республики является «Государственная программа социально-экономического развития регионов». Правительство нацелено в основном на достижение крупных инвестиционных вложений в ненефтяной сектор страны за счет прибылей, полученных от нефтяной отрасли и тем самым, обеспечить устойчивое развитие регионов. В этом отношении вышеуказанные программы, реализация которых призвана обеспечить устойчивое развитие, имеют очень большое значение для страны. Эти государственные документы способствовали повышению устойчивого развития ненефтяного сектора, повышению качества инфраструктуры социального обеспечения и улучшению предпринимательской среды.

Необходимость подготовки и реализации государственных программ по социально-экономическому развитию регионов обуславливается нижеследующими факторами: обеспечение устойчивого развития экономики на основе рационального использования природного и экономического потенциала; устранение значительных разниц, существующих между регионами по уровню экономического развития и обеспечение регионального равновесия; ускорение развития предпринимательства для повышения занятости и снижения уровня бедности; восстановление производственной деятельности старых предприятий и создание новых; создание необходимой инфраструктуры для развития регионов.

За 10 лет реализации государственной программы (2004-2014 гг.) инвестиции выросли в 14,6 раза. Рост вложений в ненефтяной сектор вырос в 12,9 раза. Финансовые вклады, сделанные за счет всех источников для развития регионов, составили 50,7 млрд. манатов. В стране было создано свыше 1,2 млн. новых рабочих мест, в том числе 900 тыс. постоянных. Было построено 55,6 тыс. новых предприятий. Около 80% созданных рабочих мест приходятся на регионы.

Вместе с вышеотмеченными достижениями, при экономическом развитии и планировании должна учитываться и совершенствоваться территориальная структура промышленности. Низкий уровень развития промышленности в регионах, за исключением Абшеронского экономико-географического района, во многом связан с нецелесообразным размещением предприятий. Из-за нерационального размещения промышленных предприятий, многие из них оказались отдаленными от местных источников сырья и основных центров потребления. В результате в большом объеме растут транспортные расходы, происходит потеря сырья и производимой продукции, затрудняется привлечение растущей рабочей силы в производственные отрасли.

При размещении промышленных предприятий в регионах количественные показатели должны учитываться на должном уровне. В этой связи, социально-экономические аспекты концепции устойчивого развития выходят на первый план.

Вместе с тем, наблюдается динамичный рост в машиностроении, металлургии, химии, производстве мебели, текстильной промышленности и в других производственных отраслях. Даже в условиях кризиса мировой экономики в ненефтяном секторе Азербайджана был зафиксирован рост. Создание в Сумгаите Технологического Парка, Парка Химической Промышленности, Промышленного Парка в Балаханы, Парка Высоких Технологий и др. должно ускорить обеспечение устойчивого развития ненефтя-

ного сектора и создание благоприятных условий для развития конкурентоспособного промышленного производства на основе высоких технологий, а также повысить занятость населения в промышленном секторе.

Реализованные экономические реформы позволили за относительно короткое время добиться макроэкономической стабильности в стране и повысить уровень жизни населения. С рациональным использованием природных ресурсов, имеющихся в регионах, повысился объем сельскохозяйственного производства, обеспечено динамичное развитие ненефтяных отраслей, в том числе перерабатывающего производства, сферы обслуживания, туризма, повысился уровень занятости и значительно снизилась миграция населения из регионов. В то же время, страна находится в начале стадии реализации экономических приоритетов концепции устойчивого развития. Нынешний этап мировой экономики обуславливает более тесное сотрудничество стран для успешной реализации поставленных задач по устойчивому развитию. Одновременно процессы, наблюдаемые в международной экономике, могут иметь негативные последствия для национальной экономики. В 2015 году национальная валюта Азербайджана (манат) дважды подвергся девальвации, которая негативно повлияла на экономику страны. В результате девальвации манат упал по отношению к доллару в 2 раза. В настоящее время ситуация постепенно стабилизируется. Необходимо подготовить и реализовать план устойчивой стратегии для предотвращения повторения подобных ситуаций в будущем.

Ожидается, что в предстоящие годы мировая торговля будет расти более высокими темпами, чем производство, вместе с глобализацией расширится и региональная интеграция [9]. При этом надо отметить, что обеспечение продовольственной безопасности является важной составляющей национальную безопасность страны и ее регионов. Надежное продовольственное обеспечение служит основным условием экономической стабильности и социальной устойчивости каждой страны и региона.

Главная цель обеспечения продовольственной безопасности – гарантированное и устойчивое снабжение перерабатывающих предприятий сырьем, а населения – продовольствием, не подверженное влиянию внешних и внутренних неблагоприятных воздействий. Важнейшие условия достижения продовольственной безопасности:

1) потенциальная физическая доступность продуктов питания для каждого человека, т.е. наличие их и предложение в достаточном количестве;

2) экономическая возможность приобретения продовольствия всеми социальными группами населения, в том числе и малоимущими (платежеспособность потребительского спроса);

3) потребление продуктов высокого качества в количестве, достаточном для рационального питания [10].

По данным FAO, продовольственная безопасность определяется 4 факторами: наличием продуктов питания, обеспеченностью каждого человека продуктами питания, использованием продуктов питания (роль наличия витаминов, имеющихся в продуктах питания на человеческий организм) и устойчивостью обеспечения продуктами питания. Продовольственная безопасность считается достигнутой, если производство продуктов питания удовлетворяет 80-85%, а имеющиеся ресурсы 20-25% спроса, а показатель калорийности на душу населения в питательном рационе превосходит 2400-2500. Азербайджан проводит целенаправленные меры по надежному обеспечению населения продуктами питания, также как крупномасштабные государственные программы, направленные на развитие аграрной отрасли, напрямую определяющей продовольственную безопасность. Важную роль при этом играют государственные программы по социально-экономическому развитию регионов.

В 2004-2014 гг. в республике улучшилось состояние самообеспеченности продуктами питания населения за счет развития растениеводства и животноводства. За последние 10 лет, объем сельскохозяйственного производства вырос в 1,5 раза, в том числе зерна в 43,9 раз, картофеля на 29,1%, овощей на 17,8%, бахчевых растений на 20,5%, фруктов и ягод на 49,1%, винограда в 2,4 раза.

Азербайджан считается страной, имеющей большой сельскохозяйственный потенциал. Последовательная политика, проводимая государством, позволит достичь двукратного и даже трехкратного роста в данной отрасли. Для ускорения поставлен-

ных задач в решении проблем по продовольственному обеспечению, проводятся нижеследующие меры, которые можно считать социально-экономическими аспектами устойчивого развития:

- достижение высокой производительности в сельском хозяйстве;
- интенсификация сельскохозяйственного производства и ослабление зависимости страны от импорта продуктов питания;
- повышение средств, направленных в аграрный сектор за счет целесообразного использования имеющихся ресурсов и финансовых возможностей;
- создание благоприятных условий для снижения из года в год зависимости страны от импорта продуктов питания и решения проблемы продовольственной безопасности;
- удовлетворение потребности населения до 80% в повседневных продуктах, производимые отечественными предпринимателями.

ВЫВОДЫ

1. При разработке стратегии развития регионов необходимо основываться на концепцию устойчивого развития, так как под этой концепцией понимается достижение целей и задач, поставленных для развития регионов в перспективе.

2. Нынешний уровень промышленности, являющейся ведущей отраслью экономики, значительно ниже природно-экономических возможностей регионов. Это противоречит требованиям процесса территориальной организации производства.

3. В Азербайджане аграрный сектор должен развиваться на основе государственного регулирования и концепции устойчивого развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морковкин Д.Е. Социально-экономические аспекты устойчивого развития экономики территорий // Вестник Московского университета имени С.Ю.Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2014, N1(7). С. 4-10.
2. Черданцев В.А., Робинсон Б.В. Современные концепции устойчивого развития // Вестник Новосибирский государственный университет экономики и управления. 2009. N2. С. 14-24.
3. Воссина А.Е., Кустикова М.А. Экологические, экономические и социальные аспекты функционирования отечественных градообразующих предприятий как фактор устойчивого развития территорий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2015, N1. С. 18-27.
4. Гурбанзаде А.А. XXI век: аграрно-промышленный кластерный фактор устойчивого развития. Баку: Кооперация, 2015, 216 с.
5. Государственная Программа Азербайджанской Республики по развитию топливно-энергетического комплекса (2005-2015 гг.). Баку: Закон, 14 февраля 2005 г.
6. Аббасов Дж.Р. Экономическая и социальная география Азербайджанской Республики. Баку: БГУ, 1998, 124 с.
7. Абдуллаев А.Г. Стабильное развитие в Азербайджане и социально-экологически-экономическая система // Роль антропогенного фактора в трансформации современных экогеографических условий Азербайджана. Баку: Европа, 2009, С. 600-606.
8. Имрани З.Т. Вложение инвестиции в отрасли хозяйства. География Азербайджанской Республики, II том. Экономическая, социальная и политическая география. Баку: Европа, 2015, С. 213-222.
9. Концепция развития «Азербайджан – 2020: взгляд в будущее». Баку: Закон, 29 декабря 2012.
10. Трошин А.С. Продовольственная безопасность – основа обеспечения национальной безопасности // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Экономика и финансы. 2004, N2. С. 252-254.

REFERENCE

1. Morkovkin D.E. Socio-economic aspects of sustainable economic development of regions. *Vestnik Moskovskoqo universiteta imeni S.Yu.Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravlenie* [Vestnik of Moscow Vitte University. Series 1: Economics and Management]. 2014, no. 1(7), pp. 4-10. (In Russian)
2. Cherdantsev V.A., Robinson B.V. The modern concepts of sustainable development. *Vestnik Novosibirskiy qosudarstvenniy universitet ekonomiki I upravneliya* [Vestnik of Novosibirsk State University of Economics and Management]. 2009, no. 2, pp. 14-24. (In Russian)
3. Vossina A.E., Kustikova M.A. Environmental, economic and social aspects of the domestic backbone enterprises' functioning as a factor of sustainable development at the territories. *Naucniy jurnal NIU ITMO. Seriya «Ekonomika i ekologicheskii menedzhment»* [Scientific Journal NRU ITMO. Series of "Economics

and Environmental Management"]. 2015, no. 1, pp. 18-27. (In Russian)

4. Gurbanzade A.A. *XXI vek: aqrarno-promishlenniy klasterniy factor ustoycivoqo razvitiya* [XXI century: the agro-industrial cluster factor of sustainable development]. Baku, Cooperation Publ., 2015, 216 p. (In Azerbaijan)

5. *Gosudarstvennaya Proqramma Azerbaydjanskoy Respubliki po razvitiyu toplivno-energeticeskoqo kompleksa (2005-2015 year.)* [State Program of Azerbaijan Republic on development of fuel and energy complex (2005-2015)]. Baku, Law Publ., 14 February 2005. (In Azerbaijan)

6. Abbasov J.R. *Ekonomiceskaya I socialnaya geografiya Azerbaydjanskoy Respubliki* [Economic and social geography of Azerbaijan Republic]. Baku, BGU Publ., 1998, 124 p. (In Azerbaijan)

7. Abdullayev A.G. *Stabilnoe razvitie v Azerbaydjane I socialno-ekologiceski-ekonomiceskaya sistema* [Stable development in Azerbaijan and socioecological-economic system]. *Rol antropogennoqo faktora v transformacii sovremennix ekogeograficeskix usloviy Azerbaydjana* [The role of human factor in the transformation of modern ecogeographical conditions in Azerbaijan]. Baku, Europe Publ., 2009, pp. 600-606. (In Azerbaijan)

8. Imran Z.T. *Vlojenie investicii v otrasli xozyaystva* [Investments in the sectors of the economy]. *Geografiya Azerbaydjanskoy Respubliki, II tom. Ekonomiceskaya, socialnaya I politiceskaya geografiya* [Geography of Azerbaijan Republic. Volume 2. Economic, social and political geography]. Baku, Europe Publ., 2015, pp. 213-222. (In Azerbaijan)

9. *Koncespciya razvitiya "Azerbaydjan – 2020: vzglyad v budushee"* [Conception of Development of "Azerbaijan–2020: A look into the future"]. Baku, Law Publ., 29 December, 2012. (In Azerbaijan)

10. Troshin A.S. Food security is the basis of national security. *Vestnik Nijnegorodskogo universiteta imeni N.I. Lobacevskoqo. Seriya: Ekonomika I finansi* [Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Economics and Finance]. 2004, no. 2, pp. 252-254. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Заур Т. Имрани* – кандидат географических наук, доцент отдела экономической и политической географии Азербайджана, Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, тел. +994(50)351-43-77, AZ1143, ул. Г. Джавида 115, Баку, Азербайджан, e-mail: zaur_imrani@mail.ru

Матанат Р. Мусаева – кандидат географических наук, кафедра экономической и социальной географии, Географический факультет Бакинского Государственного Университета, Баку, Азербайджан.

Критерии авторства

Заур Т. Имрани проанализировал данные, написал рукопись и несет ответственность за плагиат. Матанат Р. Мусаева собрала материалы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 22.01.2016
Принята в печать 03.03.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Zaur T. Imrani* – candidate of geographical sciences, associate professor at the Department of Economic and Political Geography of Azerbaijan. Institute of Geography after acad. H.A. Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences. Tel: +994(50)351-43-77, AZ1143, H. Javid st. 115, Baku, Azerbaijan, e-mail: zaur_imrani@mail.ru

Matanat R. Musayeva – candidate of geographical sciences, sub-department of Economic and Social Geography, Faculty of Geography, Baku State University, Baku, Azerbaijan.

Contribution

Zaur T. Imrani, analyzed the data, wrote the manuscript and responsible for avoiding the plagiarism. Matanat R. Musaeva collected material.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 22.01.2016
Accepted for publication 03.03.2016

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Экология животных/ Ecology of animals
Оригинальная статья / Original article
УДК 598.2 – 578.4
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-50-58

О РОЛИ ДИКИХ ПТИЦ В СОХРАНЕНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ ПТИЧЬЕГО ПАРАМИКСОВИРУСА СЕРОТИПА 1 (ВИРУС БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА) НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА, РОССИЯ

[1]Александра В. Глущенко*, [2]Ксения С. Юрченко, [3]Александр К. Юрлов, [4]Юрий Г. Юшков, [6,7]Михаил Ю. Щелканов, [1,5]Александр М. Шестопалов
[1]лаборатория экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия, rimmaaltai@rambler.ru
[2]лаборатория структурных основ патогенеза социально значимых заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия
[3]группа экологии птиц, Институт Систематики и экологии животных Сибирское отделение РАН, Новосибирск, Россия
[4]лаборатория болезней птиц, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, Новосибирск, Россия
[5]Новосибирский национальный исследовательский государственный Университет, Новосибирск, Россия
[6]кафедра современных методов диагностики и медицинских технологий, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
[7]Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

Резюме. ***Цель.*** Изучить экологическое разнообразие диких птиц на территории Сибири и Дальнего Востока, являющихся переносчиками вируса болезни Ньюкасла, который относится к потенциально опасным возбудителям заболевания для птицеводства. ***Методы.*** Биологический материал в виде клоакальных смывов и фрагментов кишечника от диких мигрирующих птиц был собран в период 2008-2014 гг. Вирус был наработан в аллантоисной полости развивающихся куриных эмбрионов. Наличие вируса определяли в реакции гемагглютинации, а первичную идентификацию вируса болезни Ньюкасла подтверждали методом ОТ-ПЦР. Патогенность полученных изолятов была определена в тестах ICPI и MDT. ***Результаты.*** Было собрано и исследовано 4443 проб, полученных от диких мигрирующих птиц 11 отрядов. Вирус болезни Ньюкасла выявлен у 40 птиц из четырех отрядов. Основную роль в циркуляции ВБН на территории Сибири и дальнего Востока играют представители семейства Утиных (*Anatidae*) отряда Гусеобразных (*Anseriformes*), а именно виды – чирок-свистунок *(Anas crecca)*, чирок-трескунок *(Anas querquedula)*, кряква *(Anas platyrhynchos)* и широконоска *(Anas clypeata)*. Все изоляты ВБН апатогены за исключением двух задепонированных штаммов. ***Заключение.*** Дикие мигрирующие птицы отрядов Гусеобразные (*Anseriformes*) и Ржанкообразные (*Charadriiformes*) являются носителями вируса болезни Ньюкасла и могут занести патогенные варианты вируса на территорию России.
Ключевые слова: вирус болезни Ньюкасла, дикие птицы, МЭБ – международное эпизоотическое бюро, патогенность, распространение, наблюдение.

Формат цитирования: Глущенко А.В., Юрченко К.С., Юрлов А.К., Юшков Ю.Г., Щелканов М.Ю., Шестопалов А.М. О роли диких птиц в сохранении и распространении птичьего парамиксовируса серотипа 1 (вирус болезни Ньюкасла) на территории Сибири и Дальнего Востока, Россия // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.50-58. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-50-58

THE ROLE OF WILD BIRDS IN PRESERVATION AND PREVALENCE OF AVIAN PARAMYXOVIRUS SEROTYPE 1 (NEWCASTLE DISEASE VIRUSES) IN SIBERIA AND THE FAR EAST, RUSSIA

[1]Alexandra V. Glushchenko*, [2]Kseniya S. Yurchenko, [3]Alexander K. Yurlov, [4]Yurii G. Yushkov, [6,7]Mikhail Yu. Shchelkanov, [1,5]Alexander M. Shestopalov

[1]Laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia, rimmaaltai@rambler.ru
[2]Laboratory of structural basesof the pathogenesis ofsocially significant diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia
[3]Research group of bird ecology Institute of systematic and ecology of animals SB RAS, Novosibirsk, Russia
[4] Laboratory of avian disease, Institute of experimental veterinary of Siberia and the Far East, Novosibirsk, Russia
[5]Novosibirsk state University, Novosibirsk, Russia
[6]Department of modern methods of diagnostics and medical technology, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia
[7]Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. The ***aim*** is to evaluate ecological diversity of wild birds in Siberia and the Russian Far East, which are carriers of Newcastle disease virus that belongs to potentially dangerous pathogen for poultry**.** ***Methods.*** Biological materials (cloacal swabs and intestinal fragments) of wild migratory birds were collected in 2008-2014. The viral isolates were propagated in the allantoic cavity of developing chicken embryos. The presence of virus was determined in hemagglutination tests and primary identification of Newcastle disease virus was confirmed by RT-PCR. Pathogenicity of the obtained isolates was determined in tests ICPI and MDT. ***Results.*** 4443 samples were obtained from wild migratory birds of 11 avian orders and were investigated. Newcastle disease virus was detected in 40 birds from 4 orders. The Duck family (*Anatidae*) of the Waterfowl order (*Anseriformes*) plays the leading role in the circulation of Newcastle disease virus in Siberia and the Far East.The main species among them - a teal (*Anas crecca*), a garganey (*Anas querquedula*), a mallard (*Anas platyrhynchos*) and a shoveler (*Anas clypeata*). All studied isolatesof Newcastle disease virus are apatogenic except for two deponated strains. ***Main conclusions.*** Wild migratory birds from orders *Anseriformes* and *Charadriiformes* are capable of carrying Newcastle diseasevirus and could transfer pathogenic variants of this virus to the Russian territory.

Keywords: Newcastle disease virus, wild birds, OIE - World Organisation for Animal Health, pathogenicity, prevalence, surveillance.

For citation: Glushchenko A.V., Yurchenko K.S., Yurlov A.K., Yushkov Yu.G., Shchelkanov M.Yu., Shestopalov A.M. The role of wild birds in preservation and prevalence of avian paramyxovirus serotype 1 (Newcastle disease viruses) in Siberia and the Far East, Russia. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 50-58. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-50-58

ВВЕДЕНИЕ

Болезнь Ньюкасла (БН) представляет широко распространенное по всему миру вирусное заболевание птиц. Для ряда стран болезнь считается эндемической и имеет серьезное экономическое значение. Возбудителем заболевания являются вирулентные штаммы птичьего парамиксовируса первого серотипа (ППМВ-1), известные также под названием вирус болезни Ньюкасла (ВБН). Вирус принадлежит к семейству парамиксовирусов (*Paramyxoviridae*), роду *Avulavirus* [1]. Естественным резервуаром ВБН являются дикие птицы-вирус выделен от птиц всех возрастных категорий среди более 240 видов из 27 отрядов [2]. ВБН считается условно патогенным для человека – инфекция может поразить человека через слизистую оболочку глаза и протекает с признаками простуды, вызывая легкую форму лихорадки [3].

Свое название болезнь Ньюкасла получила в 1927 году после первой зарегистрированной в Европе вспышки болезни в окрестностях города Ньюкасл-апон-Тайн в Англии [4]. Согласно положениям кодекса здоровья наземных животных под редакцией Международного Эпизоотического Бюро

(МЭБ) 2012 г, современное определение болезни Ньюкасла подразумевает инфекцию домашней птицы, вызываемую любым птичьим парамиксовируса первого серотипа с индексом интрацеребральной патогенности (ICPI) у однодневных цыплят выше 0,7 и/или наличием в аминокислотной последовательности сайта расщепления белка слияния (F-белок) на С-конце не менее трех основных аминокислот (аргинина или лизина), начиная с позиции 113, в сочетании с фенилаланином в позиции 117 [6, 7].

Несмотря на многочисленные программы профилактики и борьбы с болезнью, БН остается одной из самых значимых инфекций в мире среди домашней птицы. В настоящее время в России заболевание относится к контролируемым инфекциям в промышленных птицеводческих хозяйствах. В частных хозяйствах, зачастую, птиц не вакцинируют, поэтому болезнь Ньюкасла представляет потенциальную угрозу для птицеводческих хозяйств. Кроме того высокая эпизоотологическая опасность заболевания связана с возможным распространением возбудителя болезни с птицеводческой продукцией не только между странами, но и между континентами [2].

Экономический ущерб от БН значительный ввиду высокой заболеваемости непривитой птицы (среди цыплят до 100 %) и высокой смертности (до 90%). Кроме того, переболевшие цыплята плохо растут, отмечается снижение яйценоскости и ухудшение качества яиц. Увеличение затрат в птицеводстве связано с проведением жестких карантинных мероприятий и уничтожением больной и подозрительной по заболеванию птицы [7].

На сегодняшний день мониторинг циркуляции вируса болезни Ньюкасла среди дикой птицы не проводится ни в одной стране. Вместе с тем, миграции диких птиц на длительные расстояния могут способствовать распространению вируса среди разных видов, особенно в регионах, пролегающих на путях сезонных миграций, а также приводить к потенциальной возможности передачи вируса от дикой птицы к домашней. На территории России проходят маршруты миграции диких птиц, среди которых пролетные пути (Восточно-Африканский-Западно-Азиатский, Центрально-Азиатский, Восточно-Азиатско-Австралийский), связывающие регионы Сибири и Дальнего Востока с территорией Китая, Центральной, Юго-Восточной Азией [8].

Поэтому цель настоящей работы заключалась в изучении разнообразия вируса болезни Ньюкасла, циркулирующего у диких перелетных птиц на территории Сибири и Дальнего Востока, и определения видовую принадлежность птиц, вовлеченных в поддержание циркуляции ВБН в природе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор полевого материала. Сбор биологического материала осуществляли в рамках проведения мониторинга вируса птичьего гриппа в пределах миграционных маршрутов диких птиц на территории Сибири и Дальнего Востока. Птицы отлавливались общепринятыми методами с помощью паутинных сетей, а также учитывались во время сезонной спортивной охоты в осенние периоды 2008-2014 годов.

В качестве материала для исследований у диких птиц брали клоакальные смывы и фрагменты кишечника, которые собирались в 2мл пробирки с 0,8 мл фосфатно-солевым буфером (ФСБ) и глицерином в соотношении 1:1, содержащими антибиотики (пенициллин 40,000 ед/мл, стрептомицин 20 мг/мл, канамицин 20 мг/мл). Для дальнейшего исследования биологический материал замораживали в жидком азоте при -196°С [9].

Изоляция вируса. Все работы с собранным биологическим материалом были проведены в лабораториях 2-го уровня биологической безопасности (biosafety level-2). Выделение вируса проводили по стандартной методике путем инокуляции в аллантоисную полость 10-дневных развивающихся куриных эмбрионов (РКЭ) в соответствии со стандартными процедурами из рекомендаций ВОЗ [9]. Вирус-содержащая аллантоисная жидкость была предварительно очищена через последовательные пористые фильтры 0,45 мкм и 0,2 мкм и хранилась при -80°С.

Наличие вируса болезни Ньюкасла в аллантоисной жидкости определяли с помощью реакции гемагглютинации (РГА) и методом ОТ-ПЦР в реальном времени со специфическими праймерами [10].

Патогенность изолятов вируса болезни Ньюкасла определяли при помощи интрацеребрального теста (ICPI) на суточных цып-

лятах и методом определения среднего времени смерти (MDT) 10-ти дневных РКЭ согласно стандартным лабораторным методикам, описанным в рекомендациях Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) [5]. Оценка результатов методов проводилась по стандартной методике, рекомендованной МЭБ, согласно которой вирусные изоляты с индексом близким к 2 считаются высоко патогенными для цыплят, а с индексом близким к 0 считаются апатогенными. Результаты теста MDT оцениваются по времени, в течение которого исследуемые вирусы приводят к смерти эмбрионов. Изоляты, не приводящие к смерти эмбрионов в течение 90 часов и более, считались авирулентными [6].

ОТ-ПЦР. Вирусная РНК была выделена из вирус-содержащей аллантоисной жидкости. Первичная идентификация изолированного вируса болезни Ньюкасла осуществлялась методом ОТ-ПЦР с детекцией результатов в закрытой пробирке в режиме реального времени с использованием праймеров и зонда, специфичных к консервативным участкам М-гена вируса болезни Ньюкасла, согласно [11].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В рамках мониторинга вируса гриппа за период с 2008 по 2014 год были собраны клоакальные смывы, фрагменты кишечника от 4443 диких птиц на территории Сибири и Дальнего Востока (табл.1). Из обследованного биологического материала вирус болезни Ньюкасла был выделен от птиц на территории семи административных регионов РФ: Алтайский край, Новосибирская область (Западная Сибирь), Республика Тыва (Восточная Сибирь) и (Амурская область, Камчатский край, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область (Дальний Восток).

Таблица 1

Таксономическая характеристика и количество исследованных диких птиц

Table 1

Overview of orders and number of studied wild birds

Отряд Order	**Количество образцов** Number of samples	**Доля от общего количества (%)** Part of the total in %
Anseriformes	2848	64
Podicipediformes	105	2,4
Gaviiformes	2	0,04
Charadriiformes	556	12,5
Passeriformes	629	14,1
Columbiformes	212	4,8
Ciconiiformes	18	0,4
Gruiformes	34	0.8
Falconiformes	24	0,5
Strigiformes	11	0,2
Galliformes	4	0,09
Всего образцов Total number of samples	4443	

Как видно из таблицы 1, птицы, обследованные на наличие вирусов, принадлежат к 11 отрядам. Наибольшее количество проб было собрано от птиц, принадлежащих к трем отрядам – Гусеобразные (*Anseriformes*), Воробьинообразные (*Passeriformes*)и Ржанкообразные (*Charadriiformes*), которые являются дальними мигрантами и способны переносить вирусы на большие расстояния. Соотношение представителей перечисленных отрядов от общего числа составило 64,0%, 14,1%, и 12,5%, соответ-

ственно. Наиболее редко встречались представители отрядов Гагарообразные (*Gaviiformes*) (0,04%) и Курообразные (*Galliformes*) (0,09%).

При проведении вирусологических исследований в 40 пробах от диких птиц (0,9% от общего числа исследованных проб) были обнаружены и выделены на развивающихся куриных эмбрионах изоляты вируса болезни Ньюкасла (табл. 2).

Таблица 2

Видовая принадлежность диких птиц, от которых были выделены изоляты вируса болезни Ньюкасла

Table 2

Overview of speciesof wild birds sampled for Newcastle disease virus isolates

Отряд птиц Bird order	**Вид птиц** Bird species	**Число** Number	**Место сбора проб** Sampling location
2008			
Anseriformes	*Anas querquedula*	3	Алтайский край, Новосибирская обл./ Altai Territory, Novosibirsk region
	Anas strepera	1	Алтайский край/ Altai Territory
	Anas platyrhynchos	1	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
	Anas clypeata	2	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
Passeriformes	*Locustella certhiola*	1	Амурская обл./ Amur region
2009			
Anseriformes	*Anas querquedula*	1	Алтайский край/ Altai Territory
	Anas platyrhynchos	3	Амурская обл., Новосибирская обл., Республика Саха/ Amur region, Novosibirsk region, Republic of Sakha
	Anas clypeata	1	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
	Anas crecca	3	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
	Mergus merganser	1	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
Charadriiformes	*Larus canus*	1	Камчатская обл./ Kamchatka Territory
	Larus schistisagus	1	Камчатская обл./ Kamchatka Territory
2010			
Anseriformes	*Anas platyrhynchos*	1	Алтайский край/ Altai Territory
	Anas formosa	1	Амурская обл./ Amur region
	Anas crecca	5	Новосибирская обл., Сахалинская обл./ Novosibirsk region, Sakhalin region
	Anas querquedula	2	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
	Anas clypeata	2	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
	Anas strepera	1	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
	Anas acuta	2	Сахалинская обл./ Sakhalin region
	Anas penelope	1	Сахалинская обл./ Sakhalin region
Columbiformes	*Columba livia*	1	Алтайский край/ Altai Territory
	Streptopelia orientalis	1	Амурская обл. / Amur region
2011			
Anseriformes	*Anas platyrhynchos*	1	Республика Саха/ Republic of Sakha
Columbiformes	*Columba livia*	1	Алтайский край/ Altai Territory
2014			
Anseriformes	*Anas querquedula*	1	Новосибирская обл./ Novosibirsk region
Charadriiformes	*Larus canuslinnaeus*	1	Республика Тыва/ Republic of Tuva

Птицы, от которых были выделены ВБН, принадлежали 14 видам. Идентификацию полученных изолятов ВБН проводили на основе серологических тестов (реакция гемагглютиниции, реакция торможения гемагглютинации) и молекулярных методов (ОТ-ПЦР). Как представлено в таблице 2, наибольшее количество изолятов ВБН было

выделено от следующих видов – чирок-свистунок *(Anas crecca)*, чирок-трескунок *(Anas querquedula)*, кряква *(Anas platyrhynchos)* и широконоска *(Anas clypeata)* – соответственно 22,0%, 17,1%, 14,6% и 12,2% изолятов вируса болезни Ньюкасла было выделено от перечисленных видов диких мигрирующих птиц. В общей сложности, 34 изолята ВБН (82,9%) были выделены от представителей семейства Утиных (*Anatidae*), принадлежащих отряду Гусеобразных (*Anseriformes*).

В отдельных случаях отмечено проявление легких клинических признаков заболевания наряду со сравнительно высокой смертностью инфицированной птицы, что отражает значительную вариабельность вирулентности штаммов вируса болезни Ньюкасла. Течение заболевания после инфицирования ВБН даже с низкой вирулентностью зависит от различных условий, как, например, видовая принадлежность инфицированной птицы, ее возраст, условия окружающей среды и иммунный статус носителя, что в итоге может приводить как к легкой, так и тяжелой форме заболевания.

Следовательно, важной характеристикой для изоляов вируса болезни Ньюкасла является определение их патогенных свойств. Патотип определяется после выделения вируса с помощью стандартных тестов патогенности - среднего времени смерти (MDT) и интрацеребрального индекса патогенности (ICPI). Исследования по изучению патогенных свойств выделенных изолятов в тестах MDT и ICPI показали, что все изоляты ВБН являются не патогенными (MDT>100 ч, ICPI=0,0), за исключением двух штаммов – NDV/Altai/pigeon/770/2011 (GenBank accession no.KJ920204) [12] и NDV/Yakutiya/mallard/852/2011 (GenBank accession no.KJ920203) [13] (табл.3). ШтаммNDV/Altai/pigeon/770/2011 в разведении 10^{-7} привел к 100% летальности 10-ти дневные РКЭ через 76 часов после инфицирования, однако индекс ICPIсоставил 0,68. Штамму NDV/Yakutiya/mallard/852/2011 потребовалось более 90 часов, чтобы при разведении 10^{-6} привести к 100% летальности РКЭ, при этом индекс ICPI достиг 1.04. Тесты показали принадлежность штаммов к мезогенному патотипу (MDT=76ч для NDV/Altai/pigeon/770/2011 индекс ICPI=1.04 для NDV/Yakutiya/mallard/852/2011). Для этих двух штаммов была получена аминокислотная последовательность сайта протеолитического расщепления белка слияния F, анализ которой подтвердил принадлежность NDV/Altai/pigeon/770/2011 к вирулентной группе штаммов. Последовательность сайта протеолитического расщепления относит NDV/Yakutiya/mallard/852/2011 к лентогенной группе.

Таблица 3

Характеристика патогенности штаммов ВБН

Table 3

Pathogenic characteristics of NDV strains

Штамм / Strain	**Вид** / Species	MDT, ч	ICPI	**Сайт расщепления F-белка** F-protein cleavage site
NDV/Altai/pigeon/770/2011	*Columba livia*	76 ч	0,68	112-KR-Q-KRF-117
NDV/Yakutiya/mallard/852/2011	*Anas platyrhynchos*	116 ч	1,04	112-GK-Q-GRL-117

Полученные нами результаты мониторинга вируса болезни Ньюкасла у диких птиц, обитающих на территории Сибири и Дальнего Востока показали наличие циркуляции ВБН у птиц отряда Гусеобразные (*Anseriformes*) и Ржанкообразные (*Charadriiformes*). Кроме этого были обнаружены изоляты вируса болезни Ньюкасла у одного представителя отряда Воробьинообразные (*Passeriformes*) и нескольких изолятов среди представителей Голубеобразных (*Columbiformes*). Учитывая, что практически все виды птиц, от которых получены изоляты вируса, являются дальними мигрантами, можно предположить, что возможен занос новых, в том числе и высокопатогенных

форм вируса болезни Ньюкасла на территорию Азиатской части России во время сезонных миграций (осень, весна). Анализ миграционных путей исследованных видов птиц показал, что в основном они прилетают с территории Китая, Индии и стран Юго-Восточной Азии, а также Ближнего Востока, Западной Европы и Африки [14, 15]. По данным международного эпизоотического бюро, только за последние 5 лет наблюдались случаи болезни Ньюкасла у домашних птиц более чем в 25 странах мира [16].

Учитывая высокую плотность домашних птиц в этих странах и возможность контакта между дикими и домашними птицами существует высокая вероятность заноса данного патогена на территорию России. На сегодняшний день роль диких птиц в распространении вируса болезни Ньюкасла недостаточно изучена, и мы считаем, что она серьезно недооценена.

Если для защиты от вируса болезни Ньюкасла в крупных птицеводческих хозяйствах используют противовирусные вакцины (B1, LaSota, V4, V4-HR) и проводятся необходимые противоэпизоотические мероприятия, то домашние птицы, которые содержатся в небольших хозяйствах и личных подворьях, остаются незащищенными и могут явиться источником распространения данного патогена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами показано, что дикие птицы отрядов Гусеобразные (*Anseriformes*) и Ржанкообразные (*Charadriiformes*) являются носителями вируса болезни Ньюкасла и могут занести патогенные варианты этого вируса на территорию России. Данный факт указывает на необходимость проведения мониторинга вируса болезни Ньюкасла у диких птиц и учета полученной информации при планировании и проведении противоэпизоотических мероприятий.

Благодарности: 1. Авторы выражают благодарность сотрудникам Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Городову В.С., Итэсь Ю.В., Леонову С.В., Толстых Н.А. за совместную работу.
2. Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках федеральной целевой программы (проект # RFMEFI61315X0045).

Acknowledgements 1. Authors are sincerely grateful to colleagues of Institute of experimental veterinary of Siberia and The Far East for working in collaboration with Gorodov V.S., Ites Yu.V., Leonov S.V., Tolstyh N.A.
2. The study is supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project # RFMEFI61315X0045).

REFERENCES

1. Mayo M.A. A summary of taxonomic changes recently approved by ICTV. *Arch. Virol.* 2002. Vol.147. P.1655–1633. doi: 10.1007/s007050200039
2. Alexander D.J., Senne D.A. Newcastle disease, other avian paramyxoviruses, and pneumovirus infections. In Saif Y.M., Barnes H.J., Glisson J.R., Fadly A.M., Mc Dougald L.R., Swayne D.E. (Eds.). Diseases of Poultry 12th edn - Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2008. P.74-115.
3. Alexander D.J. Newcastle disease and other avian Paramyxoviridae infections. Diseases of poultry. Ed. by B. W. Calneck. Ames; IA. 1997. P. 541–569.
4. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. Infectious diseases of wild birds. 1st edn. Iowa, USA: Wiley-Blackwell Publishing. 2007. p. 496.
5. Grimes S.E. A Basic Laboratory Manual for the Small Scale Production and Testing of I-2 Newcastle Disease Vaccine. Food and Agricultural Organization (FAO), Animal Production and Health Commission for Asia and the Pacific (APHCA). 2002.
6. Miller P.J., Decanini E.L., Afonso C.L. Newcastle disease: Evolution of genotypes and the related diagnostic challenges. *Infect. Genet. Evol.* 2010. Vol. 10. (1). P. 26-35. doi: 10.1016/j.meegid.2009.09.012
7. OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 7th ed. Paris, France: Office International des Epizooties, 2012. p.19.
8. Boere G.C., Stroud D.A. The flyway concept: what it is and what it isn't. *In:* G.C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud (eds). Waterbirds around the world. The Stationery Office, Edinburgh, UK. 2006. P. 40-47.
9. The National Training Course on Animal Influenza Diagnosis and Surveillance. 2001. Text. Harbin, China (May 20–26, 2001). Harbin. P. 79.

10. Mia Kim L., Suarez D.L., Afonso C.L. Detection of a broad range of class I and II Newcastle disease viruses using a multiplex real-time reverse transcription polymerase chain reaction assay. J. Vet Diagn Invest. 2008. Vol. 20(4). P. 414–425.
11. Miller P.J. Decanini E.L., Afonso C.L. Newcastle disease: evolution of genotypes and the related diagnostic challenges. Infect. Genet. Evol. 2010. Vol. 10 (1). P. 26-35.
12. Yurchenko K.S., Sivay M.V., Glushchenko A.V., Alkhovsky S.V., Shchetinin A.M., Shchelkanov M.Y., Shestopalov A.M. Complete Genome Sequence of a Newcastle Disease Virus Isolated from a Rock Dove (Columba livia) in the Russian Federation. *Genome Announ.* 2015. Vol. 3(1). pii: e01514-14. doi:10.1128/genomeA.01514-14. Available at: https://www.researchgate.net/journal/2169-8287_Genome_Announcements). (accessed 27.12.2015)
13. Yurchenko K.S., Sobolev I.A., Glushchenko A.V., Shestopalov A.M. Complete Genome Sequence of Genotype Ib Newcastle Disease Virus Isolated from a Mallard (Anas platyrhynchos) in Russia. *Genome Announ.* 2015. Vol. 3(6). pii: e01414-15. doi: 10.1128/genomeA.01414-15. Available at: https://www.researchgate.net/journal/2169-8287_Genome_Announcements). (accessed 27.12.2015)
14. Galbraith C.A., Jones T., Kirby J., Mundkur T. A. Review of Migratory Bird Flyways and Priorities for Management. Bonn, Germany: UNEP/CMS Secretariat. 2014. 164 p.
15. Veen, J., AS.K. Yurlov, S. Delany, A.I. Mihantiev, M.A. Selivanova & G.C. Boere. An atlas of movements of Southwest Siberian waterbirds. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands. 2005. 60 p.
16. Official site of OIE - World Organisation for Animal Health. Available at: http://www.oie.int/. (accessed 27.12.2015)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Александра В. Глущенко* – младший научный сотрудник лаборатории экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, ул. Тимакова, 2, Новосибирск, 630060 Россия, e-mail: rimmaaltai@rambler.ru

Ксения С. Юрченко – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории структурных основ патогенеза социально значимых заболеваний, Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирск, Россия.

Александр К. Юрлов – к.б.н., ведущий научный сотрудник, руководитель группы экологии птиц, Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия.

Юрий Г. Юшков – д.с.-х.н., старший научный сотрудник, заведующий лабораторией болезней птиц, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, Новосибирск, Россия.

Михаил М. Щелканов - профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры Дальневосточного федерального университета, Владивосток, Россия.

Александр М. Шестопалов – профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний, Научно-

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Alexandra V. Glushchenko* – Junior researcher of the laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, 2 Timakova St. Novosibirsk, 630060 Russia, e-mail: rimmaaltai@rambler.ru

Kseniya S. Yurchenko – PhD student, Junior researcher of laboratory of structural bases of the pathogenesis of socially significant diseases, Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, Russia.

Alexander K. Yurlov – PhD in Biological sciences, Leading researcher, Head of the research group of bird ecology, Institute of systematic and ecology of animals SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Yuri G. Yushkov – Doctor of agricultural sciences, Senior researcher, Head of laboratory of avian disease, Institute of experimental veterinary of Siberia and the Far East, Novosibirsk, Russia.

Mikhail Yu. Shchelkanov- professor, Doctor of biological sciences, professor of the department of Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.

Alexander M. Shestopalov – professor, Doctor of biological sciences, Head of the laboratory of experimental modeling and pathogenesis of infectious diseases, Research Institute of Experimental and

исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины, Новосибирский национальный исследовательский государственный Университет, Новосибирск, Россия.

Clinical Medicine, Novosibirsk state University, Novosibirsk, Russia.

Критерии авторства

Александра В. Глущенко собирала биологический материал, проводила наработку изолятов вируса, совместно с Ксенией С. Юрченко вели вирусологические работы по выявлению изолятов вируса болезни Ньюкасла, проводили постановку тестов ICPI и MDT, анализировали полученные данные. Александр К. Юрлов, Юрий Г. Юшков, Михаил М. Щелканов и Александр М. Шестопалов корректировали рукопись до подачи в редакцию. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе. Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.

Contribution

Alexandra V. Glushchenko collected biological material, carried out propagation of viral isolates, together with Kseniya S. Yurchenko carried out viral studies for detection of Newcastle disease virus isolates, did ICPI and MDT assays, analyzed the obtaineddata. Alexander K. Yurlov, Yuri G. Yushkov, Mikhail Yu. Shchelkanov and Alexander M. Shestopalov corrected the manuscript prior to submission to the editor. All authors have been equally involved in this research. Authors are equally responsible for the manuscript and for avoiding the plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 28.12.2015
Принята в печать 10.02.2016

Received 28.12.2015
Accepted for publication 10.02.2016

Экология животных / Ecology of animals
Оригинальная статья / Original article
УДК 576.895.421 (470.630)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-59-69

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ РОДА HYALOMMA В ЭКОСИСТЕМАХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

[1]Владимир И. Трухачев, [2]Юрий.М. Тохов, [1]Светлана Н. Луцук,
[3]Александр А. Дылев, [1]Василий П. Толоконников, [1]Юлия В. Дьяченко*
[1]кафедра паразитологии, ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии
имени профессора С.Н. Никольского,
Ставропольский государственный аграрный университет,
Ставрополь, Россия, ydiash@mail.ru
[2]лаборатория медицинской паразитологии, Ставропольский
научно-исследовательский противочумный
институт Роспотребнадзора, Ставрополь, Россия
[3]территориальный отдел Шпаковского района Управления Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав потребителей и
благополучия человека по Ставропольскому краю, Ставрополь, Россия

Резюме. ***Цель:*** выявление особенностей современного распространения, распределения, сезонной активности иксодовых клещей рода *Hyalomma* на территории Ставропольского края. ***Методы.*** Изучение распространения иксодовых клещей рода *Hyalomma* проводили во всех административных районах Ставропольского края в 2000-2015 гг. Сбор иксодовых клещей в природных биотопах, на домашних, диких млекопитающих, и птицах проводили по общепринятым методикам. ***Результаты.*** *Hyalomma marginatum* является двуххозяинным клещом. Активизация имаго *H. marginatum* в крае наблюдается ранней весной, в третьей декаде марта - начале апреля, появление личинок – в начале июля, нимф – в третьей декаде июля. Особенностью биологического развития *H. scupense* является активизация имаго в холодное время года (зимой); развитие идет только по однохозяинному циклу. Пик численности имаго на крупном рогатом скоте приходится на последние числа января-февраль. ***Заключение.*** Иксодовые клещи рода *Hyalomma* на территории Ставропольского края распределены мозаично, с доминированием некоторых видов в зависимости от погодно-климатических и ландшафтно-географических особенностей тех территорий, которые они населяют. Доминирующими видами являются *H. marginatum* и *H. scupense*, а клещи вида *H. anatolicum* встречаются эпизодически на востоке края.
Ключевые слова: иксодовые клещи, род *Hyalomma,* распространение, абиотические факторы, Ставропольский край, ландшафтно-географические особенности

Формат цитирования: Трухачев В.И., Тохов Ю.М., Луцук С.Н., Дылев А.А., Толоконников В.П., Дьяченко Ю.В. Распространение и экологическая характеристика иксодовых клещей рода Hyalomma в экосистемах Ставропольского края // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.59-69. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-59-69

DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HYALOMMA IXODID TICKS IN THE ECOSYSTEMS OF THE STAVROPOL REGION

[1]Vladimir I. Trukhachev, [2]Yuriy M. Tokhov, [1]Svetlana N. Lutsuk,
[3]Alexander A. Dylev, [1]Vasilii P. Tolokonnikov, [1]Yulia V. Dyachenko*
[1] S.N. Nikolsky sub-department of Parasitology, Veterinary Sanitary Inspection,
Anatomy and Pathological Anatomy, Stavropol State Agrarian University,
Stavropol, Russia, ydiash@mail.ru
[2] Laboratory of Medical Parasitology, Stavropol Research Institute for Plague Control,
Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and
Human Wellbeing, Stavropol, Russia

[3] *Territorial department of the Shpakovsky district of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Stavropol region, Stavropol, Russia*

Abstract. ***Aim.*** To determine the characteristics of the modern dissemination, distribution and seasonal activity of *Hyalomma* ixodid ticks in the Stavropol region. ***Methods.*** The study of the spread of *Ixodes Hyalomma* ticks was conducted in all administrative districts of the Stavropol Territory in the period of 2000-2015. Collection of ixodid ticks in natural habitats, home to wild mammals and birds, was carried out according to conventional techniques. ***Results.*** *Hyalomma marginatum* is a two-host tick. In the region, H. marginatum of an adult stage becomes active in early spring (late March - early April); appearance of the larvae is observed in early July; the nymphs in the third decade of July. The peculiarity of biological development of *H. scupense* is the activation of adult species in the cold season (winter); development is only of one-host cycle. The peak number of ticks of an adult stage in cattle falls on the last days of January and February. ***Conclusion.*** *Hyalomma* ixodid ticks in the Stavropol region are distributed mosaicly, with the dominance of some species depending on climatic and landscape-geographical features of the territories they inhabit. The dominant species are *H. marginatum* and *H. scupense*, but *H. anatolicum* tick species occur sporadically in the east region.
Keywords: ixodid ticks, Hyalomma genus, distribution, abiotic factors, Stavropol Region, landscape and geographical features

For citation: Trukhachev V.I., Tokhov Yu.M., Lutsuk S.N., Dylev A.A., Tolokonnikov V.P., Dyachenko Yu.V. Distribution and ecological characteristics of Hyalomma ixodid ticks in the ecosystems of the Stavropol region. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 59-69. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-59-69

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что роль иксодовых клещей в экосистемах незначительна (они не являются пищевыми компонентами для других животных, не являются опылителями растений, не являются серьезным фактором регуляции численности млекопитающих и птиц), данная группа членистоногих имеет огромное эпидемиологическое и эпизоотическое значение. По данным ряда авторов, [1-5], особая роль принадлежит клещам рода *Hyalomma*, являющихся одним из основных векторов сохранения и передачи вируса Конго-Крымской геморрагической лихорадки (ККГЛ) в территориальных пределах Российской Федерации.

В результате климатических изменений, под влиянием ряда антропогенных факторов происходят изменения эпидемиологии инфекций, передающихся человеку иксодовыми клещами. Это определяется, в частности, расширением ареала обитания переносчиков, увеличением их численности. Данные факты и определили **цель** наших исследований: определение особенностей современного распространения, распределения, паразито-хозяинных отношений, сезонной активности иксодовых клещей рода *Hyalomma* на территории Ставропольского края.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение распространения иксодовых клещей рода *Hyalomma* проводили во всех административных районах Ставропольского края в 2000-2015 гг. Сбор иксодовых клещей в природных биотопах, на домашних, диких млекопитающих, и птицах проводили по общепринятым методикам [5-7]. Видовой состав клещей определяли, пользуясь пособием под общей редакцией академика Е.Н. Павловского и пособием Померанцева Б.И. [8, 9]. Для анализа эколого-фаунистических данных пользовались показателями, предложенными В.Н. Беклемишевым [2]. В общем на наличие иксодовых клещей подвергнуто осмотру 174157 биологических объектов, из них: крупного рогатого скота – 131839, мелкого рогатого скота – 24146, лошадей – 584, мелких мышевидных грызунов – 8995, плотоядных животных – 814, птиц – 520, зайцев – 32, ежей - 22, а также 7205 человек, обращавшихся в лечебные учреждения региона по поводу нападения на них иксодовых клещей. Определена видовая принадлежность 88524 экземпляров клещей на разных стадиях развития (имаго, личинки и нимфы). Пройдено 1025,5 флаго/км, затрачено 2051

флаго/часов учета на маршрутах. Видовую диагностику иксодовых клещей проводили на базе ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора и кафедры паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии имени профессора С.Н. Никольского ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Ставропольском крае, по нашим данным, род *Hyalomma* представлен тремя видами: *H. marginatum marginatum* Koch, 1844, *H. scupense* Schulze, 1918*, H. anatolicum* Koch, 1844. Эти виды клещей не равномерно расселены по территории края и находятся в прямой зависимости от климатических условий местности. Территория Ставрополья включает четыре климатических зоны: крайне засушливая, засушливая, зона неустойчивого увлажнения, зона неустойчивого и достаточного увлажнения.

В ходе проведенных исследований нам удалось установить, что в крайне засушливой зоне преобладают клещи следующих видов: *H. marginatum marginatum*, и *H. scupense*, а клещи *H. anatolicum*, представлены единичными экземплярами.

Доминирующими видами рода *Hyalomma* в засушливой зоне являются клещи *H. marginatum* и *H. scupense.* Клещи упомянутых видов широко распространены они встречаются в большей части районов края; местами многочисленны. Клещей вида *H. anatolicum* на животных обнаруживали только единичные экземпляры. Можно предположить, что это связано с заносом их прокормителями из соседствующей крайне засушливой зоны. В зоне неустойчивого увлажнения обитают *H. marginatum, H. scupense*. Доминирующим видом является *H. marginatum,* который встречается на степных участках, использующихся под пастбища и граничащих с районами, где данный вид широко распространен.

В результате проведенных эпизоотологических обследований в зоне неустойчивого и достаточного увлажнения установлены единичные находки клеща вида *H. marginatum*: вероятнее всего, имели место случаи заноса их на прокормителях из районов, где он имеет широкое распространение.

Более подробно нами были изучены экологические свойства двух видов клещей рода *Hyalomma: H. marginatum*, и *H. scupense,* т.к. эти виды широко распространены и имеют наибольшее эпидемическое и эпизоотическое значение для Центрального Предкавказья.

Hyalomma scupense. Клещи вида *Hyalomma scupense* являются самым распространенными среди иксодид на территории Ставропольского края. Высокая их численность зарегистрирована, прежде всего, в полупустынной и степной ландшафтных провинциях. Однако отметим, что вышеупомянутый вид обитает не только в данных зонах, он также характерен для предгорной провинции степей и лесостепей, провинции лесостепных ландшафтов Ставропольского края.

Согласно наших обследований, клещи этого вида встречаются во всех районах края, кроме городов региона Кавказских Минеральных Вод.

Особенностью биологического развития *H. scupense* является активизация имагинальной стадии в холодное время года (зимой). Развитие *Hyalomma scupense* идет только по однохозяинному циклу. Напитавшиеся самки покидают прокормителей в период с конца марта до начала апреля, редко остаются на прокормителях до первой декады мая, а затем во внешней среде откладывают яйца. Из яиц, отложенныхсамками, вылупляются личинки, которые весь летний период активности не проявляют. Начало нападения личинок на скот отмечается в третьей декаде сентября; паразитирование продолжается до второй декады октября. Линька личинок в нимф, а нимф – в имаго происходит на теле прокормителя.

Наивысший пик численности *H. scupense* на крупном рогатом скоте имагинальной стадии приходится на последние числа января и начало февраля (рис. 1). Период активного питания самок наблюдается в конце марта – начале апреля, за несколько дней до момента, когда они покинут прокормителя. Паразитирование единичных экземпляров самок наблюдается на животных до середины июня, но в основной массе обнаруживают только самцов.

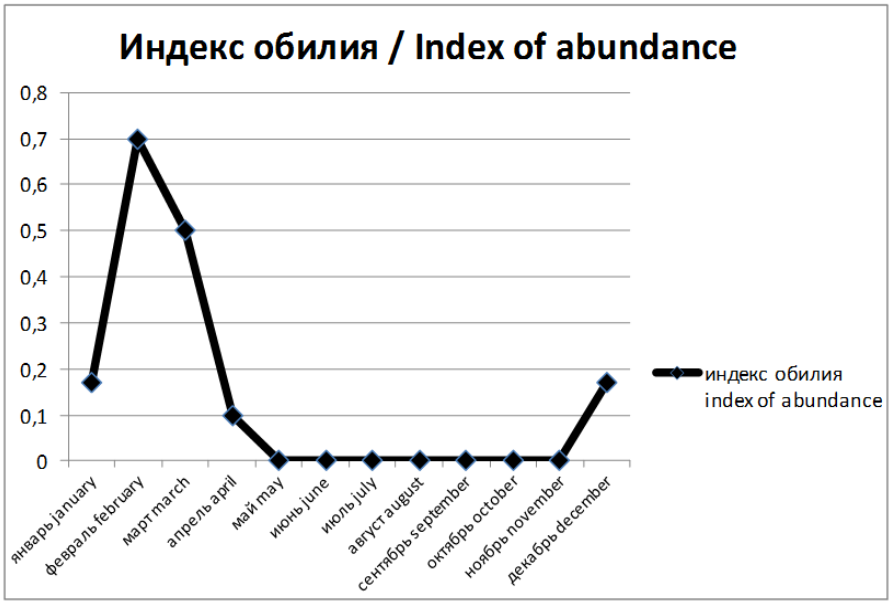


***Рис. 1.* Сезонная активность имаго *H. scupense* (среднее по наблюдениям за 7 лет)**
***Fig. 1.* Seasonal activity of adult *H. scupense* (average of 7-year observations)**

Имагинальные и преимагинальные фазы *H. scupense* в Ставропольском крае паразитируют на небольшом круге прокормителей, причем основными прокормителями являются крупные домашние животные (табл. 1).

Таблица 1

Паразитирование *Hyalomma scupense* на прокормителях

Table 1

Parasitizing *Hyalomma scupense* on host-animals

Фазы развития клеща The phases of development of the ixodid tick	**Наименование обследованных биологических объектов** Names of the studied species			
	Крупный рогатый скот Cattle	Мелкий рогатый скот Small ruminants	Лошади Horses	Плотоядные Carnivorous
Имаго / Imago	+	+	+	0
Нимфа, личинка / Nymph, larva	+	+	+	0

Нами установлено, крупный и мелкий рогатый скот являются основными прокормителями всех фаз развития *Hyalomma scupense* на территории Ставропольского края, лошади тоже могут выступать в качестве прокормителей, но реже.

Hyalomma marginatum marginatum. Клещи данного вида наиболее многочисленны в районах, относящихся к ландшафтным провинциям полупустыни и степей. Единичных экземпляров клещей обнаруживали на крупном рогатом скоте в Предгорном районе (предгорная провинция степей). Излюбленными местами обитания клещей данного вида являются пастбища, лесозащитные полосы, где поселяются грачи, забурьяненные участки, неубранные стоги сена. Согласно наших наблюдений, у *Hyalomma marginatum* весьма обширный ареал, распространяющийся на аридные районы и различного типа степи. Он является двухзяинным клещом. Цикл развития у *Hyalomma marginatum* одногодичный моновольтинный.

Активизация имаго наблюдается весной: после достижения дневной температуры 8-12°С, ночные температуры при этом не опускаются ниже +2°С, при маловетреной ясной погоде, с нарастанием физиологиче-

ской активности и питания начинается размножение клещей. Раньше всего клещи вида *H. marginatum* появляются на востоке Ставропольского края, в таких районах, как Нефтекумский, Курский, Левокумский. В районах степной зоны, таких как Ипатовский, Туркменский, Петровский и др., нападение клещей на крупный рогатый скот отмечается позднее. Наивысший пик численности паразитирования имагинальной стадии на сельскохозяйственных животных зарегистрирован в мае (рис. 2).

К концу июня численность имаго клещей на прокормителях значительно снижается; при этом на животных преобладают самцы: это свидетельствует о том, что после питания самки ушли на яйцекладку. Покинувшие прокормителей самки *H. marginatum* откладывают во внешнюю среду большое количество яиц, после чего отмирают. При наличии благоприятных условий на 15-25 сутки вылупляются личинки и сразу приступают к питанию

В последующие летние месяцы численность микропопуляции резко возрастает за счет вылупления личинок, которые питания на прокормителях личинки линяют в нимф. Период паразитирования личинок приходится на вторую половину лета и осень, первое появление личинок регистрируется в конце июня - начале июля. Нимфы появляются в конце июля - начале августа. Описанный период развития *H. marginatum* характеризуется более высокой численностью за счет преимагинальных фаз развития. В последующем численность микропопуляции снижается в связи с окончанием питания на прокормителях преимагинальных фаз, а также обуславливается естественной гибелью личинок и нимф. Напитавшиеся нимфы покидают своих хозяев, линяют в имаго, и на животных в данном году не нападают. Зимующая популяция *H. marginatum* представлена напившимися нимфами и голодными имаго нового поколения, которые при резком снижении метаболизма в организме могут находиться в состоянии длительной диапаузы до весны следующего года. Таким образом нарастание численности клешей осенью сдерживается обратной отрицательной связью, которая проявляется в естественной смертности и снижении метаболических процессов. Весной возникает положительная обратная связь в период выхода клещей из диапаузы при восстановлении физиологической активности, что обеспечивает сохранение популяции за счет самовоспроизводства.

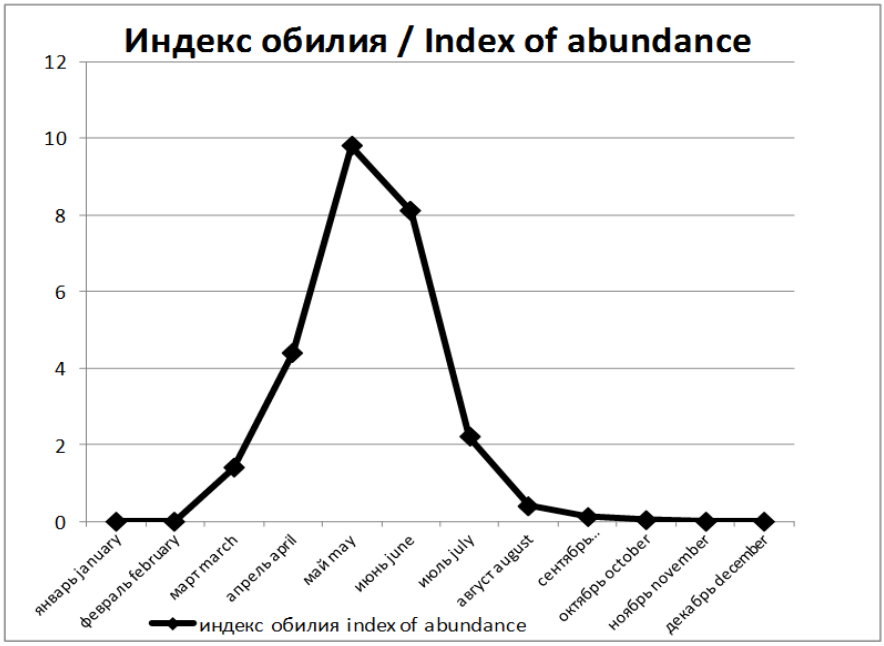


Рис. 2. **Сезонная активность имаго *H. marginatum* (среднее по наблюдениям за 7 лет)**
Fig. 2. **Seasonal activity of adult *H. marginatum* (average over the last 7 years of observation)**

Микропопуляция *H. marginatum* в пределах участков сходного благоприятствования среды функционирует как относительно автономная биологическая система. Львов, Ильичев утверждали, что распространение клещей в пределах популяции осуществляется их пассивной миграцией с помощью прокормителей, особенно птиц, что мы также можем подтвердить, опираясь на собственные наблюдения [10, 11]. Под воздействием природных и антропогенных факторов микропопуляции клещей разрушаются и формируются вновь, пульсируя во времени на территории очага в пределах популяций.

Согласно наших наблюдений, *H. marginatum* является двухзяинным клещом, и паразитирование имаго и преимагинальных фаз происходит на прокормителях разных видов (табл.2).

Таблица 2

Паразитирование *Hyalomma marginatum* на прокормителях

Table 2

Parasitizing *Hyalomma marginatum* on host-animals

Фазы развития клеща The phases of development of the ixodid tick	**Наименование обследованных биологических объектов** Names of the studied species																
	Человек / human	Крупный рогатый скот / Cattle	Мелк.рог.скот / Small ruminants	Лошади / horses	Плотоядные / carnivorous	Заяц-русак / Hare	Еж / hedgehog	Перепел / Quail	Грач / Rook	Сорока / Magpie	Скворец / Starling	Кулик / Sandpiper	Сизоворонка / Roller	Удод / Hoopoe	Куропатка / Partridge	Пустельга / Kestrel	Ворона / Crow
Имаго / Imago	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0
Нимфа, личинка / Nymph, larva	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Личинки и нимфы клещей питаются на мелких животных и птицах, при этом основными прокормителями выступают птицы семейств врановые, такие как грачи, вороны и куриные, такие как куропатки. Наибольшая заклещеванность отмечалась у грачей в 2000 году, когда индекс обилия ювенильных фаз *H. marginatum* достигал 40 и более на одну птицу, а на отдельных экземплярах птицы количество личинок и нимф составляло до нескольких сотен. Также мы наблюдали нападение личинок на зайцев и ежей. В ряде случаев индекс обилия на мелких млекопитающих также был достаточно высок: так, на двух зайцах, добытых в Александровском районе Ставропольского края, мы насчитали 405 экземпляров личинок *H. marginatum*. Нимфы *H. marginatum* также обнаруживались на скворцах (в Ипатовском районе), сороках, сизоворонке. Новая генерация имаго появляется осенью, но на животных клещи не нападают, а уходят на зимовку.

Как демонстрирует таблица 2, основными прокормителями имагинальной фазы *Hyalomma marginatum* в Ставропольском крае являются крупный и мелкий рогатый скот, значительно реже отмечается питание на лошадях и плотоядных (собаки). Наивысшая, 100% заклещеванность крупного рогатого скота наблюдалась в Нефтекумском и Левокумском районах, индекс обилия при этом составлял 15-24 экземпляра на одно животное. Нападение *H. marginatum* на людей регистрируется достаточно редко (в процентном отношении по сравнению с другими видами иксодовых клещей не более 5%), однако в отдельные годы, при высоком обилии клещей (2000 г.) может достигать 39%.

Активизация имаго *Hyalomma marginatum* в Ставропольском крае приходится на раннюю весну, третью декаду марта - начале апреля, появление личинок регистрируется в начале июля, нимф – в третьей декаде июля. Основные прокормители имаго - это крупный рогатый скот, а личинок и нимф - грачи.

На большей части обширной территории Ставропольского края, используемой для возделывания сельскохозяйственных культур, типичный степной ландшафт представлен отдельными сравнительно небольшими целинными участками в окрестностях сел, во впадинах и балках, а также на склонах Ставропольской возвышенности. Такие участки, как правило, используются под для выпас крупного и мелкого рогатого скота, принадлежащего общественным и частным хозяйствам. Такая особенность ландшафта, как расчлененность, и определяет мозаичное распространение клещей в отдельных стациях. Между иксодовыми клещами, грызунами, дикими и сельскохозяйственными животными, птицами создаются тесные биоценотические взаимоотношения, поскольку ареалы обитания этих животных в большинстве случаев совпадают [12].

В процессе изучения внутрипопуляционной структуры *H. marginatum* мы приходим к выводу, что в пределах границ природных очагов определяются две типологические зоны, в которых обитают как минимум две популяции клещей этого рода. Одна из зон распространяется на северные районы Республики Дагестан, Республики Калмыкия и восточные районы Ставропольского края, а вторая - на южные районы Волгоградской области, северные районы Краснодарского края и Ростовской области, северо-западные районы Ставропольского края и прилегающие к ним предгорные районы Карачаево-Черкесской Республики. По всей видимости, первая из вышеуказанных зон соответствует жизненной схеме *H. marginatum* в силу ряда причин, среди которых необходимо упомянуть такие, как расчлененность рельефа, пестрота и комплексность ландшафта, высокое видовое разнообразие прокормителей преимагинальных фаз клещей (зайцы, ежи, птицы семейства врановых и др.).

Таким образом, все вышеназванные факторы обеспечивают необходимый комплекс условий для поддержания высокой численности в популяции клещей.

В отличие от первой, для второй типологической зоны характерна значительная разнородность ландшафтно-фаунистических составляющих, а также значительные сезонные колебания климатических показателей. То есть физико-географические условия этой зоны нельзя охарактеризовать как стабильно благоприятные для некоторых факторов энзоотичности ККГЛ, переносчиками которой являются клещи рода *Hyalomma* на юге России.

Основываясь на характерной относительной изолированности оптимальных мест обитания *H. marginatum*, на показателях численности вида в разных участках обитания даже в пределах одних и тех же районов, на одногодичном жизненном цикле развития клещей этого вида [1] мы склонны считать, что такие участки являются наименьшими структурными единицами популяции *H. marginatum* - микропопуляциями.

Размеры этих участков, характерных для обеих типологических зон, определяются расчлененностью ландшафта, особенностями ведения животноводства на территориях зон, наличием прокормителей имаго и преимагинальных фаз. Микропопуляции, по нашему мнению, являются основной структурной единицей, определяющей устойчивость жизненной схемы *H. marginatum* на основе авторегуляции [11, 12].

Абиотические факторы (температура, относительная влажность воздуха, свет) напрямую или косвенно действуют на организмы через разные стороны обмена веществ. Иксодовые клещи не составляют исключения.

Погодно-климатические условия, рельеф местности и другие факторы оказывают существенное влияние на видовой состав и численность иксодовых клещей. Следует отметить, что основными лимитирующими факторами в географическом распространении видов клещей являются параметры температуры и влажности.

Для уточнения наиболее оптимальных условий паразитирования клещей мы сопоставили средние многолетние помесячные данные индекса обилия *H. marginatum* и средние многолетние помесячные данные таких показателей как: долгота светового дня; температура воздуха; сумма осадков. Мы сравнивали метеорологические показатели за 7 лет (2000-2006г) с индексом обилия *H. marginatum*. Для клещей данного вида

были взяты погодные данные зоны, наиболее благоприятной для клещей упомянутого вида - полупустынной зоны региона (Нефтекумский район). На рисунках 3, 4, 5 мы представляем результаты сопоставления данных наблюдений.

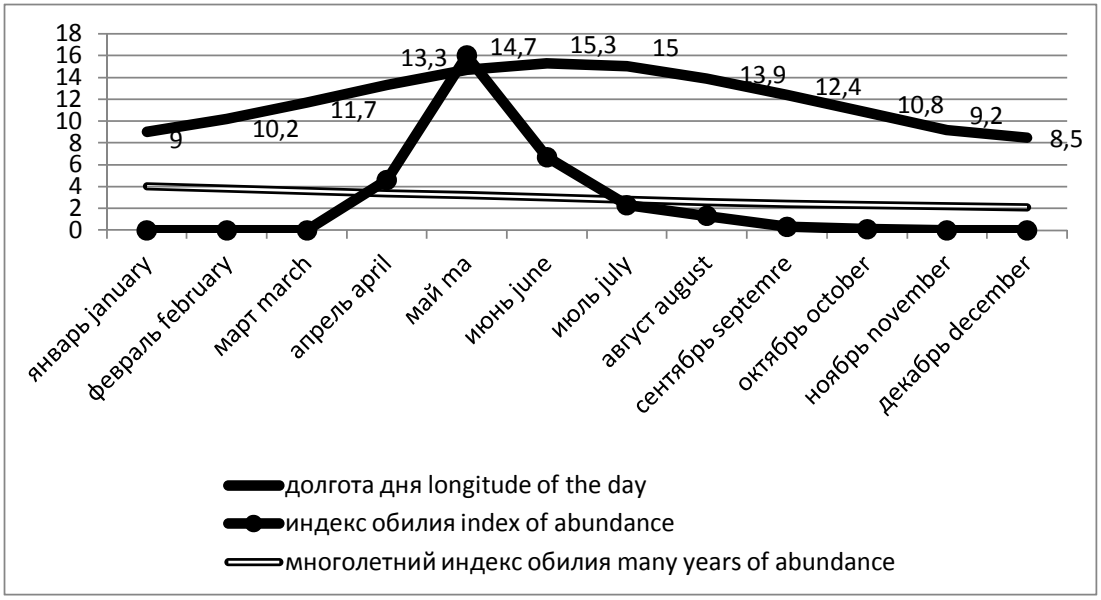


Рис.3. **Зависимость индекса обилия *H. marginatum* (на крупном рогатом скоте) от долготы дня в полупустынном ландшафте**
Fig. 3. **The dependence of the abundance of *H. marginatum* (in cattle) on the longitude of the day in the semi-arid landscape**

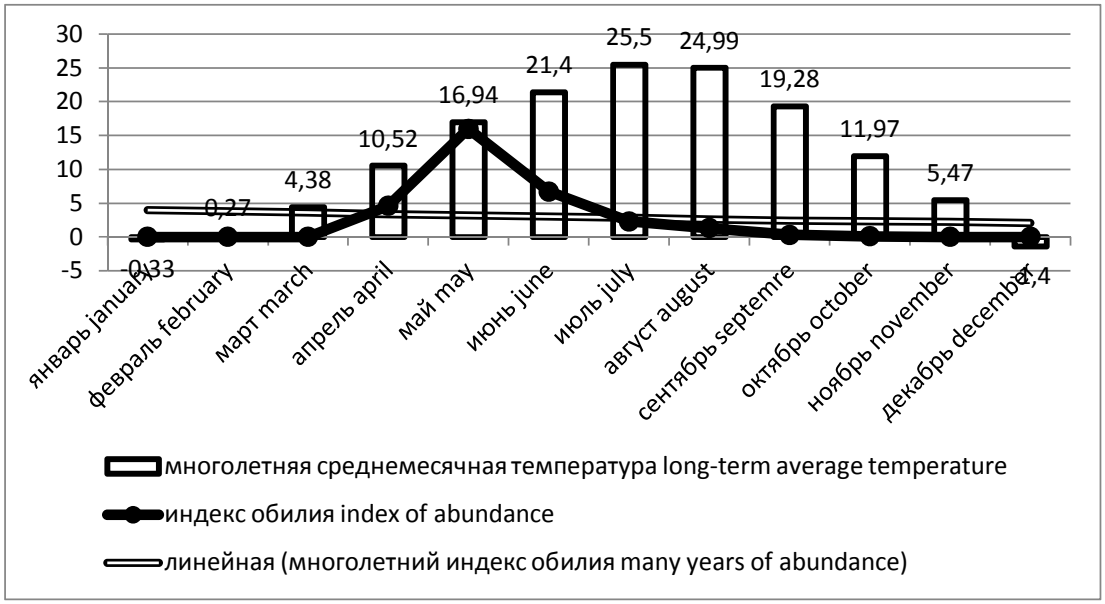


Рис.4. **Зависимость индекса обилия *H. marginatum* (на крупном рогатом скоте) от температуры воздуха в полупустынном ландшафте**
Fig. 4. **The dependence of the index of abundance of *H. marginatum* (on cattle) on the air temperature in the semi-desert landscapes**

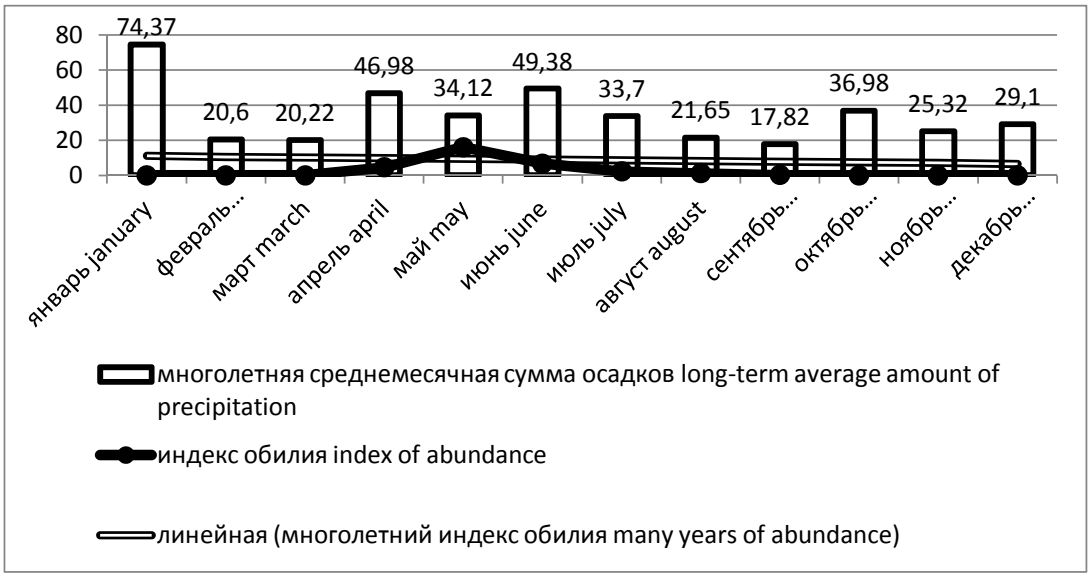


***Рис.5.* Зависимость индекса обилия *H. marginatum* (на крупном рогатом скоте) от суммы осадков в полупустынном ландшафте**
***Fig. 5.* The dependence of the abundance of *H. marginatum* (in cattle) on the amount of rainfall in the semi-arid landscape**

При анализе полученных данных мы установили, что имаго *H. marginatum* начинает паразитировать на прокормителях (крупный рогатый скот) при среднемесячной температуре, составляющей + 10,5°С и среднемесячной сумме осадков в 47 мм, при достижении долготы дня 13,3 часов. Пик паразитирования клеща этого вида на крупном рогатом скоте был отмечен при среднемесячной температуре + 16,9°С, долготе дня 14,7 часов и сумме осадков 34,7 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, согласно нашим исследований, иксодовые клещи рода *Hyalomma* на территории Ставропольского края распределяются мозаично, с доминированием некоторых видов в зависимости от погодно-климатических условий и ландшафтно-географических особенностей тех территорий, которые они заселяют. Доминирующими видами являются *H. marginatum* и *H. scupense*, а клещи вида *H. anatolicum* встречаются эпизодически на востоке края. Мы можем объяснить их миграцией на прокормителях из соседствующих территорий, где клещи этого вида имеют широкое распространение (Республика Дагестан). Для *H. anatolicum* восточные районы края являются зоной заноса (выноса) и, по нашему мнению, при благоприятных условиях, возможно, их закрепление с последующим расселением по территории региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балашов Ю.С. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекций. СПб.: Наука, 1998. 287 с.
2. Тохов Ю.М. Переносчики вируса Крымской-Конго геморрагической лихорадки в Ставропольском крае // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2005. N4. С. 32-34.
3. Василенко Н.Ф., Ермаков А.Ф., Малецкая О.В., Семенко О.В., Куличенко А.Н. Циркуляция трансмиссивных природно-очаговых инфекций в регионе Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2014. N25 (25). С. 66-68.
4. Волынкина А.С., Котенев Е.С., Лисицкая Я.В., Малецкая О.В., Шапошникова Л.И., Куличенко А.Н. Крымская геморрагическая лихорадка в Российской Федерации в 2014 г., прогноз эпидемиологической обстановки // Проблемы особо опасных инфекций. 2015. N1. С. 42-45
5. Петрищева П.А., Олсуфьев Н.Г. Методы изучения природных очагов болезней человека. М.: Медицина, 1964. 307 с.

6. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций. Методические указания. МУ 3.1.1027-01, утв. главным государственным санитарным врачом РФ 06.04.2001. М., 2002. 34 с.
7. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней. Методические указания. МУ 3.1.3012-12., утв. главным государственным санитарным врачом РФ 04.04.2012. М., 2012. 36 с.
8. Павловский Е.Н. Природная очаговость трансмиссионных болезней в связи с ландшафтной эпидемиологией зооантропонозов. М.-Л.: Наука, 1964. 211 с.
9. Померанцев Б.И. Иксодовые клещи Ixodidae. Фауна СССР. Паукообразные. Т. 4(2). Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 224 с.
10. Львов Д.К., Ильичев В.Д. Миграция птиц и перенос инфекции. М.: Медицина, 1979. 158 с.
11. Тохов Ю.М., Чумакова И.В., Луцук С.Н., Дьяченко Ю.В., Котенев Е.С., Зайцев А.А. Иксодовые клещи - резервуар возбудителей инфекционных и инвазионных болезней на территории Ставропольского края // Вестник ветеринарии. 2013. N2. С. 19-21.
12. Тохов Ю.М. Иксодовые клещи Ставропольского края и их эпидемиологическое значение. Ставрополь: Альфа-Принт, 2008. 195 с.

REFERENCES

1.Balashov Yu.S. *Iksodovie kleschi – parasiti I perenoschiki infekcii* [Ticks - parasites and disease vectors]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1998, 287 p. (In Russian)
2.Tokhov Y.M. Carriers of the virus Crimean-Congo hemorrhagic fever in Stavropol region. Medicinskaya parasitologia I parasitarnie bolesni [Medical Parasitology and parasitic diseases]. 2005, no. 4, pp. 32-34. (In Russian)
3.Vasilenko N.F., Ermakov A.F., Maletskaya O.V., Semenko O.V., Kulichenko A.N. Circulation transmissive natural focal infections in the region of Caucasian Mineral Waters of Stavropol Territory. Dal'nevostochnyi zhurnal infektsionnoi patologii [Far Eastern infectious disease journal]. 2014, no. 25 (25), pp. 66-68. (In Russian)
4. Volynkina A.S., Kotenyov E.S., Lisitskaya Y.V., Maletskaya O.V., Shaposhnikova L.I., Kulichenko A.N. Crimean haemorrhagic fever in the Russian Federation in 2014, the epidemiological situation forecast. Problemy osobo opasnykh infektsii [Plague]. 2015, no. 1, pp. 42-45. (In Russian)
5. Petrishcheva P.A., Olsufiev N.G. *Metodi izuchenia prirodnich ochgov bolesnei cheloveka* [Methods of studying natural foci of human disease]. Moscow, Meditsina Publ., 1964, 307 p.
6. *Sbor, uchet i podgotovka k laboratornomu issledovaniyu krovososushchikh chlenistonogikh – perenoschikov vozbuditelei prirodno-ochagovykh infektsii. Metodicheskie ukazaniya. MU 3.1.1027-01, utv. glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 06.04.2001* [Collection, registration and preparation for laboratory testing of blood-sucking arthropods - vectors of pathogens of natural focal infections. Guidelines. MU 3.1.1027-01, approved. Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation 06.04.2001]. Moscow, 2002. 34 p. (In Russian)
7. *Sbor, uchet i podgotovka k laboratornomu issledovaniyu krovososushchikh chlenistonogikh v prirodnykh ochagakh opasnykh infektsionnykh boleznei. Metodicheskie ukazaniya. MU 3.1.3012-12., utv. glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 04.04.2012* [Collection, registration and preparation for laboratory testing of blood-sucking arthropods in natural foci of infectious diseases. Methodical instructions. MU 3.1.3012-12, approved. Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation 04.04.2012]. Moscow, 2012. 36 p. (In Russian)
8. Pavlovskiy E.N. *Prirodnaia ochgovost transmissionnich bolesnei v sviasi s landschaftnoi epidemiologiei zooantroponozov* [The natural foci of transmission diseases due to terrain-term epidemiology of zooantroponosis]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1964, 211 p. (In Russian)
9. Pomerantcev B.I. *Iksodovye kleshchi Ixodidae. Fauna SSSR. Paukoobraznye* [Ixodid ticks Ixodidae. Fauna SSSR Fauna of the USSR. Arachnids]. Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1950, Vol. 4 (2). 224 p. (In Russian)
10. Lvov D.K., Il'ichev V.D. *Migracia ptits I perenos infekcii* [Migrating birds and transfer infections]. Moscow, Meditsina Publ., 1979, 158 p. (In Russian)
11. Tokhov Yu.M. Chumakova I.V., Lutsuk S.N., Dyachenko Yu.V, Kotenyov E.S., Zaitsev A.A. Ticks - the reservoir of infectious and parasitic diseases in the Stavropol Territory. Vestnik veterinarii [Herald of veterinary medicine]. 2013, no. 2, pp. 19-21. (In Russian)
12. Tokhov Yu.M. *Iksodovie kleschi Stavropolskogo kraia I ich epidemiologicheskoe znachenie* [Ticks Stavropolski edge and their epidemiological significance]. Stavropol, Alpha-Print Publ., 2008. 195 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Владимир И. Трухачев - доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор, ректор Ставропольского государственного аграрного университета, Ставрополь, Россия.

Юрий М. Тохов – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории медицинской паразитологии Ставропольского научно-исследовательского противочумного института Роспотребнадзора, Ставрополь, Россия.

Светлана Н. Луцук – доктор ветеринарных наук, заведующая кафедрой паразитологии, ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии имени профессора С.Н. Никольского Ставропольского государственного аграрного университета, Ставрополь, Россия.

Александр А. Дылев – Начальник территориального отдела Шпаковского района Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ставропольскому краю, Михайловск, Россия.

Василий П. Толоконников - доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии имени профессора С.Н. Никольского Ставропольского государственного аграрного университета, Ставрополь, Россия.
E-mail: w.tol@mail.ru

Юлия В. Дьяченко* – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии имени профессора С.Н. Никольского Ставропольского государственного аграрного университета, тел. 8 961 45 25 738,
пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017 Россия,
E-mail: ydiash@mail.ru

Критерии авторства

Юрий М. Тохов и Александр А. Дылев собирали фаунистический материал, проводили определение видов, Владимир И. Трухачев, Светлана Н. Луцук и Василий П. Толоконников проанализировали данные, Юлия В. Дьяченко написала рукопись, несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 05.02.2016
Принята в печать 12.03.2016

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Vladimir I. Trukhachev - Doctor of Agricultural Sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Rector of Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia.

Yuriy M. Tokhov - Doctor of Biological Sciences, a leading researcher of the Laboratory of Medical Parasitology of Stavropol Research and Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor (Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing), Stavropol, Russia.

Svetlana N. Lutsuk - Doctor of Veterinary Sciences, Head of S.N. Nikolsky sub-department of Parasitology, veterinary sanitary inspection, anatomy and pathological anatomy, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia.

Alexander A. Dylev - Head of Territorial department of the Shpakovsky district of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mikhailovsk, Russia.

Vasilii P. Tolokonnikov - Doctor of Veterinary Sciences, Professor at the S.N. Nikolsky sub-department of Parasitology, veterinary sanitary inspection, anatomy and pathological anatomy, Stavropol State Agrarian University, city of Stavropol, Russia.
E-mail: w.tol@mail.ru

Yulia V. Dyachenko* - Candidate of veterinary sciences, associate professor at the S.N. Nikolsky sub-department of Parasitology, veterinary sanitary inspection, anatomy and pathological anatomy, Stavropol State Agrarian University, tel. 8-961-452-57-38,
12 Zootechnicchesky st., Stavropol, 355017 Russia.
E-mail: ydiash@mail.ru

Contribution

Yuri M. Tokhov and Alexander A. Dylev: collection of faunal material, species identification. Vasily P. Tolokonnikov, Svetlana N. Lutsuk and Vladimir I. Trukhachev: data analysis. Yulia V. Dyachenko: wrote the manuscript; responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 05.02.2016
Accepted for publication 12.03.2016

Экология животных / Ecology of animals
Оригинальная статья / Original article
УДК 574.58(262.81)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-70-83

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ И ПРОМЫСЛА БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА

[1]Ахма С. Абдусамадов, [2]Сакинат А. Гусейнова*, [3]Лейла А. Дудурханова
[1]Дагестанский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Махачкала, Россия
[2]кафедра безопасности жизнедеятельности Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия, guseinova.sakinat@yandex.ru
[3]кафедра клеточной биологии, морфологии и микробиологии, Чеченский государственный университет, Грозный, Россия

Резюме. ***Цель***. Дать оценку запасов и промысла водных биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала. ***Методы***. На основе анализа литературных источников и собственных данных о запасах и промысле водных биологических ресурсов западной части Среднего Каспия обсуждаются возможные причины возникающих экологических, хозяйственных и других проблем в использовании биологических ресурсов. ***Результаты***. Главными негативными факторами являются масштабное браконьерство, повлекшее катастрофическое сокращение запасов осетровых и других ценных видов рыб Каспия, стихийное проникновение чужеродных организмов (гребневик мнемиопсис), перелов некоторых видов рыб. Потенциальную опасность представляет развернувшееся на Каспии, масштабное освоение нефтегазовых месторождений, что может привести к еще более худшей ситуации для биологических ресурсов моря. ***Выводы.*** В целях сохранения биологических ресурсов моря необходимо создать условия устойчиво растущего производства рыбопромысловых и рыбоперерабатывающих предприятий отрасли, обеспечивающих удовлетворение постоянного спроса на рыбную продукцию и рост доходной базы бюджета и благосостояния населения Российской Федерации.
Ключевые слова: западная часть Среднего и Северного Каспия, биологические ресурсы, запасы рыб, промысел рыб, развитие рыболовства.

Формат цитирования: Абдусамадов А.С., Гусейнова С.А., Дудурханова Л.А. Анализ состояния запасов и промысла биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.70-83. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-70-83

CURRENT STATE OF FISHERIES AND ASSESSMENT OF FISH STOCKS IN THE WESTERN MIDDLE OF THE CASPIAN SEA. PROSPECTS FOR THE USE OF THE FISH RESOURCES

[1]Akhma S. Abdusamadov, [2]Sakinat A. Guseinova*, [3]Leila A. Dudurkhanova
[1]Dagestan branch of federal state budgetary scientific institution "Caspian Research Institute of Fisheries", Makhachkala, Russia
[2]Department of life safety, Dagestan State University, Makhachkala, Russia, guseinova.sakinat@yandex.ru
[3]Department of cell biology, morphology and microbiology, Chechen State University, Grozny, Russia

Abstract. ***Aim.*** To aim is to assess stocks and the fisheries of aquatic biological resources in the western part of the middle Caspian Sea and perspectives for the use of their resource potential. ***Methods.*** On the basis of

the literature sources and our own data on the fish inventory in the western part of the Middle Caspian, we discuss possible reasons for emerging environmental, economic and other problems in the use of biological resources. ***Results.*** The main negative factors are the large-scale poaching, resulting in a catastrophic reduction in stocks of sturgeon and other valuable fish species of the Caspian Sea, a natural penetration of alien organisms (Mnemiopsis) and overfishing of some species. The potential danger is large-scale development of oil and gas fields in the Caspian Sea, which can lead to even worse situation for the biological resources of the sea. ***Conclusions.*** In order to preserve the biological resources of the sea it is necessary to create conditions for steadily developing fishing and fish processing enterprises, thus ensuring the satisfaction of the constant demand for fish products and an increase in the revenue base of the budget and the well-being of the Russian population.
Keywords: western part of the Middle and Northern Caspian, biological resources, fish stocks, fishery, development of fishery.

For citation: Abdusamadov A.S., Guseinova S.A., Dudurkhanova L.A. Current state of fisheries and assessment of fish stocks in the western middle of the Caspian Sea. Prospects for the use of the fish resources. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 70-83. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-70-83

ВВЕДЕНИЕ

В прошлом, 19-м и 20-м веках, Каспий занимал ведущее место в промысле водных биологических ресурсов. Например, в 1913 г. здесь вылавливали до 590 тыс. т рыбы, из них 328 тыс. т составляла сельдь и 136 тыс. т – вобла [1]. С середины 20 века здесь бурно развивался килечный промысел, уловы которых в 1970 г. достигали 423 тыс. т [2].

В условиях ухудшения промысловой обстановки на Каспии вследствие снижения запасов основного объекта рыболовства – анчоусовидной кильки, а также большинства ценных видов рыб, необходим новый подход к решению вопросов развития рыболовства в рассматриваемом районе.

Западная часть Северного и Среднего Каспия, примыкающая к российскому побережью моря в пределах административной границы Республики Дагестан, играет важную роль в формировании биологических ресурсов Каспия. В конце 20 века и в начале 2000-х годов запасы и уловы большинства видов рыб начали стремительно сокращаться [3-6].

Материалы по состоянию запасов рыб в западной части Среднего Каспия и по основным направлениям их рационального использования, приведены в работах ряда авторов [7-12], но они не учитывают современные реалии и требуют дополнений, в свете произошедших в последние годы существенных качественных и количественных изменениях в различных экологических группах промысловых рыб региона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ литературных источников и собственных данных о запасах и промысле водных биологических ресурсов западной части Среднего Каспия выявляет основные причины возникающих экологических, хозяйственных и других проблем в использовании биологических ресурсов. Позволяет дать оценку запасов и промысла водных биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала. Заметное снижение запасов водных биологических ресурсов за многолетний период происходило на первом этапе под влиянием природных факторов, главным образом снижения уровня моря. В период с 1950 гг. к природным факторам добавилось еще антропогенные воздействия, такие, как гидростроительство на реках, вызвавшие глобальные негативные изменения среды обитания ВБР в Северном Каспии, перекрытие доступа рыб на нерестилища в реках и пр.

В современном периоде главными негативными факторами являются масштабное браконьерство, повлекшее катастрофическое сокращение запасов осетровых и других ценных видов рыб Каспия, стихийное проникновение чужеродных организмов (гребневик мнемиопсис), массовая гибель пелагических рыб вследствие природных процессов в море, перелов некоторых видов и пр. Совокупность негативных факторов до последнего времени непрерывно возрастала. Вдобавок, потенциальную опасность пред-

ставляет развернувшееся на Каспии масштабное освоение нефтегазовых месторождений. Опасность особенно возрастает при авариях во время добычи и транспортировки нефтепродуктов, что может привести к еще более худшей ситуации для биологических ресурсов моря.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ихтиофауна Каспийского моря, с впадающими в него реками, представлена 113 видами и подвидами рыб [13]. Из них у Дагестанского побережья моря постоянно обитают или совершают миграции около 70 видов и подвидов рыб [14].

По данным В.П. Иванова [2] к промысловым рыбам относят 40 видов рыб Каспийского моря, а основу промысла составляют около 25 видов. Водные биологические ресурсы (ВБР) западной части Среднего Каспия, имеющие промысловое значение, представлены 41 видами и подвидами, из них рыбы представлены 40 представителями, таблица 1. По представленной в таблице градации, 18 представителей ВБР имеют наиболее высокую и высокую промысловую значимость. В районе исследований встречается 8 видов и подвидов рыб, включенных в перечень особо ценных и ценных ВБР России – это осетровые рыбы, кумжа, белорыбица, кутум и судак.

Таблица 1

Видовой состав промысловых рыб западной части Среднего Каспия

Table 1

Species composition of commercial fish of the western part of the Middle Caspian

№	**Виды биоресурсов** Types of biological resources	**Промысловая значимость** Commercial significance
	Осетровые: / Sturgeon	
1	Белуга / beluga	*
2	Осетр русский / Russian sturgeon	*
3	Осетр персидский / Persian sturgeon	*
4	Севрюга / starred sturgeon	*
6	Сельдь-черноспинка / herring-backed shad	++
	Кильки: / Sprat	
7	Анчоусовидная / anchovy	++++
8	Большеглазая / big-eyed	+
9	Обыкновенная / Clupeonella caspia	++++
	Сельди морские: / Sea herrings	
10	Долгинская сельдь / Dolginskaya herring	++++
11	Пузанок каспийский / Caspian shad	++++
12	Пузанок большеглазый / big-eyed shad	++
13	Кефаль сингиль / golden mullet (Liza aurata)	++++
14	Кефаль остронос / grey mullet (Liza saliens)	+
15	Атерина / sand smelt (Atherina)	+++
16	Бычки / gobies (Gobius)	+
17	Белорыбица / inconnu (Stenodus leucichthys)	**
	Полупроходные и речные рыбы: / Semi-migrating and river fish:	
18	Вобла / roach	++++
19	Лещ / bream	++++
20	Судак / perch	++++
21	Сазан / carp	++++
22	Сом пресноводный / freshwater catfish	++++
23	Щука / pike	++++
24	Кутум / kutum	++++
25	Линь / tench	+++
26	Красноперка / rudd	++++
27	Карась / crucian carp	+
28	Жерех / asp	+++
29	Берш / bersh	+
30	Белый толстолобик / silver carp	++

31	Пестрый толстолобик / bighead carp	++
32	Белый амур / grass carp	++
33	Синец / blue bream	+
34	Чехонь / sabre fish	++
35	Густера / white bream	++
36	Окунь / perch	++++
37	Рыбец / vimba	+++
38	Шемая / shemaya	++
39	Кумжа (форель) / bull trout	**
40	Раки / crawfish	+
41	Каспийский тюлень / Caspian seal	+

Примечания:
++++ - наиболее высокая промысловая значимость
+++ - высокая промысловая значимость
++ - средняя промысловая значимость
+ - малая промысловая значимость
**- объявлен мораторий на коммерческий промысел*
*** - включены в Красную книгу Российской Федерации*

Notes:
++++ Highest commercial importance
+++ High commercial importance
++ Average commercial importance
+ Small commercial importance
* Moratorium on commercial fishing
** Included in the Red Book of the Russian Federation

Анализ многолетней динамики вылова рыб в рассматриваемом районе показывает, что наибольшего развития рыболовство здесь достигло в периоддо 1960-1970-х гг. (рис. 1). Уловы рыб колебались от 25 до 45 тыс. т, достигая в отдельные годы 60 тыс. т. С развалом Советского Союза уловы начали сокращаться. С 1992 по 2000 годы вылов сократился с 30 тыс.т до 20 тыс. За период с 2000 по 2015 гг. произошло дальнейшее сокращение добычи килек до 0,8-1 тыс. т, связанное с массовой гибелью в Каспийском море и по всей акватории обитания, основного промыслового объекта - анчоусовидной кильки, а также воздействием стихийного вселения в Каспий гребневика мнемиопсис, являющегося пищевым конкурентом килек

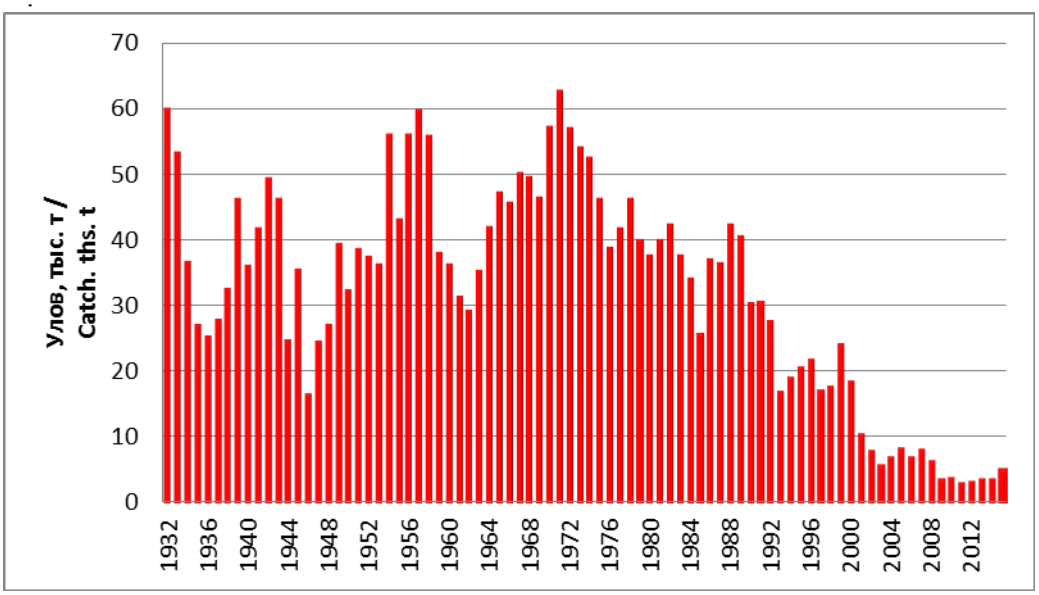


***Рис.1.* Динамика вылова рыб в Западно-Каспийском районе в 1932-2015 гг.**
***Fig.1.* Dynamics of fish catches in the Western Caspian region, 1932-2015**

В западной части Среднего Каспия добыча рыбы исторически базировалась на морских мигрирующих сельдях – долгинской сельди, каспийском и большеглазом пузанках, а также кильках – анчоусовидной, большеглазой и обыкновенной (рис.2).

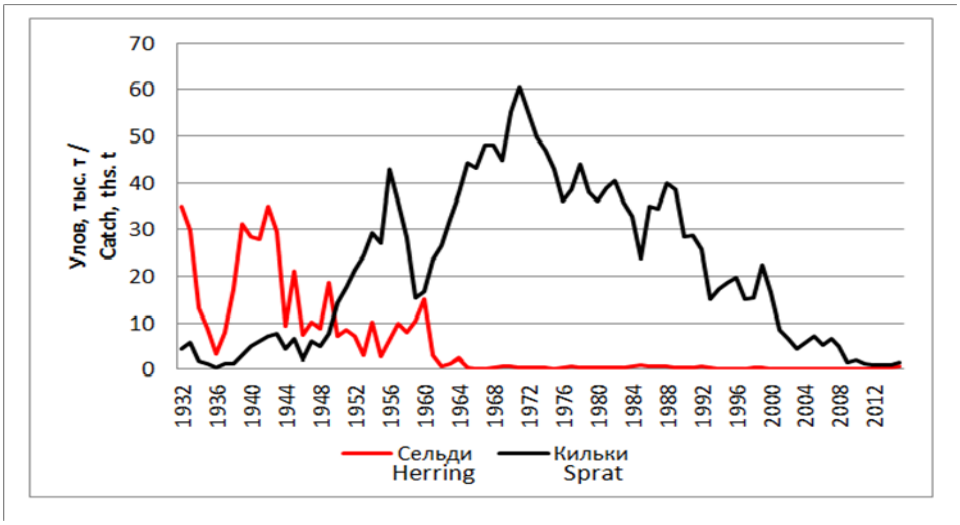


Рис. 2. **Динамика вылова килек и сельдей в Западно-Каспийском районе в 1932-2015 гг.**
Fig. 2. **Dynamics of catches of sprat and herring in the Western Caspian region, 1932-2015**

При этом, в период до 1950-х гг. основным промысловым объектом служили морские мигрирующие сельди, вылов которых достигал 35 тыс. т. Сельдяной промысел достиг наибольшего развития в Каспии в первой половине 20 века. Особенно бурно он процветал в начале века. Вдоль всего побережья Дагестана, от полуострова Лопатин до г. Дербента действовало около 55 тоневых рыболовных пунктов, на которых в период весенней нерестовой миграции в Северный Каспий осуществляли вылов сельдей морскими закидными неводами.

Сельдяной промысел был прекращен с 1961 года в связи с введением новых правил рыболовства в Каспийском море, в соответствии с которыми было запрещено всякое рыболовство в море, за исключением килечного промысла с использованием рыбонасосов в Южном Каспии. Данная мера была направлена на сохранение запасов осетровых и оказала благоприятное влияние на восстановление их запасов.

В условиях прекращения сельдяного промысла бурное развитие получил килечный промысел. К середине 1970-х гг. уловы килек достигли свыше 60 тыс. т. Соответственно, в Дагестане в этот период активно развивалась также перерабатывающая промышленность

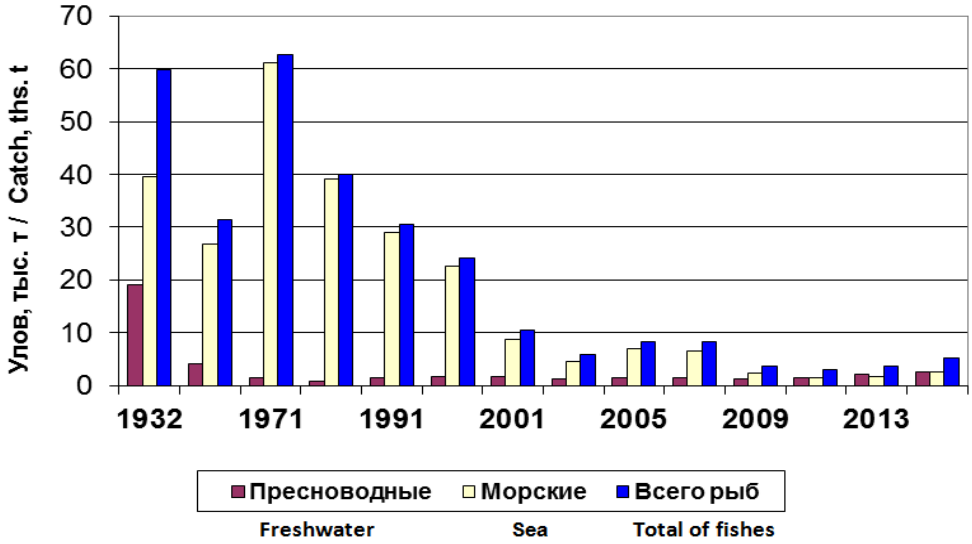


Рис.3. **Соотношение вылова различных групп рыб**
Fig. 3. **Value of catches of different fish groups**

Как видно из рис. 3, основными экологическими группами промысловых рыб в западной части Среднего Каспия являются морские и пресноводные (полупроходные и речные) виды. При этом, если в период до 2000 годов промысловое значение морских рыб было подавляющим, то в последние 15 лет, в связи с критическим состоянием запасов анчоусовидной кильки, резким снижением промыслового усилия (в 2013-2015 гг. на промысле задействовано лишь 3 судна), значимость в промысле пресноводных рыб возросла. В 2015 г. вылов морских и пресноводных сравнялся и составил по 2,5 тыс. т. каждой группы.

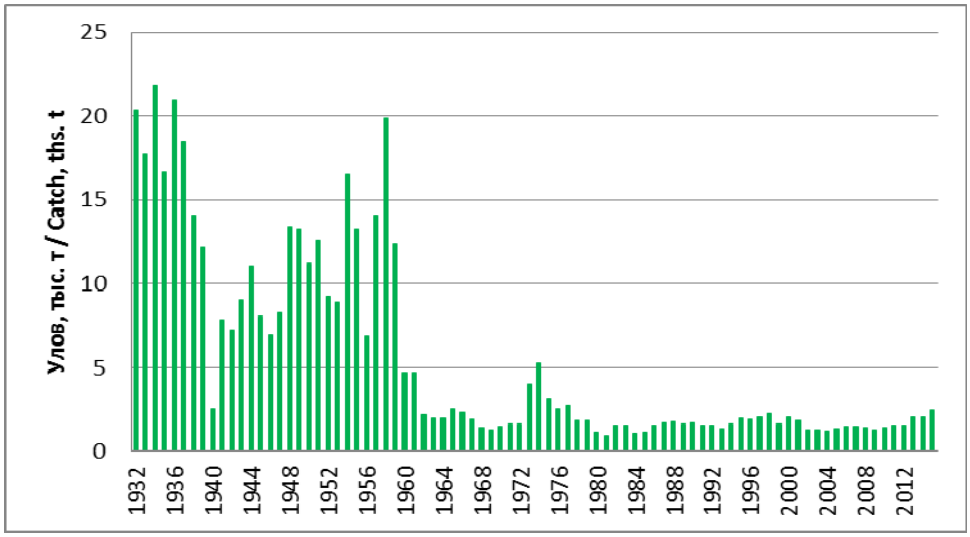


***Рис. 4.* Динамика вылова полупроходных и речных рыб в Западно-Каспийском районе в 1932-2015 гг.**
***Fig. 4.* Dynamics of catches of semi-migrant and river fish in the Western Caspian region, 1932-2015**

В рассматриваемом районе основными промысловыми пресноводными видами рыб являются вобла, судак, лещ, сазан, сом, щука, кутум, жерех. Из них судак и кутум включены в перечень особо ценных рыб и ценных видов водных биологических ресурсов. Все эти виды пользуются повышенным спросом на рынке и, соответственно, подвержены интенсивному освоению промыслом. Лов их осуществляется на побережье моря в Кизлярском заливе, на Крайновском побережье, побережье вдоль Аграханского полуострова. Налову используются сети и вентеря.

В период 1932-1960 гг. вылов пресноводных рыб колебался от 10 до 24 тыс. т, рис. 4. При этом лов базировался в основном на вобле (до 10-12 тыс. т), леще, сазане и судаке.

Высокие запасы и уловы полупроходных и речных рыб обеспечивались за счет благоприятных условий для жизнедеятельности рыб. В этот период, т.е. до середины 1950-х гг. естественный сток впадающих рек (Сулак, Самур, Терек) не был нарушенным, что обеспечивало обводнение паводковыми водами в весенний период придельтовых полойных нерестилищ. Соответственно, это обеспечивало высокий уровень естественного воспроизводства и запасов рыб.

Начиная с 1960 г., т.е. с введением новых правил рыболовства, промысел пресноводных рыб в прибрежных морских участках был запрещен и он был перебазирован во внутренние водоемы. Уловы резко снизились - до 1,0-2,0 тыс. т и находятся примерно на этом уровне до настоящего периода несмотря на то, что по современным правилам рыболовства разрешается промысел и в прибрежье моря. Главная причина ухудшения промысловой обстановки – сокращение площадей нерестилищ рыб вследствие зарегулирования стоков впадающих рек, приведшее к снижению запасов рыб.

Коммерческий промысел осетровых видов рыб в Каспийском море всеми прикаспийскими странами в настоящее время прекращен. Это связано с критическим состоя-

нием их запасов. Сокращение запасов осетровых рыб в Каспии происходило, начиная с 1900-х годов, когда в море на акватории, прилегающей ко всем прикаспийским странам, начался массовый браконьерский промысел. В результате сокращения запасов вылов осетровых Россией, Казахстаном, Азербайджаном и Туркменией также значительно снизился – с 5587 в 1993 г. до 675 т в 2003 г (табл. 2).

Таблица 2

Вылов осетровых видов рыб прикаспийскими странами в 1993-2003 гг.

Table 2

Catches of sturgeon by Caspian countries, 1993-2003

Годы Years	ОДУ в Каспийском бассейне, т The total allowable catches in the Caspian basin, t	Фактический вылов, т The actual catch, t	В том числе / Including			
			Россия Russia	Казахстан Kazakhstan	Азербайджан Azerbaijan	Туркменистан Turkmenistan
1993	6050	5587,6	4008,1	1109	391,5	79
1994	4784	3965,2	2955,4	635	202,8	172
1995	3155	2962,5	2001,8	575,3	162,4	223
1996	1791	1745,5	1106,3	416,5	131,7	91
1997	1791	1820,57	1137,47	477,8	103,7	101,6
1998	1791	1692,1	961,3	528,8	138,5	63,5
1999	1206,2	1002,85	548,23	291	111,47	52,15
2000	996,35	869,95	428,132	281,78	82,738	77,3
2001	891,4	810,359	422,49	247,08	75,379	65,41
2002	797,2	684,846	365,266	197,17	87,19	35,22
2003	806,59	675,108	304,362	214,916	101,5	54,33
Доля государства от ОДУ в 2002 г., % State share of the TAC in 2002, %			61,46	21,48	12,78	4,28

Примерно в этот же период (с 1993 по 2006 гг.) российские уловы осетровых снизились с 4,0 тыс. т до 0,2 тыс. т, рис. 5.

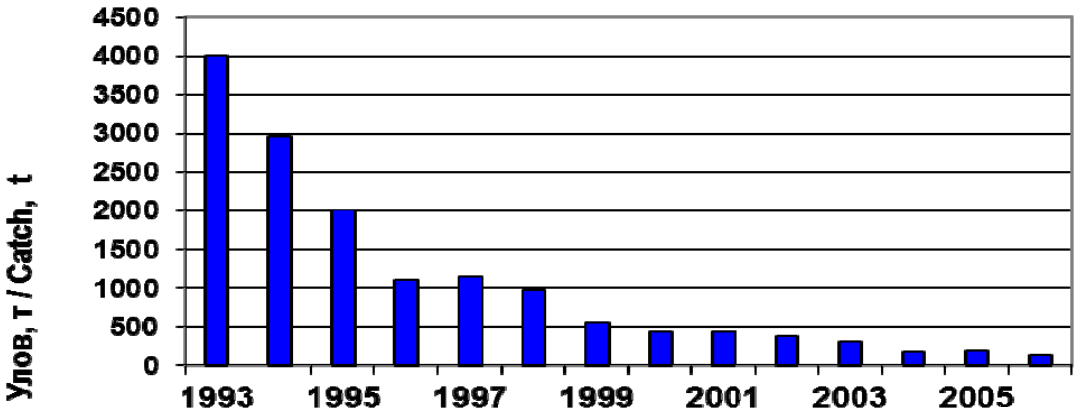


Рис. 5. **Российские уловы осетровых рыб в Каспийском море в 1993-2006 гг., т**
Fig. 5. **The Russian sturgeon catches in the Caspian Sea, 1993-2006, t**

Сокращение запасов осетровых рыб в море подтверждается численностью производителей осетровых, мигрирующих на нерест в реку Терек. По данным Дагестанского филиала ФГБНУ «КаспНИРХ», с 1985 по 2010 гг. численность их здесь снизилась с 78 тыс. шт. до 0,4 тыс. шт., (рис. 6). В настоящее время можно констатировать, что естественное воспроизводство осетровых, сведено к минимуму. Поддержание их запасов на минимальном уровне обеспечивается за счет искусственного воспроизводства.

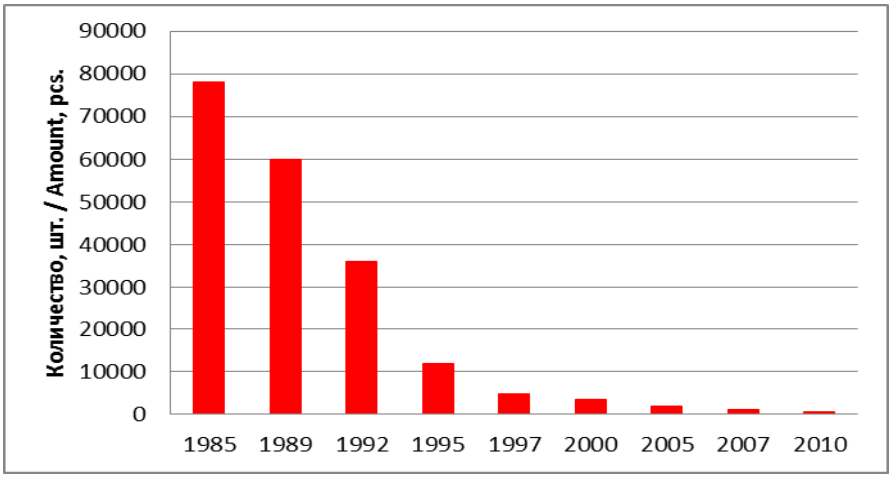


***Рис.6.* Динамика численности производителей осетровых рыб в реке Терек в 1985-2010 гг.**
***Fig. 6.* Changes in the number of producers of sturgeon in the Terek River, 1985-2010**

По данным КаспНИРХ запасы килек в Каспийском море с 2000 по 2003 гг. сократились с 1177,2 тыс. т до 388 тыс. т, т.е. в 3 раза, табл.3, рис.7. Снижение запасов произошло по двум основным промысловым видам – анчоусовидной кильки (в 5 раз) и большеглазой кильки (в 300 раз). В последние 3 года (2013-2015 гг.) наблюдается некоторое увеличение запасов анчоусовидной кильки, что, вероятно, связано со снижением численности гребневика мнемиопсис в Каспийском море.

Таблица 3

Динамика промысловых запасов килек в Каспийском море в 2000-2011 гг., тыс. т (по данным КаспНИРХ)

Table 3

Dynamics of commercial stocks of sprat in the Caspian Sea, 2000-2011, th. t. (according to the Caspian Fisheries Research Institute)

Годы Years	**Анчоусовидная килька** Anchovy kilka	**Большеглазая килька** Big-eyed sprat	**Обыкновенная килька** Clupeonella caspia	**Всего** Total
2000	570,92	304	302,3	1177,22
2001	568,83	94,1	266,2	929,13
2002	340,41	17,42	300,6	658,43
2003	90,4	0,9	296,8	388,1
2004	168,9	9,5	268,3	446,7
2005	178,8	10	323,9	512,7
2006	201,41	11,7	323,9	537,01
2007	192,3	7,4	323,9	523,6
2008	149,5	5,5	340	495
2009	140	4,4	400	544,4
2010	130,7	4,8	360,2	495,7
2011	133,4	5,5	363,1	502

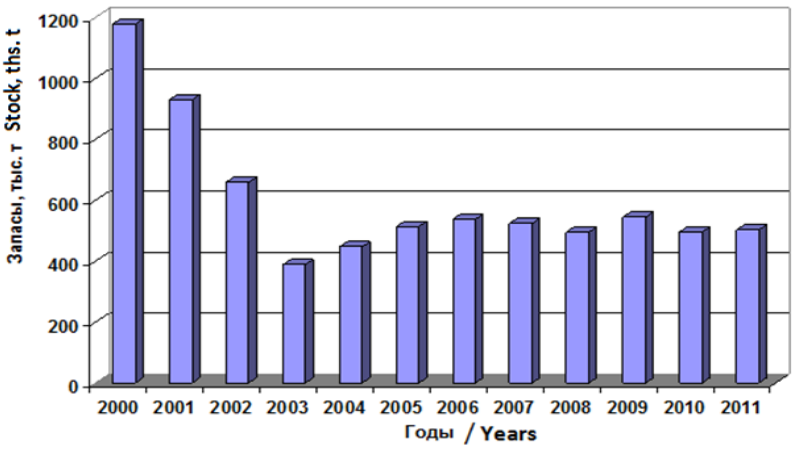


Рис.7. **Динамика промысловых запасов килек в Каспийском море в 2000-2011 гг.**
Fig. 7. **Dynamics of commercial stocks of sprat in the Caspian Sea, 2000-2011**

Основные направления развития рыболовства в западной части Среднего Каспия

Основной целью предлагаемых мероприятий является развитие прибрежного морского промысла по освоению запасов резервных объектов водных биологических ресурсов в Каспийском море.

Для достижения указанной цели необходимо решение задач:

- расширение сырьевой базы российского рыболовства в Каспийском море за счет вовлечения в промысел резервных объектов морского лова: обыкновенной кильки, атерины, морских мигрирующих сельдей, кефалей;
- определение перспективных районов промысла по видам водных биологических ресурсов, сезонам года, периодам формирования и распада промысловых скоплений, доступность сырьевой базы для промысла;
- разработка режима рационального прибрежного и морского промысла водных биоресурсов. Испытание новых орудий и способов лова, рекомендации по их применению в пелагиали Каспийского моря;
- определение перспективных типов рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих судов;
- обеспечение поддержания ресурсной базы путем проведения комплексных рыбохозяйственных мероприятий, включая развитие прибрежного и морского промысла.

Резервы морского промысла в Каспийском море

В настоящее время в Каспийском море обитают виды рыб, обладающие высоким потенциалом промыслового запаса, которые можно отнести к резервным объектам промысла: ***обыкновенная килька, долгинская сельдь, большеглазый и каспийский пузанки, кефаль, атерина.***

По данным КаспНИРХ промысловые запасы морских рыб в Каспийском море в 2012 г. составляли 715,5 тыс. т. Структура запасов по видовому составу представлена на рис.8. Из них запасы рыб, предусмотренные для российского промысла, оцениваются в 344,9 тыс.т, возможный вылов определен в объеме 77,4 тыс. т, в том числе: обыкновенной кильки - 56,6 тыс. т; морских сельдей – 11,8 тыс. т; атерины – 7,0 тыс. т; кефали – 2 тыс. т. Из этого объема вылов составляет лишь 2,5 тыс. т, т.е. 3,5%.

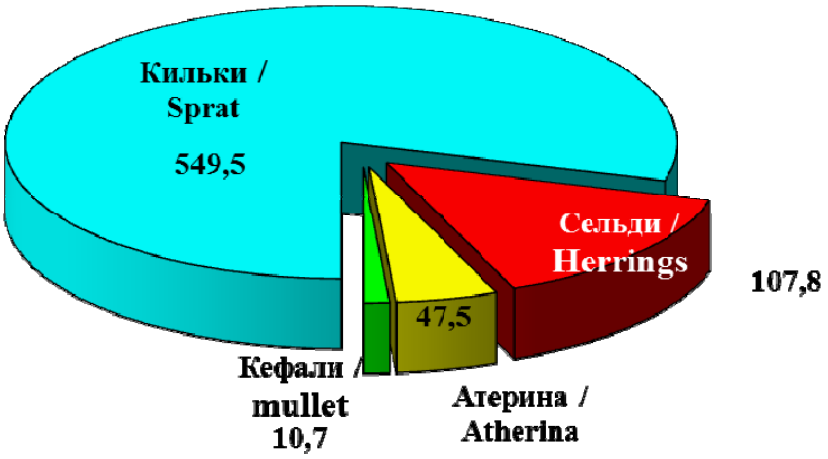


Рис. 8. **Структура промыслового запаса морских рыб в 2012 г., тыс. т**
Fig. 8. **The structure of the commercial fish stocks, 2012, ths. t**

Для освоения имеющихся значительных резервов предлагается развивать рыболовства в следующих направлениях.

Осуществлять лов обыкновенной кильки ставными неводами. Для этого применять:

- до 35 ставных неводов вдоль побережья Дагестана, от г. Махачкалы до Кизлярского залива, - с 10 марта по 10 мая. Средняя производительность невода - 6 т/сутки, возможен объем вылова за сезон - 3,5 тыс. т;

В настоящее время существует два вида промысла морских сельдей:

- лов морскими закидными неводами в южной части дагестанского побережья Среднего Каспия;

- лов сетями у Крайновского побережья Северного Каспия, необходимо увеличить количество участков до 10.

Для сетного лова целесообразно использовать суда (5), которые в этот период не будут задействованы при промысле обыкновенной кильки.

Перспективными участками для лова кефали являются район от Сулакской бухты до конца побережья Аграханского полуострова; о.Чечень и прилегающее побережье до Крайновки; акватория Кизлярского залива с зарослевой зоной.

Промысел кефали ведется в июне-октябре на судах, не задействованных для лова обыкновенной кильки.

Состояние запасов рыб пресноводного комплекса

По данным рис. 9, запасы пресноводных рыб в регионе подвержены существенным колебаниям. Как отмечено выше, основным фактором, влияющим на численность и запасы этой группы рыб, является условия среды для эффективного размножения рыб. Кроме того, урожайность молоди рыб зависит также от уровня моря. Так, например, при повышении уровня Каспийского моря площадь прибрежных мелководных акваторий Кизлярского залива, где происходит размножение большинства видов полупроходных и речных рыб, увеличивается, что дает возможность повысить численность потомства рыб, улучшаются кормовые условия за счет снижения конкуренции.

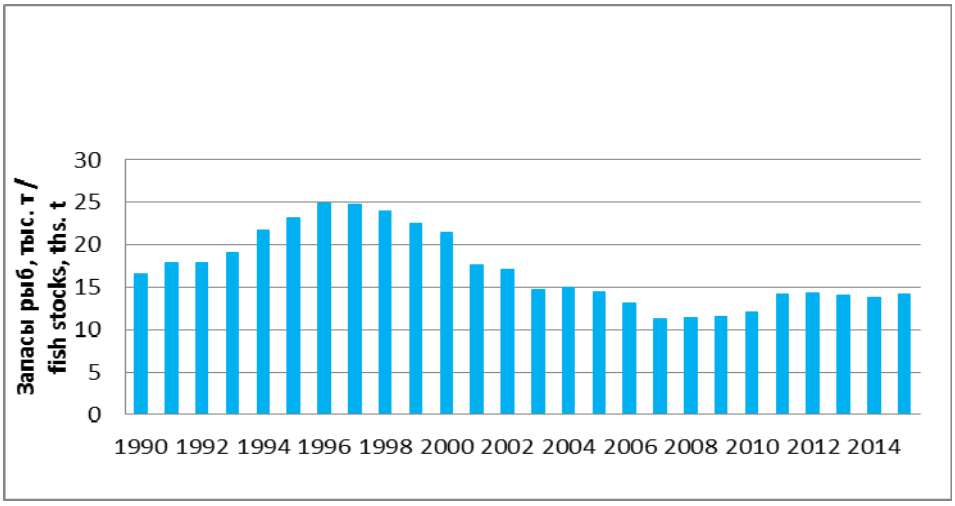


Рис. 9. **Динамика запасов полупроходных и речных видов рыб в Западно-Каспийском районе в 1990-2015 гг.**
Fig. 9. **Dynamics of stocks of semi-migrant and river fish species in the Western Caspian region, 1990-2015**

Уровень Каспийского моря за период с 1977 по 1995 гг. повысился на 2,5 м, при этом на графике видно, что запасы рыб увеличивались с 16 тыс. т в 1990 г. до 25 тыс. т в 1995г. В последующие 1996-2015 годы, уровень Каспия снизился на 1,0 м и, соответственно, запасы рыб снизились до 14 тыс. т.

В перспективе следует ожидать запасы рыб пресноводного комплекса на современном уровне, что будет обеспечивать их уловы на уровне 3,0-3,5 тыс. т.

ВЫВОДЫ

Подводя итог рассмотрения состояния запасов и хозяйственного использования биологических ресурсов западной части Среднего Каспия можно отметить следующее. Заметное снижение запасов водных биологических ресурсов за многолетний период происходило на первом этапе под влиянием природных факторов, главным образом снижения уровня моря.

В период с 1950 гг. к природным факторам добавилось еще антропогенные воздействия, такие, как гидростроительство на реках, вызвавшие глобальные негативные изменения среды обитания ВБРв Северном Каспии, перекрытие доступа рыб на нерестилища в реках и пр.

В современном периоде главными негативными факторами являются масштабное браконьерство, повлекшее катастрофическое сокращение запасов осетровых и других ценных видов рыб Каспия, стихийное проникновение чужеродных организмов (гребневик мнемиопсис), массовая гибель пелагических рыб вследствие природных процессов в море, перелов некоторых видов и пр. Совокупность негативных факторов до последнего времени непрерывно возрастала. Вдобавок, потенциальную опасность представляет развернувшееся на Каспии масштабное освоение нефтегазовых месторождений. Опасность особенно возрастает при авариях во время добычи и транспортировки нефтепродуктов, что может привести к еще более худшей ситуации для биологических ресурсов моря.

Биологические ресурсы могут приспосабливаться к меняющимся условиям, но существуют границы их адаптационных возможностей, за которыми происходят глубокие качественные и количественные изменения в организме или его гибель. Создание на основе ресурсной базы устойчиво растущего производства рыбопромысловых и рыбоперерабатывающих предприятий отрасли, обеспечивающих удовлетворение постоянного спроса на рыбную продукцию и рост доходной базы бюджета и благосостояния населения Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов В.П., Мажник А.Ю. Рыбное хозяйство Каспийского бассейна (Белая книга). М.: ТОО «Рыбное хозяйство», 1997. 40 с.
2. Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань. Изд-во КаспНИРХ. 2000. 100 с.
3. Абдусамадов А.С. Перспективы развития прибрежного рыболовства в западно-каспийском регионе России // Рыбное хозяйство. 2004. N6. С. 8-10.
4. Абдусамадов А.С. Состояние запасов рыб и перспективы развития прибрежного рыболовства в Терско-Каспийском районе // Рыбное хозяйство. 2007. N3. С. 61-63.
5. Абдусамадов А.С. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства западно-каспийского региона России // Юг России: экология, развитие. 2007. Т. 2, N3. С. 40-52.
6. Лепилина И.Н., Васильева Т.В., Абдусамадов А.С. Видовой состав и распределение осетровых рыб в Каспийском море в современный период // Естественные и технические науки. 2010. Т. 50, N6. С. 183-188.
7. Магомедов Г.М. Промысловые рыбы Дагестана, их запасы и промысел. Махачкала. 1981. 233 с.
8. Абдусамадов А.С., Омаров М.О., Столяров И.А., Ахмедов М.Р., Мирзоев М.З., Алигаджиев А.Д., Пушбарнэк Э.Б., Абушева К.С. Состояние запасов и перспективы промысла пресноводных рыб в западно-каспийском районе // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2002 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. 2003. С. 307-325.
9. Абдусамадов А.С., Пушбарнэк Э.Б. Состояние запасов каспийских сельдей и возможности промысла у дагестанского побережья // Сб. материалов IV ассамблеи ассоциации университетов прикаспийских государств. Махачкала. Изд-во ДГУ. 1999. С. 252-253.
10. Абдусамадов А.С., Мирзоев М.З. Анализ состояния рыбного хозяйства Аграханского залива и перспективы его возрождения // Сб. статей Международной конференции «Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы». Астрахань. Изд-во КаспНИРХ. 2003. С. 15-19.
11. Омаров М.О., Абдусамадов А.С., Столяров И.А., Ахмедов М.Р., Мирзоев М.З., Алигаджиев А.Д., Пушбарнэк Э.Б., Абушева К.С. Оценка состояния запасов промысловых рыб дагестанского побережья Каспия // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2000 г. Астрахань, Изд-во КаспНИРХ. 2001. С. 228-235.
12. Омаров М.О., Абдусамадов А.С., Столяров И.А., Ахмедов М.Р., Мирзоев М.З., Алигаджиев А.Д., Магомедов К.А., Пушбарнэк Э.Б., Абушева К.С., Халилбегов П.Х. Состояние запасов и прогноз вылова рыб на 2003 г. в западно-каспийском районе // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. С. 318-330.
13. Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. 167 с.
14. Абдусамадов А.С., Абдурахманов Г.М., Карпюк М.И. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства западно-каспийского региона России. М.: Наука. 2004. 350 с.

REFERENCES

1. Ivanov V.P., Mazhnik A.Yu. *Rybnoe khozyaistvo Kaspiiskogo basseina (Belaya kniga)* [Fish industry Caspian basin (White Book)]. Moscow, 1997. 40 p. (In Russian)
2. Ivanov V.P. *Biologicheskie resursy Kaspiiskogo moray* [The biological resources of the Caspian Sea]. Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ., 2000. 100 p. (In Russian)
3. Abdusamadov A.S. Prospects of the coastal fishery development in the Western-Caspian region of Russia. Rybnoe khozyaistvo [Fisheries]. 2004. no. 6. pp. 8-10. (In Russian)
4. Abdusamadov A.S. Fish stocks state and prospects for development of coastal fishing in Tersko-Caspian region. Rybnoe khozyaistvo [Fisheries]. 2007. no. 3. pp. 61-63. (In Russian)
5. Abdusamadov A.S. Current status and prospects of ecological and economic development of fisheries-West Caspian region of Russia. Yug Rossii: ekologiya, razvitie [South of Russia: ecology, development]. 2007, vol. 2, no. 3. pp. 40-52. (In Russian)
6. Lepilina I.N., Vasil'eva T.V., Abdusamadov A.S. Species composition and distribution of sturgeon in the Caspian Sea in the modern period. Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Natural and technical sciences]. 2010, vol. 50, no. 6. pp. 183-188. (In Russian)
7. Magomedov G.M. *Promyslovye ryby Dagestana, ikh zapasy i promysel* [Fishery Dagestan their stocks and harvesting]. Makhachkala, 1981. 233 p. (In Russian)
8. Abdusamadov A.S., Omarov M.O., Stolyarov I.A., Akhmedov M.R., Mirzoev M.Z., Aligadzhiev A.D., Pushbarnek E.B., Abusheva K.S. [Condition of stocks and prospects of fishing freshwater fish in the Western Caspian region]. *Rybokhozyaistvennye issledovaniya na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2002 g.* [Fisheries research in the Caspian Sea. Results of research work for 2002]. Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ., 2003, pp. 307-325. (In Russian)

9. Abdusamadov A.S., Pushbarnek E.B. [Condition reserves of the Caspian herring and fishing opportunities in Dagestan coast]. *Sbornik materialov IV assamblei assotsiatsii universitetov prikaspiiskikh gosudarstv* [Coll. materials IV Assembly of the Association of Universities of Caspian states]. Makhachkala, Dagestan State University Publ., 1999. pp. 252-253. (In Russian)
10. Abdusamadov A.S., Mirzoyev M.Z. Analiz sostoyaniya rybnogo khozyaistva Agrakhanskogo zaliva i perspektivy ego vozrozhdeniya [An analysis of the state of fisheries Agrakhan Gulf and the prospects for its revival]. *Sbornik statei Mezhdunarodnoi konferentsii «Rybokhozyaistvennaya nauka na Kaspii: zadachi i perspektivy». Astrakhan', 2003* [Coll. Articles of the International Conference "Fishery Sciences in the Caspian Sea: challenges and prospects", Astrakhan, 2003]. Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ., 2003, pp. 15-19. (In Russian)
11. Omarov M.O., Abdusamadov A.S., Stolyarov I.A., Akhmedov M.R., Mirzoyev M.Z., Aligadjiev A.D., Pushbarnek E.B., Abusheva K.S. [Assessment of commercial fish stocks Dagestan coast of the Caspian Sea]. *Rybokhozyaistvennye issledovaniya na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2002 g.* [Fisheries research in the Caspian Sea. Results of research work for 2000]. Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ., 2001, pp. 228-235. (In Russian)
12. Omarov M.O., Abdusamadov A.S., Stolyarov I.A., Akhmedov M.R., Mirzoyev M.Z., Aligadjiev A.D., Pushbarnek E.B., Abusheva K.S. [Condition of stocks and forecast fish catches for 2003 in the Western Caspian region]. *Rybokhozyaistvennye issledovaniya na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2002 g.* [Fisheries research in the Caspian Sea. Results of research work for 2001]. Astrakhan, Caspian Fisheries Research Institute Publ., 2002, pp. 318-330. (In Russian)
13. Kazancheev E.N. *Ryby Kaspiiskogo morya* [Fishes of the Caspian Sea]. Moscow, Light and food industry Publ., 1981. 167 p. (In Russian)
14. Abdusamadov A.S., Abdurakhmanov G.M., Karpyuk M.I. *Sovremennoe sostoyanie i ekologo-ekonomicheskie perspektivy razvitiya rybnogo khozyaistva zapadno-kaspiiskogo regiona Rossii* [Modern state and prospects of ecological and economic development of fisheries-West Caspian region of Russia]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 350 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Ахма С. Абдусамадов – директор Дагестанского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Почетный работник рыбного хозяйства Российской Федерации, доктор биологических наук, Махачкала, Россия.

Сакинат А. Гусейнова* – заслуженный работник высшего образования Республики Дагестан, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности Дагестанский государственный университет, профессор, тел. 89289848604, 367025, ул. М.Гаджиева, 43, Махачкала, Россия, e-mail: guseinova.sakinat@jandex.ru

Лейла А. Дудурханова – кандидат биологических наук, доцент, кафедра клеточной биологии, морфологии и микробиологии, Чеченский государственный университет, Грозный, Россия.

Критерии авторства

Ахма С. Абдусамадов написал разделы «Введение», «Цель и методы исследования», в разделе «Полученные результаты и их обсуждение» качественно проанализировал материал по состояния запасов и промысла биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала. Корректировал рукопись до подачи ее в редакцию. Сакинат А. Гусейнова и Лейла А. Дудурханова участвовали в написании работы в анализе и интерпретации материала по состоянию запасов и промысла биологических

AUTHOR INFORMATION

Affiliatioons

Akhma S. Abdusamadov - Doctor of Biological Sciences, director of the Dagestan branch of the federal state budgetary research institution "Caspian Research Institute of Fisheries," Honored Worker of Fisheries of the Russian Federation. Makhachkala, Russia.

Sakinat A. Guseinova* - candidate of biological sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education of the Republic of Dagestan, Head of the sub department of Life Safety, Dagestan State University. 367025, 43 M.Gadzhieva st., Makhachkala, Russia, e-mail: guseinova.sakinat@yandex.ru

Leila A. Dudurkhanova - Cand. Sc. (Biology), associate professor of Department of cell biology, morphology and microbiology, Chechen State University, Grozny, Russia.

Contribution

Akhma S. Abdusamadov, the author of the following sections: "Introduction", "Purpose and Methods" and "Findings and discussion" where he qualitatively analyzed the data on the status of fish stocks and fishery in the western part of the Middle Caspian and prospects for the use of the fish resources. Corrected the manuscript before its submission to the editor. Sakinat A. Guseynova and Leila A. Dudurkhanova, participated in the writing of the work, in making the analysis and interpretation of the data on fish stocks

ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективах использования их ресурсного потенциала Написала разделы «Аннотация» «Выводы». Сакинат А. Гусейнова несет ответственность при обнаружении плагиата или других неэтических проблем.

and fishery in the western part of the Middle Caspian and the prospects for the use of the fish resources. Sakinat A. Guseynova is responsible for avoiding the plagiarism or other unethical issues.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 25.02.2016
Принята в печать 31.03.2016

Received 25.02.2016
Accepted for publication 31.03.2016

Экология животных / Ecology of animals
Оригинальная статья / Original article
УДК 616:619.995.1
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-84-94

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПОПУЛЯЦИОННУЮ СТРУКТУРУ ГЕЛЬМИНТОВ ДОМАШНИХ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЮГО-ВОСТОКЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

[1]Агай М. Атаев*, [1]Мадина М. Зубаирова, [1]Надырсолтан Т. Карсаков, [2]Магомед Г. Газимагомедов, [3]Адиль Б. Кочкарев
[1]кафедра паразитологии, ветсанэкспертизы, акушерства и хирургии, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия, zubairowa@mail.ru
[2]лаборатория паразитологии, Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Махачкала, Россия
[3]Бабаюртовская зональная ветеринарная лаборатория, Бабаюрт, Россия,

Резюме. ***Целью*** данной работы является анализ биоразнообразия гельминтов домашних жвачных животных на юго-востоке Северного Кавказа, показателей зараженности скота ими на различных типах пастбищ, факторов экологии внешней среды, влияющие на их популяционную структуру и формирования сочетанных очагов био и геогельминтозов. ***Методы.*** В работе использованы классические методы исследований, принятые в современной паразитологии – гельминто-ово– ларвоскопия, полное гельминтологическое вскрытие животных и человека по К.И. Скрябину, культивирование личинок, вскрытие беспозвоночных, флотации, последовательное промывание фекалий. ***Результаты.*** Проведенные исследования в течение более 30 лет позволили установить, что домашние животные заражены на юго-востоке Северного Кавказа 64 видами гельминтов: овцы 54, крупный рогатый скот 55, буйволы 49. Общими для домашних жвачных являются 39 видов гельминтов. Возбудителями зоонозов являются Fasciola hepatica L., 1758, F. gigantica (Cobbold, 1856), Dicrocoelium lanceatum (Stiles et Hassal, 1896), Taeniarhynchus saginatus (Goeze, 1782) larvae, Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) larvae и потенциально Trichostongylus axei (Cobbold, 1879), T. vitrinus Looss, 1905, Haemonchus contortus (Rud., 1803), Gongylonema pulchrum (Molin, 1857). ***Заключение.*** Зараженность жвачных животных гельминтами варьирует экстенсивность инвазии (ЭИ) 0,8-67,5%, интенсивность инвазии (ИИ) 1-1260 экз. Животные заражаются гельминтами в равнинном, предгорном поясах с апреля по конец ноября, а горах выше 2500 м над уровнем моря с июля по конец сентября. В равнинном поясе можно выделить четыре типа экологических пастбищ: степные, полупустынные, солончаковые, низинные увлажненные, где формируются сочетанные очаги гельминтозов с разными количественными и качественными составляющими. Видовой состав гельминтов, численность их популяции зависит от воздействия факторов экологии внешней среды (среды второго порядка по В.А. Догелю). На сочетанных очагах жвачные животные всегда заражаются смешанными инвазиями гельминтов от 4 до 17 видов.

Ключевые слова: гельминт, экология, популяция, жвачные, экстенсивность, интенсивность, инвазия, Северный Кавказ, Дагестан.

Формат цитирования: Атаев А.М., Зубаирова М.М., Карсаков Н.Т, Газимагомедов М.Г., Кочкарев А.Б. Влияние экологических факторов на биоразнообразие и популяционную структуру гельминтов домашних жвачных животных на юго-востоке Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.84-94. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-84-94

ENVIRONMENTAL IMPACTS ON THE BIODIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF THE HELMINTHES OF DOMESTIC RUMINANTS IN THE SOUTHEAST OF THE NORTH CAUCASUS

[1]Agay M. Ataev*, [1]Madina M. Zubairova, [1]Nadyrsoltan T. Karsakov,
[2]Magomed G. Gazimagomedov, [3]Adil B. Kochkarev*
[1] Sub-department of Parasitology, Veterinary-sanitary inspection, Obstetrics and Gynecology,
M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University,
Makhachkala, Russia zubairowa@mail.ru
[2] Laboratory of Parasitology, Caspian Zonal Research Veterinary Institute,
Makhachkala, Russia
[3]Babayurt Zonal Veterinary Laboratory, Babayurt, Russia

Abstract. ***Aim.*** The aim of the research is to analyze the biodiversity of helminths of domestic ruminants in the south-east of the North Caucasus; indicators of infestation of cattle grazing on different types of pastures; environmental factors affecting their population structure and the formation of combined foci of bio and geo helminthiasis. ***Methods.*** We used classical research methods adopted in contemporary parasitology: helminth - larvoscopia, complete helminthological autopsy of animals and humans by KI Scriabin, cultivation of the larvae, opening of invertebrates, flotation, and feces washed successively.***Results.*** 30 years of research revealed that the domestic ruminants in the south-east of the North Caucasus are infected by 64 species of helminthes: sheep 54, cattle 55, buffaloes 49. Common to domestic ruminants are 39 species of helminths. The causative agents zoonozis are Fasciola hepatica L., 1758, F. gigantica (Cobbold, 1856), Dicrocoelium lanceatum (Stiles et Hassal, 1896), Taeniarhynchus saginatus (Goeze, 1782) larvae, Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) larvae, Trichostongylus axei (Cobbold, 1879), T. vitrinus Looss, 1905, Haemonchus contortus (Rud., 1803), and Gongylonema pulchrum (Molin, 1857). ***Conclusion.*** Infestation by helminthes of ruminants varies the extensity of invasion (EI) 0,8-67,5%, intensity of invasion (II) 1-1260 species. Animals are infected with helminthes in plain and foothill zones from April to the end of November, and in the mountains 2500 meters above sea level from July to the end of September. In the plain belt, ecological grassland can be divided into four types: steppe, semi-arid, saline, low-lying wet lands where we can find combined foci of helminthes with different quantitative and qualitative characteristics. The species composition of helminthes, their population is dependent on the environmental factors. In combined foci, ruminants are always infected with mixed invasions of helminthes, from 4 to 17 species.
Keywords: helminths, ecology, population, ruminants, extensiveness, intensity, invasion, the North Caucasus, Dagestan.

For citation: Ataev A.M., Zubairova M.M., Karsakov N.T., Gazimagomedov M.G., Kochkarev A.B. Environmental impacts on the biodiversity and population structure of the helminthes of domestic ruminants in the southeast of the North Caucasus. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 84-94. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-84-94

ВВЕДЕНИЕ

Биоразнообразие гельминтов домашних жвачных животных на юго-востоке Северного Кавказа представлено 64 видами, из 5 классов - 5 трематод, 8 цестод и 51 нематод [1-9]. У овец зарегистрировано 54 видов, соответственно крупного рогатого скота – 55, буйвола – 49. В фауне гельминтов домашних жвачных 26 био, 38 геогельминтов. Алиментарно заражают животных 56 видов, трансмиссивно – 5, при слизывание слёзной жидкости – 3. Возбудителями зоонозов являются Fasciola hepatica L., 1758, F. gigantica (Cobbold, 1856), Dicrocoelium lanceatum Stiles et Hassal, 1896, Taeniarhynchus saginatus larvae (Goeze, 1782), Echinococcus granulosus larvae (Batsch, 1786) и потенциально Trichostongylus axei (Cobbold, 1879), T.vitrinus Looss, 1905, Haemonchus contortus (Rud., 1803), Gongylonema pulchrum (Molin, 1857) [1-11].

Экстенсивность инвазии (ЭИ) овец гельминтами варьирует 0,8-67,5%, интенсивность инвазии (ИИ) 2-12860 экз., соответственно крупного рогатого скота 0,8-55,0% и 3-2130 экз., буйвола 0,8-27,5% и 2-164 экз. В среднем на исследованное животное отмечено 48,6±1,26 экз./гол. трематод, 5,3±0,32 экз./гол. цестод, 69,8±1,94 экз./гол. нематод. Овцы практически всегда инвазированы смешанными инвазиями гельминтов от 4 до 17 видов, крупный рогатый скот 3-12, буйволы 3-8 [6, 8].

Численность популяции промежуточных хозяев фасциол малого, ушковидного прудовиков в биотопах варьирует от 30 до 260 экз. на 1м², соответственно планорбид – 25-184 экз./м², сухопутных моллюсков – 18-150 экз./м², орибатид – 350-12300 экз./м². мух – 56-550 экз./100 м² помещения.

В предгорном, горном поясах не зарегистрированы Fasciola gigantica (Cobbold, 1856), Paramphistomum cervi (Zeder, 1790), Calicophorum calicophorum (Fischoeder, 1901), Bunostomum phlebotomum (Railliet, 1900), виды родов Oesophagostomum Molin, 1861; Ostertagia Ransom, 1907; Cooperia Ransom, 1907.

Только овцы инвазированы Multiceps multiceps Kuchenmeister, 1853 larvae; Dictyocaulus filaria (Rud., 1809), только у крупного рогатого скота зарегистрированы Dictyocaulus viviparus (Bloch, 1782), Onchocerca gutturosa (Neumann, 1910); O. lienalis (Stiles, 1892); Stefanofilaria assamensis Pande, 1936; S. stilesi Chitwood, 1934, Neascaris vitulorum (Goeze, 1782). Виды гельминтов свойственные только буйволу не обнаружены. Общими для всех видов домашних жвачных животных являются 39 видов гельминтов.

На юго-востоке Северного Кавказа в хозяйствах разных форм собственности содержатся около 1 млн. крупного рогатого скота, 5,0 млн овец и 40 тысяч буйволов (встречаются только в равнинном поясе), суммарная зараженность их гельминтами колеблется 80-96,0%, при интенсивности инвазии 1-12860 экз.

Гельминты отдельных видов домашних животных, конкретные систематические группы возбудителей изучены в регионе исследователями в разные годы [1-8, 10, 12-14]. В научных публикациях нет обобщающих материалов по биоразнообразию гельминтов домашних жвачных животных на юго-востоке Северного Кавказа, особенности распространения на разных экологических типах пастбищ, в сочетании природных, антропогенных очагов гельминтозов и приуроченности их к определенному хозяину. Вместе с тем, вопрос о приуроченности паразитов к одному определенному хозяину или группе хозяев, является одним из основных вопросов современной паразитологии. [15].

Данная статья посвящена изучению биоразнообразия гельминтов домашних жвачных на юго-востоке Северного Кавказа, в сложном природно-климатическом, экологическом отношении регионе. Паразитарные системы «домашние жвачные животные - гельминты» в экосистемах региона многократно биологически защищены, агрессивно активны, что требует регулярного мониторинга эпизоотической ситуации, чтобы уточнить изменения биоразнообразия, связанные с экологическим, антропогенным влиянием для коррекции схем наступательной профилактики гельминтозов домашних жвачных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 1983-2013 годы исследовано по 120 голов овец, крупного рогатого скота, буйволов трех возрастных групп (молодняк до 1 года, от 1 года до 2 лет, старше 2 лет) по сезонам года в разрезе высотной поясности. Копрологически изучены 3000 проб фекалий. Исследовано 200 проб крови, у 180 животных промыты глаза 3% раствором борной кислоты, у 120 голов взяты биопсии кожи на брюшной поверхности перед выменем и с внутренней стороны ушной раковины.

В работе использованы методы полного гельминтологического вскрытия по К.И. Скрябину, последовательного промывания фекалий, флотации с насыщенным раствором аммиачной селитры по Котельникову, Хренову, Бермана-Орлова, дермолярвоскопию по Куликовой.

Исследования крови проводилось по Гнединой. Глаза животных исследовались методами, принятыми в ветеринарной клинической диагностике.

По большинству видов гельминтов материалы анализируются по 10 и более кратным подтверждением, полученные в течение 30 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Домашние жвачные животные заражаются на юго-востоке Северного Кавказа 64 видами гельминтов (таблица), овцы 54, крупный рогатый скот 55, буйволы 49, в том числе 26 био и 38 геогельминтов. Животные алиментарно заражаются 56 видами, трасмиссивно

5, при слизывании промежуточными хозяевами (мухи) слезной жидкости 3. Специфичны для овец Dictyiocaulus filaria (Rud., 1809), крупного рогатого скота Dictyocaulus viviparus (Bloch, 1782); Neascaris vitulorum (Goeze, 1782); Thelazia rhodesi (Desmarest, 1827); Th. gulosa Railliet et Henry, 1910; Th. skrjabini Erschov, 1928; Onchocerca gutturosa (Neumann, 1910); O. lienalis (Stiles, 1892); Stefanofilaria assamensis Pande, 1936; S. stilesi Chitwood, 1934. Моногостальных для буйвола видов гельминтов не обнаружены. Остальные виды гельминтов являются широкоспецифичными для домашних жвачных. В целом фауна гельминтов типичная для домашних жвачных, а некоторые из них и для других видов животных. Общими для домашних животных являются 39 видов гельминтов. Возбудителями зоонозов являются Fasciola hepatica L., 1758, F. gigantica (Cobbold, 1856), Dicrocoelium lanceatum Stiles et Hassal, 1896, Taeniarhynchus saginatus larvae (Goeze, 1782), Echinococcus granulosus larvae (Batsch, 1786) и потенциально Trichostongylus axei (Cobbold, 1879), T.vitrinus Looss, 1905, Haemonchus contortus (Rud., 1803), Gongylonema pulchrum (Molin, 1857).

Гельминты заражают домашних жвачных в широком диапазоне экстенсивности инвазии (ЭИ) 0,8-67,5%, интенсивности инвазии 1-12860 экз., в среднем на одно животное 56±237 экз./гол.

Отдельные виды гельминтов заражают овец ЭИ 0,8-67,5%, ИИ 1-12860 экз., крупный рогатый скот соответственно 0,8-55,0% и 2-2300 экз., буйволов 0,8-271,5% и 2-164 экз.

Все годы исследований высокие показатели зараженности овец, ЭИ 21,6-67,5%, ИИ 2-12860 экз. выявлены фасциолами, дикроцелиями, аноплоцефалятами, тенуикольным цистицерком, личинками эхинококкуса, хабертиями, из буностом - Bunostomum trigonocephalum, трихостронгилюсами, из нематодирусов - Nematodirus filicollis, N.spathiger, Dictyocaulus filaria, Gongylonema pulchrum. Высокие значения ЭИ 18,3-55,0%, ИИ 9-2300 экз. отмечены у крупного рогатого скота F. hepatica, F.gigantica, D.lanceatum, T.hydatigena (l), S.papillosus, Ch.ovina, B. trigonocephalum, T.axei, T. capricola, T. vitrinus, H.contortus, N.filicollis, N.spathiger, O. gutturosa, G.pulchrum. Буйволы интенсивно инвазированы ЭИ 17,5-27,5%, ИИ 6-164 экз. фасциолами, дикроцелиями, хабертиями, гонгилонемами.

Овцы слабо заражены ЭИ 0,8-8,3%, ИИ 1-12 экз. C.cerebralis, S.papillosus, B.phlebotomum, виды родов Oesophagostomum, Ostertagia, Maramastrongylus, Marshallagia, Cooperia, N.oiratianus, N. abnormalis, N. dogeli, N.andreevi, виды Protostrongylus, Setaria, Trichocephalus. Крупный рогатый скот, буйволы ограничено заражены, ЭИ 0,8-8,3, ИИ 2-12 экз., P.cervi, C.calicohorum, M.expansa, M.benedeni, C.bovis, Oe.venulosum, Oe.radiatum, Oe.columbianum, B.trigonocephalum, трихостронгилидами (исключение H.contortus и N.filicollis), D.viviparus, P.kochi, N.vitulorum, Th.gulosa, Th.rhodesi, Th. skrjabini, S.labiato-papillosa, S.papillosus (у телят), T.axei, T.vitrinus, T. ovis, T.skrjabini.

Суммарная зараженность овец гельминтами в равнинном поясе варьирует ЭИ 80,0-96,0%, ИИ 1-12860 экз., соответственно крупного рогатого скота 74,0-80,0% и 2-2300 экз., буйволов 48,0-51,5% и 2-164 экз., в предгорном 91,5-95,7% и 2-3900 экз., 72,0-78,4% и 2-2160 экз., 45,6-48,3 и 2-108 экз., в горах до 2000 м.н.у.м. 60,0-63,0% и 1-186 экз., 30,0-33,2 и 2-83 экз.

Домашние жвачные всегда заражены гельминтами в смешанных инвазиях. Овцы в равнинном, предгорном поясах инвазированы от 4 до 17 видами одновременно, где общая их численность может достигать 3-12860 экз., соответственно крупный рогатый скот 3-12 и 3,5-4,3 тысяч экз., буйволы 4-8 и 300-450 экз., в горах до 2000 м.н.у.м. 4-10 и 250-380 экз., 3500 м.н.у.м. 3-6 и 140-170 экз.

Моноинвазии гельминтов регистрируются крайне редко в равнинном, предгорном поясах и только среди молодняка и домашних жвачных от 4-6 месяцев – это H.contortus, M.expansa, N.filicollis, N.spathiger, D.filaria, D.viviparus, C.cerebralis (у ягнят), S.papillosus (у телят), T.axei, T.vitrinus, ЭИ 2,0-3,5%, ИИ 1-6 экз.

Таблица 1

Биоразнообразие гельминтов домашних жвачных на юго-востоке Северного Кавказа и показатели зараженности

Table 1

Biodiversity of helminthes of domestic ruminants in the south-east of the North Caucasus and rate of infection

№ n/n	Вид гельминта Helminthes species	Овцы – 120 голов / Sheep – 120 heads		Крупный рогатый скот – 120 голов / Cattle -120 heads		Буйволы – 120 голов / Buffaloes – 120 heads	
		Зара-жено, % Infect-ed, %	ИИ ± µm экз/гол. sam-ple/head	Зараже же-но,% Infect-ed	ИИ ± µm экз/гол. II ± µm spe-cies/heads sample/	Зара раже же-но/ % In-fect-ed	ИИ ± µm экз/гол. II ± µm spe-cies/head s sample/
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Fasciola hepatica L., 1758	40/33,3	26,3±1,22	20/16,6	18,5±0,96	8/6,6	7,4±0,35
2	F. gigantica (Cobbold, 1856)	42/35,0	29,4±1,27	23/17,5	21,6±0,98	9/7,5	10,3±0,39
3	Dicrocoelium lanceatum (Stiles et Hassal, 1896)	81/67,5	315,6±2,84	68/56,6	189±2,44	32/26,6	52,3±1,56
4	Paramphistomum cervi (Zeder, 1990)	21/17,5	32,3±0,74	16/13,3	27,7±1,24	7/5,8	14,6±0,62
5	Calicophorum calicophorum (Fichoeder, 1901)	23/19,1	34,5±0,76	18/15,0	29,3±1,26	9/7,5	10,4±0,39
6	Moniezia expansa (Rud, 1810)	86/66,6	8,3±0,22	6/5,0	2,3±0,12	-	-
7	M. benedeni (Moniez, 1879)	42/35,0	6,4±0,18	7/5,8	2,1±0,11	-	-
8	Avitellina centripunctata (Rivolta, 1874)	20/16,6	2,2±0,12	-	-	-	-
9	Thysaniezia giardi (Moniez, 1879)	18/15,0	1,7±0,11	-	-	-	-
10	Taenia hydatigena (Pallas, 1766) larvae	24/20,0	5,8±0,32	18/15,0	3,2±0,25	10/8,3	2,5±0,13
11	Taeniarhynchus saginatus (Goeze, 1782) larvae	-	-	1/0,8	8,0±0,11	1/0,8	3,4±0,11
12	Echinococcus granulosus (Batsch, 1786) larvae	40/23,3	10,6±0,26	19/15,8	6,3±0,12	10/8,3	2,4±0,12
13	Multiceps multiceps Kuchenmeister, 1853 larvae	2/1,6	1,2±0,11	-	-	-	-
14	Strongyloides papillosus (Wedl., 1856)	2/1,6	3,2±0,11	20/16,6	36,5±0,96	-	6,7±0,19
15	Chabertia ovina (Fabricius, 1788)	38/31,6	23,3±0,14	16/13,3	17,6±0,13	5/4,1	11,8±0,12
16	Bunostomum trigonocephalum (Rud., 1808)	53/44,1	68,7±1,56	28/23,3	26,5±0,21	8/6,6	6,8±0,11
17	B. phlebotomum (Railliet, 1900)	12/10,0	14,3±0,12	8/6,6	8,5±0,12	4/3,3	-
18	Oesophagostomum radiatum (Rud., 1803)	12/10,0	14,3±0,12	6/5,0	9,7±0,11	-	-
19	Oe.venulosum (Rud., 1809)	10/8,3	11,8±0,11	5/4,1	3,5±0,11	-	-
20	Oe. columbianum (Curtice, 1890)	9/7,5	8,3±0,11	-	-	-	9,8±0,11

21	Trichostongylus axei (Cobbold, 1879)	44/36,6	120,8±0,12	10/8,3	23,4±0,24	6/5,0	-
22	T. capricola Ransom, 1907	31/95,8	28,4±0,86	10,83	23,4±0,24	-	-
23	T. colubriformis (Giles, 1829)	26/21,6	15,6±0,86	6/5,0	8,6±0,13	-	3,4±0,11
24	T. skrjabini Kalantarian, 1928	25/20,8	13,4±0,63	6/5,0	4,6±0,11	2/1,6	9,7±0,11
25	T. vitrinus Looss, 1905	41/34,1	98,5±1,87	10/8,3	29,7±0,28	5/4,1	-
26	Ostertagia ostertagi (Stiles, 1892)	12/10,0	28,5±1,47	6/5,0	3,8±0,18	-	-
27	O. circumcincta (Stadelman, 1894)	10/8,3	9,6±0,12	5/4,1	3,8±0,11	-	-
28	O. occidentalis Ranson, 1907	10/8,3	11,3±0,13	-	-	-	-
29	O. leptospicularis Assadov, 1953	9/7,5	9,6±0,12	3/2,5	4,6	2/1,6	3,5±0,11
30	O. antipini Matschulsky, 1950	4/3,3	5,2±0,11	3/2,5	4,6±0,11	2/1,6	3,5±0,11
31	Ostertagia trifurcata (Ransom, 1907)	5/4,1	4,9±0,11	2/1,6	3,8±0,11	-	-
32	Maramostrongylus daghestanica (Altaev, 1952)	3/2,5	5,4±0,12	-	-	-	-
33	Marshallagia marshalli (Ransom, 1907)	8/6,6	4,2±0,11	-	-	-	-
34	Marshallagia schikobalovi Altaev, 1952	2/1,6	4,3±0,11	-	-	-	-
35	Haemonchus contortus (Rud., 1803)	44/36,6	346,7±3,16	27/22,5	123,4±2,37	14/11,6	32,3±0,28
36	Cooperia oncophora (Rail-liet, 1898)	10/8,3	14,6±0,13	3/2,5	4,7±0,12	-	-
37	C. punctata (Linstow, 1906)	9/7,5	8,3±0,12	2/1,6	3,8±0,12	-	-
38	C. zurnabada Antipin, 1931	8/6,6	5,8±0,11	2/1,6	4,0±0,12	-	-
39	Nematodirus filicollis (Rud., 1802)	40/33,3	88,3±1,84	44/36,6	112,3±2,76	18/15,0	28,4±0,24
40	N. helvetianus May, 1920	21/17,5	56,4±0,46	10/8,3	36,4±1,52	9/7,5	12,6±0,14
41	N. oiratianus Rajevskaja, 1929	10/8,3	21,2±0,18	7/5,8	14,8±0,18	5/4,1	8,2±0,12
42	N. abnormalis May, 1920	9/8,5	5,6±0,12	4/3,3	3,4±0,13	-	-
43	N. spathiger (Railliet, 1896)	44/36,6	183,3±2,38	40/33,3	68,6±1,77	14/11,6	19,4±0,16
	N. dogeli Sokolova, 1948	4/3,3	5,7±0,11	-	-	-	-
44	N. andreevi Popova, 1952	5/4,1	4,2±0,11	-	-	-	-
45	Dictyocaulus filaria (Rud., 1809)	30/25,0	28,5±1,74	-	-	-	-
46	D. viviparus (Bloch, 1782)	-	-	6/5,0	11,4±0,12	-	-
47	Protostrongylus kochi (Schulz, Orlov et Kutass, 1933) Chitwood et Chitwood, 1938	10/8,0	14,4±0,15	2/1,6	3,6±0,11	-	-
48	P. hobmaieri (Sch., Orl. et Kut, 1933)	9/7,5	6,7±0,12	1/0,8	8	-	-
49	Cystocaulus nigrescens (Jerke, 1911) Sch., Orl. Et Kut, 1933	8/6,6	12,4±0,14	2/1,6	2,3±0,11	-	-
50	Mullerius capillaris (Mul., 1889) Camer., 1927	7/5,8	4,3±0,11	-	-	-	-
51	Neascaris vitulorum (Goeze, 1782)	-	-	6/5,0	11,3±0,14	3/2,5	3,6±0,11
52	Thelazia rhodesi (Desmarest, 1827)	-	-	4/3,3	5,7±0,11	2/1,6	2,3±0,11
53	Th. gulosa Railliet et Henry, 1910	-	-	3/2,5	4,8±0,11	1/0,8	2,1±0,11

54	Th. skrjabini Erschov, 1928	-	-	2/1,6	3,1±0,11	-	-
55	Gongylonema pulchrum (Molin, 1857)	26/21,6	14,3±0,16	24/20,0	19,3±0,18	12/10,0	8,6±0,12
56	Onchocerca gutturosa (Neumann, 1910)	-	-	25/28,3	11,4±0,13	10/8,0	10,4±0,12
57	O. lienalis (Stiles, 1892)	-	-	21/17,5	8,4±0,12	-	-
58	Stefanofilaria assamensis Pande, 1936	-		20/16,6	6,4±0,12	-	-
59	S. stilesi Chitwood, 1934	-	-	17/14,1	4,2±0,11	-	-
62	Setaria labiato-papillosa (Alessandrini, 1838)	2/1,6	2,1±0,11	8/6,6	5,4±0,12	4/3,3	2,2±0,11
63	Trichocephalis ovis Abilgaard, 1795	9/7,5	8,9±0,13	9/7,5	11,6±0,14	3/2,5	5,3±0,12
64	T. skjabini (Baskakow, 1924)	10/8,0	9,3±0,12	8/6,6	8,4±0,13	-	-

Домашние жвачные заражаются гельминтами в основном на пастбищах, исключение – личиночные тенииды, виды спирурат, филяриат.

Заражение животных гельминтами в экосистемах равнинного, предгорного поясов происходит с апреля по конец ноября, а в годы, когда зимы теплые (7 из 10 годов) до 10 месяцев. Заражение домашних жвачных биогельминтами – дикроцелиями, мониезиями, протостронгилидами, видами спирурат, филяриат происходит в период активности промежуточных хозяев со второй половины апреля до середины октября. В горах до 2000 м.н.у.м. гельминты заражают животных с июня по конец сентября, до 3000 м.н.у.м. со второй половины июля и до середины сентября.

На юго-востоке Северного Кавказа высокую численность популяции в окончательном хозяине имеют фасциолы, дикроцелии, эхинококкусы, тении гидатигенные (собаки инвазированы соответственно до 50,0 и 38,0%), моноезии, стронгилята дыхательного диктиокаулюсы (у овец), пищеварительного (хабертии, буностомы, трихостронгилюсы, нематодирусы, гемонхусы, гонгилонемы) трактов.

Зараженность буйвола гельминтами в два и более раз меньше, чем у крупного рогатого скота и до 6 раз, чем у овец. Большинство пастбищ являются общими для домашних жвачных, а крупный рогатый скот, буйволы выпасаются всегда вместе в общих стадах. Указанные низкие показатели экстенсивности, интенсивности инвазии буйволов гельминтами связаны с высокой естественной резистентностью этого животного, что приводит к резкому ограниченно приживаемости гельминтов в организме, что ранее отмечены нами [2, 12], хотя они заражаются возбудителями гельминтозов, по видимому с одинаковой интенсивностью.

В равнинном поясе Дагестана на биоразнообразие количественные, качественные показатели зараженности домашних жвачных гельминтами большое влияние оказывает, природные, экологические факторы в биотопах пастбищ. Так, численность популяции гельминтов высокая на низинных увлажненных угодьях (ЭИ 33,3-67,5%, ИИ до 86,5±1,74 экз./гол.), где оптимальная влажность, температура и богатый травостой, соответственно высокие показатели зараженности животных. Поэтому в этих биоценозах равнинного пояса паразитарные системы «домашние жвачные - гельминты» функционируют надежно и многократно защищены во всех звеньях эпизоотической цепи, а также агрессивно активны. На солончаковых, степных (богарных), полупустынных пастбищах равнинного, предгорного поясов, где низкая влажность, высокая температура (летом и в начале осени до +50˚С и более воздуха и почвы) численность популяции гельминтов низкая, резко ограничено в биотопах, соответственно зараженность домашних жвачных гельминтами слабая (ЭИ 1,6-15,0%, ИИ 19,3±0,46 экз./гол.), особенно видов трематод, цестод (исключение эхинококкусы), большинства нематод.

В равнинном поясе можно выделить четыре типа экологических пастбищ: степные, полупустынные, солончаковые, низинные увлажненные, где ежегодно формируются стабильные сочетанные очаги гельминтозов, в которых развивается и накапливается определенная численность популяции возбу-

дителей. На степных пастбищах, где еще нет ирригации формируются сочетанные очаги гельминтов, где биоразнообразие представлено D. lanceatum, M.expansa, M.benedeni, личинками E.granulosus, T.hydatigena, T.ovis, S. papillosus, Ch. ovina, B. trigonocephalum, H. contortus, видов родов Nematodirus, Trichostrongylus, Ostertagia, Cooperia, Dictyocaulus, Protostrongylus, C. nigrescens, M. capillaris, видами P. Thelazia, G.pulchrum. Соответственно, домашние жвачные заражены этими видами гельминтов в разных сочетаниях, экстенсивность инвазии суммарно до 50,0%, интенсивность инвазии до 83,5±2,16 экз./гол. Сочетанные очаги гельминтов с разным биоразнообразием обеспечивает «гарантированное» заражение жвачных животных, а последние в течение круглого года обсеменяют эти биотопы яйцами, личинками этих возбудителей.

В биотопах полупустынных пастбищ формируются сочетанные очаги с ограниченным биоразнообразием гельминтов – это дикроцелии, мониезии (редко), личинки тениид, нематодирусы, трихостронгилюсы, остертагии, диктиокаулюсы, протостронгилюсы с низкими показателями численности популяции. Жвачные заражены суммарно на этих биотопах с низкими значениями экстенсивности инвазии до 20,0%, интенсивности инвазии до 12,6±0,34 экз./гол.

На солончаковых пастбищах развиваются сочетанные очаги гельминтов, где не регистрируются дикроцелии, мониезии, стронгилоидесы, протостронгилиды и ограниченно трихостронгилиды. Экстенсивность инвазии животных варьирует суммарно до 25,0%, интенсивность инвазии 10,0±0,2 экз./гол.

На низинных увлажненных пастбищах отмечены сочетанные очаги гельминтов с биоразнообразием всех видов представленные в таблице. Численность популяции видов биотопов ежегодно высокая, соответственно жвачные заражены суммарно до 96,0%, при интенсивности инвазии 386,0±2,34 экз./гол.

Предгорный пояс представлен двумя типами пастбищ: низинные увлажнённые по долинам рек и водоемов, а также предгорными степями.

На низинных увлажненных биотопах формируются сочетанные очаги гельминтов с биоразнообразием типичными для таковых равнинного пояса, с той разницей, что на них не отмечены личинки фасциолы гигантской, парамфистоматид, остертагий и кооперий. Зараженность жвачных животных гельминтами колеблется суммарно до 70,0%, при интенсивности инвазии 130,5±1,83 экз./гол.

На предгорных степных пастбищах развиваются сочетанные очаги гельминтов, типичные для таковых равнинного пояса. Жвачные животные инвазированы суммарно до 58,0%, при интенсивности инвазии 12,2±1,87 экз./гол.

В горах на 2000 м. н. у. м. представлены два типа пастбищ: горные плато и угодья по долинам рек.

На пастбищах горных плато образуются сочетанные очаги гельминтов, где биоразнообразие представлено дикроцелиями, мониезиями, личинками тениид, стронгилоидесами, хабертиями, буностомами, трихостронгилидами, стронгилятами дыхательного тракта, телязиями, гонгилонемами. Суммарная зараженность жвачных животных на пастбищах горных плато достигает 52,0%, при интенсивности инвазии 33,0±1,24 экз./гол.

На угодьях по долинам рек сочетанные очаги гельминтов представлены указанными на горных плато биоразнообразием и незначительной популяцией фасциолы обыкновенной. Суммарная зараженность жвачных животных на этих угодьях достигает 58,0%, при интенсивности инвазии 54,0±1,63 экз. /гол.

В горах на 3000 м над у.м. скот выпасают на склонах, где имеются сочетанные очаги гельминтов, в которых биоразнообразие представлено ограниченным в количественном и качественном отношениях видами возбудителей – дикроцелии, мониезии, личинки тениид (E.granulosus, T.hydatigena), стронгилоидесы, хабертии, буностомы, трихостронгилиды, диктиокаулюсы. Суммарная зараженность жвачных на этих угодьях достигает 27,0%, при интенсивности инвазии 17,0±0,54 экз./гол.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биоразнообразие гельминтов домашних жвачных животных на юго-востоке Северного Кавказа представлено 64 видами гельминтов, типичных для данной группы скота и в целом для региона ЭИ 0,8-67,5%, ИИ 1-12860 экз. Овцы интенсивно заражены

гельминтами, чем остальные домашние жвачные, особенно опасными в эпизоотическом отношении видами – F. hepatica, F. gigantica, D. lanceatum, P. cervi, C. colicophorum, M. expanza, M. benedeni, личиночками тениид - E. granulosus, C. tenuicollis и представителями подотряда Strongylata Railliet et Henry, 1913.

В биотопах пастбищ встречаются сочетанные очаги гельминтов, где численность популяции отдельных видов зависит от воздействия факторов экологии внешней среды (среды второго порядка по В.А. Догелю). В сочетанных очагах жвачные всегда заражаются смешанными инвазиями гельминтов от 4 до 17 видов. В высотном аспекте отмечается резкое сокращение числа видов в сочетанных очагах, соответственно количественных, качественных параметров зараженности жвачных гельминтами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтаев А.Х. Гельминтофауна овец и коз Дагестана // Труды Лаборатория гельминтологии АН СССР. 1953. Т. 9. С. 10-14.
2. Атаев А.М. Экологические основы терапии и профилактики фасциолеза животных // Ветеринария. 1994. N9. С. 28-29.
3. Белиев С-М.М., Зубаирова М.М. Зараженность овец гельминтами по сезонам года в биоценозах Чеченской Республики // Проблемы развития АПК региона. 2012. N2 (10). С. 78-89.
4. Биттиров А.М., Таов И.Х. Механизм биологической защищенности эпидемологического процесса зоонозов // Материалы докладов I Межрегиональной научно-практической конференции к 45 летию факультета ветеринарной медицины, Кабардино-балкарская государственная сельскохозяйственная академия. Нальчик. 2008. С. 15-18.
5. Бочарова М.М. Структура популяции Dicrocoelium lanceatum в биоценозах пастбищ // Материалы научно-практической конференции Всероссийского общества гельминтологов (ВОГ). М. 2009. Выпуск 10. С. 72-74.
6. Зубаирова М.М. Эпизоотология спируратозов и филяриатозов крупного рогатого скота Дагестана // Ветеринария. 2010. 11. С. 27-29.
7. Газимагомедов М.Г., Атаев А.М., Карсаков Н.Т. Фауна гельминтов овец и крупного рогатого скота в Дагестане // Ветеринарная медицина. 2012. N3-4. С. 103-106.
8. Карсаков Н.Т., Атаев А.М., Зубаирова М.М., Насирханова З.Ш. Распространение гельминтозов домашних жвачных в Дагестане // Российский паразитологический журнал. 2008. N3. С. 56-59.
9. Колесников В.И., Атаев А.М., Газимагомедов М.Г. Трематодозы животных. Ставрополь – Махачкала, 2011. 112 с.
10. Скрябин К.И., Шихобалова Н.П., Шульц Р.С., Попова Т.И., Боев С.Н., Делямуре С.Л. Стронгилятозы. М.: Изд. АНСССР. 1952. Т. III. С. 858 с.
11. Шахтамирова Р.С. Эпизоотология мониезиоза домашних жвачных в Чеченской Республике // Российский паразитологический журнал. 2004. N4. С. 67-70.
12. Ургуев К.Р., Атаев А.М. Болезни овец. Махачкала. 2004. 395 с.
13. Хуклаева М.Г. Эпизоотология фасциолёза домашних жвачных животных в Чеченской Республике // Российский паразитологический журнал. 2009. N4. С. 63-67.
14. Шамхалов В.М., Джамбулатов З.М., Кабардиев С.Ш., Шамхалов М.В., Магомедов О.А., Махиева Б.М. Гельминтозы и меры борьбы с ними в Северо-Кавказском регионе Российской Федерации. Махачкала, 2001. 345 с.
15. Шульман С.С. О специфичности паразитов рыб // Зоологический журнал. 1954. Т. 33. В. 1. С. 14-25.

REFERENCES

1. Altaev A.Kh. *Gel'mintofauna ovets i koz Dagestana* [Sheeps and goats Helminthofauna of Dagestan]. *Trudy Laboratoriya gel'mintologii AN SSSR* [Application of Helminthology Laboratory of Sciences of the USSR]. 1953, vol. 9. pp. 10-14. (In Russian)
2. Ataev A.M. Ecological bases of the therapy and prophylaxis of fascioliasis animals. Veterinariya [Veterinary Medicine]. 1994, no. 9. pp. 28-29. (In Russian)
3. Believ S-M.M., Zubairova M.M. Sheep infestation by helminthes according seasons in biocenoses of the Chechen Republic. Problemy razvitiya APK regiona [Problems of agricultural development in the region]. 2012, no. 2 (10). pp. 78-89. (In Russian)
4. Bittirov A.M., Taov I.Kh. Mekhanizm biologicheskoi zashchishchennosti epidemologicheskogo protsessa zoonozov [The mechanism of biological security of epidemiological process of zoonoses]. *Materialy dokladov I Mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii k 45 letiyu fakul'teta veterinarnoi meditsiny, Kabardino-balkarskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, Nal'chik, 2008* [Materials of the I interregional scientific practical conference for 45 anniversary of the Faculty of Veterinary Medicine of the Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy, Nalchik, 2008]. Nalchik, 2008, pp. 15-18. (In Russian)
5. Bocharova M.M. Struktura populyacii Dicrocoelium lanceatum v biocenozah pastbishch [The population

structure Dicrocoelium lanceatum in biocenoses pastures]. *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii Vserossiiskogo obshchestva gel'mintologov (VOG), Moskva, 2009* [Materials of the Russian Helminthologists Society, Moscow, 2009]. 2009, no. 10. pp. 72-74. (In Russian)
6. Zubairova M.M. Spiruratosis epzootologiya and filariases of Dagestan domestic cattle. Veterinariya [Veterinary Medicine]. 2010, no. 11. pp. 27-29. (In Russian)
7. Gazimagomedov M.G., Ataev A.M., Karsakov N.T. Fauna of helminthes of horned cattle in Dagestan. Veterinariya [Veterinary Medicine]. 2012, no. 3-4. pp. 103-106. (In Russian)
8. Karsakov N.T., Ataev A.M., Zubairova M.M., Nasirhanova Z.Sh. The helminth propagation of domestic ruminants in Dagestan. Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal [Russian Journal of Parasitology]. 2008. no. 3. pp. 56-59. (In Russian)
9. Kolesnikov V.I., Ataev A.M., Gazimagomedov M.G. *Trematodozy zhivotnykh* [Animal Trematodozy]. Stavropol-Makhachkala, 2011. 112 p.
10. Skryabin K.I., Shikhobalova N.P., Schulz R.S., Popova T.I., Boev S.N., Delyamure S.L. *Strongilyatozy* [Strongylatosis]. Moscow, USSR Academy of Science Publ., 1952. vol. III. 858 p.
11. Shahtamirova R.S. Epizootology of the domestic ruminant monieziasis in the Chechen Republic. Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal [Russian Journal of Parasitology]. 2004. no. 4. pp. 67-70. (In Russian)
12. Urguev K.R., Ataev A.M. *Bolezni ovec* [Sheep diseases]. Makhachkala, 2004. 395 p. (In Russian)
13. Khuklaeva M.G. Fascioliasis epizootology of domestic ruminants in the Chechen Republic. Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal [Russian Journal of Parasitology]. 2009. no. 4. pp. 63-67. (In Russian)
14. Shamkhalov V.M., Dzhambulatov Z.M., Kabardiev S.Sh., Shamkhalov M.V., Magomedov O.A., Mahieva B.M. *Gel'mintozy i mery bor'by s nimi v Severo-Kavkazskom regione Rossiiskoi Federatsii* [Helminthosis and their control measures in the North Caucasus region of the Russian Federation]. Makhachkala, 2001. 345 p. (In Russian)
15. Shulman S.S. The specificity of fish parasites. Zoologicheskii zhurnal [Zoological Journal]. 1954. vol. 33, iss. 1. pp. 14-25.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Агай М. Атаев* – доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой паразитологии, ветсанэкспертизы, акушерства и хирургии Дагестанского аграрного университета, тел. 8-928-544-18-29, ул. М. Гаджиева, 180, Махачкала, 367023 Россия.

Мадина М. Магомедовна - доктор биологических наук, профессор кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, акушерства и хирургии Дагестанского аграрного университета, Махачкала, Россия. тел. 8-928-807-77-81, e-mail: zubairowa@mail.ru

Надырсолтан Т. Карсаков - доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, акушерства и хирургии Дагестанского аграрного университета, Махачкала, Россия.

Магомед Г. Газимагомедов - доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, акушерства и хирургии Дагестанского аграрного университета, Махачкала, Россия.

Адиль Б. Кочкарев – кандидат биологических наук, директор Бабаюртовской зональной ветеринарной лаборатории Республики Дагестан, с. Бабаюрт, Россия.

Критерии авторства

Атаев А.М., Зубаирова М.М., Карсаков Н.Т., Газимагомедов М.Г., Кочкарев А.Б. собрали фаунистиче-

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Agay M. Ataev* - Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Sub-department of Parasitology, v Veterinary-sanitary inspection, Obstetrics and Gynecology, Dagestan Agricultural University, tel. 8-928-544-18-29. 180 M. Gadjiev str., Makhachkala, 367023, Russia.

Madina M. Zubairova - Doctor of Biological Sciences, Professor at the Sub-department of Parasitology, Veterinary-sanitary inspection, Obstetrics and Gynecology, Dagestan Agricultural University, Makhachkala, Russia.
e-mail: zubairowa@mail.ru, tel. 8-928-807-77-81.

Nadyrsoltan T. Karsakov - Doctor of Veterinary Sciences, Professor at the Sub-department of Parasitology, Veterinary-sanitary inspection, Obstetrics and Gynecology, Dagestan Agricultural University, Makhachkala, Russia.

Magomed G. Gazimagomedov - Doctor of Veterinary Sciences, Professor at the Sub-department of Parasitology, Veterinary-sanitary inspection, Obstetrics and Gynecology, Dagestan Agricultural University, Makhachkala, Russia.

Adil B. Kochkarev - Candidate of Biological Sciences Head of the Babayurt Zonal Veterinary Laboratory, Republic of Dagestan, Babayurt, Russia.

Contribution

Ataev A.M., Zubairova M.M., Karsakov N.T., Gazimagomedov M.G. and Kochkarev A.B. collected faunal mate-

ский материал; Атаев А.М. проводил определение видов; Атаев А.М. и Зубаирова М.М. написали рукопись и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 19.02.2016
Принята в печать 22.03.2016

rial; Ataev A.M. identified certain species; Ataev A.M. and Zubairova M.M. wrote the manuscript and responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 19.02.2016
Accepted for publication 22.03.2016

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Экология растений / Ecology of plants
Оригинальная статья / Original article
УДК 581.5 + 519.21
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-95-107

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ДИНАМИКА АЛЬПИЙСКИХ МАЛОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ И СТАДИЙ ОНТОГЕНЕЗА

[1,2]Елена С. Казанцева*, [3]Владимир Г. Медведев, [1]Владимир Г. Онипченко
[1]кафедра геоботаники, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, biolenok@mail.ru
[2]отдел флоры, Главный Ботанический сад РАН, Москва, Россия
[3]кафедра биомеханики, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия

Резюме. ***Цель.*** Изучить популяционную динамику и определить продолжительность жизни и стадий онтогенеза альпийских малолетних растений. ***Методы.*** Для расчетов мы использовали предложенный ранее нами метод, основанный на дискретном описании онтогенеза и теории вероятностей и случайных процессов. ***Результаты.*** В результате шестилетнего мониторинга за маркированными особями было установлено, что полный цикл *Anthyllis vulneraria* составляет 2.6±0.3 года (среднее значение и ошибка среднего), *Draba hispida* – 4.5±0.3, *Murbeckiella huetii* – 4.6±1.1, *Carum meifolium* – 7.8±1.4, *Eritrichium caucasicum* – 9.1±1.4, *Trifolium badium* – 10.3±2.6, *Sedum tenellum* – 11±2.05, *Androsace albana* – 12.1±2.5, *Minuartia recurva* – 22.9±4.5. Также для изучаемых видов растений были построены суммарные матрицы переходов, которые показывают вероятности перехода особей в популяции из одного возрастного состояния в другое за определенный промежуток времени, в нашем эксперименте – 1 год. ***Заключение.*** Смертность проростков и ювенильных растений изученных альпийских видов, за исключением *Murbeckiella huetii,* высока и составляет около 50 и более процентов. Минимальный период времени, необходимый для прохождения полного жизненного цикла для малолетников в условиях высокогорий Северо-Западного Кавказа, составляет 2 года, как это было показано для *Anthyllis vulneraria, Murbeckiella huetii* и *Trifolium badium.* Для других изученных малолетников, этот период был более продолжителен – 3-12 лет. Поддержание популяций *Eritrichium caucasicum* и *Androsace albana* происходит за счет устойчивости виргинильных растений.
Ключевые слова: матрицы переходов, длительность, средняя продолжительность жизни, альпийские растения, малолетние виды.

Формат цитирования: Казанцева Е.С., Медведев В.Г., Онипченко В.Г. Популяционная динамика альпийских малолетних растений, продолжительность жизни и стадий онтогенеза // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.95-107. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-95-107

DEMOGRAPHY OF ALPINE SHORT-LIVED PLANTS, LONGEVITY AND ONTOGENY STAGE DURATIONS

[1,2] Elena S. Kazantseva*, [3] Vladimir G. Medvedev, [1]Vladimir G. Onipchenko
[1] Geobotany Department of M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, biolenok@mail.ru
[2]The Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[3]Department of Biomechanics, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism; Moscow, Russia

Abstract. The ***aim*** - to evaluate lifespan (full cycle) and ontogeny stage durations of nine alpine short-lived North-West Caucasus plants. ***Methods.*** For calculation we used a new method which was developed and suggested earlier by us. This method is based on a discrete ontogeny description and on the probability theory and random pro-

cesses. The data on the monitoring of the marked individuals were collected during six years. ***Results***. We found out that the lifespan of *Anthyllis vulneraria* is 2.6±0.3 years (hereinafter "±" is Standard error), *Draba hispida* – 4.5±0.3, *Murbeckiella huetii* – 4.6±1.1, *Carum meifolium* – 7.8±1.4, *Eritrichium caucasicum* – 9.1±1.4, *Trifolium badium* – 10.3±2.6, *Sedum tenellum* – 11±2.05, *Androsace albana* – 12.1±2.5, *Minuartia recurva* – 22.9±4.5. Also we demonstrated the matrix population models for studied plants, which show the probability of transition of individuals from one ontogeny stage to another in time interval (in our experiment – 1 year). ***Conclusion.*** Mortality of seedlings and juvenile plants, except *Murbeckiella huetii*, is around and more than 50%. Two years is the minimal amount of time that is necessary for full cycle of short-lived alpine plants, as it was shown for *Anthyllis vulneraria, Murbeckiella huetii* и *Trifolium badium.* A 3-12 years lifespan was calculated for other studied species. Persistence of *Eritrichium caucasicum* and *Androsace albana* populations provided by resistance of adult vegetative plants.
Keywords: matrix population models, plant longevity, average lifespan, life expectancy, alpine short-lived plants

For citation: Kazantseva E.S., Medvedev V.G., Onipchenko V.G. Demography of alpine short-lived plants, longevity and ontogeny stage durations. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 95-107. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-95-107

ВВЕДЕНИЕ

Для решения ряда теоретических и прикладных вопросов необходимо иметь сведения о долговечности растений, образующих ценозы, а также о длительности отдельных периодов их жизни [1-5]. Данных по возрасту растений не так много, и авторы чаще определяют условный или биологический возраст, оперируют категориями – однолетники, моно- и поликарпические многолетники [6, 7]. Возраст абсолютный, календарный или собственный – интервал времени от прорастания до момента наблюдения растения [7], определение которого связано с рядом трудностей [7-9]. В связи с чем, для решения этой задачи используют разные подходы.

Подсчет годичных колец позволил определить рекордсменов-долгожителей среди не клональных древесных растений – 4900 лет для *Pinus aristata* var. *longaeva* в штате Невада, США [10]; 3200 лет для *Sequoiadendron giganteum* в Калифорнии, США [11]. Этот метод может быть применим и к травянистым видам [12, 13], например, по данным B. Erschbamer и V. Retter [14] в условиях австрийских Альп *Helianthemum grandiflorum* может достигать возраста 32 лет, *Artemisia mutellina* – 18 лет, *Trifolium pratense* ssp. *nivale* – 7 лет. Годовой прирост корневища, рубцы на побегах, остатки надземных органов также могут использоваться для определения возраста особей [3, 7, 8, 15]. Подсчет числа кроющих чешуй на подземном клубне *Corydalis intermedia* (Дания) [16] показал максимальный возраст вида – 17 лет. Жизненный цикл *Anemone fasciculata* на субальпийском лугу Кавказа может превышать 45 лет, что определяется по числу волокон сосудистых пучков прикорневых листьев на побегах этого растения [17].

Возраст клона *Populus tremuloides*, занимающего площадь 81 га и состоящего из 47 000 рамет, был оценен в 10 000 лет при помощи аэрофотоснимков (Штат Юта в США) [18], а клона того же вида в Канаде в 12 000 лет на основе молекулярного анализа [19]. Используя данные по скорости роста, размера отдельных клонов и данных исторической хроники, возраст *Pteridium aquilinum* был оценен в 640 лет (Финляндия) [20], а по результатам молекулярного анализа того же вида в горах Аппалачи – 1180 лет (США) [21]. ДНК анализ *Carex curvula* в высокогорьях позволил доказать приуроченность большей части популяции к одному клону, и учитывая скорость годичного прироста, показал возраст – 2000 лет [22]. При сравнении старых и новых фотографий Большого Каньона в Колорадо было выявлено, что многие виды пустынных кустарников и суккулентов (*Acacia greggii, Ambrosia dumosa, Atriplex canescens* и др.) живут более 100 лет [23]. По данным радиоуглеродного анализа древесины *Acacia tortilis* может доживать до 650 лет (Египет) [24].

Наиболее точно определить возраст позволяет метод длительного мониторинга за маркированными особями [8, 25]. Но учитывая, что жизненный цикл растений может быть крайне продолжительный, исследователи часто прибегают к математическому моделированию, которое дает возможность рассчитать длительность жизни по данным краткосрочных наблюдений за возрастным состоянием и смертностью большого числа особей [9]. Например, на основании пятилетнего наблюдения, была рассчитана сред-

няя продолжительность жизни *Heracleum sibiricum* – 15 лет [26]. Длительность сосуществования травянистых многолетников, доминирующих в злаковых, горнокустарниковых осиновых и хвойных сообществах Калифорнии, колеблется от 3 лет для *Astragalus utahensis* до 65 лет для *Agropyron spicatum* [27]. Используя моделирование к потенциально бессмертным видам растений [7, 28] были отнесены *Allium tricoccum, Garcinia lucida, Limonium delicatulum* и др. [29, 30]. На основе полевых и теоретических исследований приводятся интересные результаты по моделированию конкурентных взаимоотношений внутри растительных сообществ [31, 32].

Длительность жизни высокогорных растений Кавказа в естественных условиях исследована мало [33]. В данной работе, используя предложенный нами ранее метод [1, 2] и результаты, полученные за 6 лет наблюдений за маркированными особями, мы рассчитали длительность онтогенетических стадий и полного цикла девяти видов альпийских малолетников Северо-Западного Кавказа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Сбор материала. Исследования проведены в Карачаево-Черкесской Республике на территории Тебердинского государственного природного биосферного заповедника на горе Малая Хатипара, высота над уровнем моря 2800 м. Малолетние альпийские виды растений исследовали по общепринятой методике изучения ценопопуляций в естественной среде обитания на постоянных площадях [8, 34, 35]. Для каждого вида закладывали постоянные площадки 0.25×0.25 м в пределах одного фитоценоза, число которых варьировало в зависимости от плотности популяции и размера особей. Общая площадь исследования и биотопы: *Anthyllis vulneraria* (0.625 м^2) – малоподвижная осыпь; *Murbeckiella huetti* (0.625 м^2) – подвижная осыпь; *Androsace albana* (0.625 м^2), *Eritrichium caucasicum* (0.625 м^2) – альпийская лишайниковая пустошь; *Draba hispida* (0.25 м^2) и *Carum meifolium* (0.25 м^2) – зоогенно нарушенные участки разнотравного гераниево-копеечникового альпийского луга; *Minuartia recurva* (0.375 м^2), *Sedum tenellum* (0.5 м^2), *Trifolium badium* (0.375 м^2)– зоогенно нарушенные участки пестроовсяницевого луга.

На первом этапе исследований необходимо было определить габитус онтогенетических стадий каждого вида. С этой целью были собраны и заспиртованы от 10 до 20 экземпляров особей каждого онтогенетического состояния, изучаемых видов [34, 35]. В работе использовали периодизацию онтогенеза Т.А. Работнова [17, 36] и справочного материалы по морфологиии [37, 38, 39]. Описания онтогенеза четырех видов к настоящему моменту опубликованы (*Androsace albana* [40]; *Anthyllis vulneraria* [41]; *Sedum tenellum* [42]; *Eritrichium caucasicum* [43]), а остальных – войдут в текст диссертационной работы Казанцевой Е.С.

После описания морфологических характеристик онтогенетических стадий, все особи каждого вида были отмечены на планы площадок. Каждой особи давали свой порядковый номер и наносили на план с пометкой ее онтогенетического состояния. На следующий год особям, отмеченным в прошлом году, давали их прошлогодние номера, а новым особям присваивали новые; у всех особей определяли их онтогенетическое состояние на момент текущего наблюдения. Такой метод позволил проследить развитие отдельных особей год за годом. Наблюдения проводили в конце августа в течение 6 лет в период с 2009 по 2014 гг., для *Murbeckiella huetti* – 4 года, с 2011 по 2014 гг.

Всего за шесть лет наблюдений было отмечено следующее число особей по каждому виду: *Anthyllis vulneraria* – 715; *Androsace albana* – 931; *Eritrichium caucasicum* – 931; *Draba hispida* – 807; *Carum meifolium* – 1518; *Minuartia recurva* – 422; *Sedum tenellum* – 2225; *Trifolium badium* – 924. Для *Murbeckiella huetti* – 874 особи за четыре года наблюдений.

Математическая обработка. Для расчета длительности онтогенетических стадий и полного цикла растений, мы использовали новый метод, основанный на дискретном описании онтогенеза [17] и теории вероятностей и случайных процессов [44, 45], который подробно описан на примере *Anthyllis vulneraria* в статье Е.С. Казанцевой с соавторами [1, 2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании наблюдений за динамикой большого числа особей растений, мы построили суммарные матрицы переходов для изученных видов (табл. 1 и 2). Эти матрицы показывают вероятности перехода особей в популяции из одного возрастного состояния в другое за определенный промежуток времени [46], в нашем эксперименте – 1 год. Например, для проростков *Androsace albana* вероятность выжить и перейти на следующий год в ювенильное и имматурное состояние составляет 0.31 и 0.16 соответственно, что эквивалентно выживанию 15 проросткам в год (10+4.8≈15 особей, см. табл. 1). В матрицах (табл. 1 и 2) даны усредненные показатели за 6 лет наблюдений.

Таблица 1

Суммарные матрицы переходов онтогенетических стадий *Androsace albana, Carum meifolium, Draba hispida* за 6 лет наблюдений

Table 1

Matrix population models of ontogeny stages of *Androsace albana, Carum meifolium, Draba hispida* during 6 years of observations

Androsace albana

	pl	j	im	v	g
pl	0 0.00	10 0.31	4.8 0.16	0 0.00	0 0.00
j	0 0.00	0 0.00	31 0.35	0 0.00	0 0.00
im	0 0.00	0 0.00	24 0.32	17 0.23	0 0.00
v	0 0.00	0 0.00	0 0.00	36 0.71	3 0.06
g	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00

Carum meifolium

	pl+j	im	v	g
pl+j	0 0.00	57 0.33	0 0.00	0 0.00
im	0 0.00	31 0.31	16 0.16	0 0.00
v	0 0.00	0 0.00	17 0.36	6 0.12
g	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00

Draba hispida

	pl+j	im	v	g
pl+j	0 0.00	27 0.22	12 0.10	0 0.00
im	0 0.00	9 0.20	21 0.48	0 0.00
v	0 0.00	0 0.00	16 0.29	13 0.23
g	0 0.00	0 0.00	3.6 0.02	15 0.07

Примечание: *отмечено среднее число случаев (верхнее число) и вероятность (нижнее число). Обозначения: pl – проростки; j – ювенильные, im – имматурные, v – взрослые виргинильные, g – генеративные особи.*

Note: *Upper number – the mean of cases, under number – probability, pl – seedlings, j – juvenile, im – immature, v – adult vegetative, g – generative plants.*

Таблица 2

Суммарные матрицы переходов онтогенетических стадий *Anthyllis vulneraria, Eritrichium caucasicum, Minuartia recurva, Sedum tenellum, Trifolium badium* за 6 лет наблюдений, *Murbeckiella huetii* – 4 года наблюдений

Table 2

Matrix population models of ontogeny stages of *Anthyllis vulneraria, Eritrichium caucasicum, Minuartia recurva, Sedum tenellum, Trifolium badium* during 6 years of observations, *Murbeckiella huetii* – during 4 years

Anthyllis vulneraria

	j	v	g
j	0 0.00	42 0.48	3.6 0.04
v	0 0.00	15 0.24	24 0.38
g	0 0.00	2.4 0.05	7 0.16

Eritrichium caucasicum

	j	v	g
j	0 0.00	64 0.49	0 0.00
v	0 0.00	112 0.68	9 0.06
g	0 0.00	5 0.42	2.8 0.23

Minuartia recurva

	j	v	g
j	0 0.00	13 0.29	0 0.00
v	0 0.00	28 0.42	1.4 0.02
g	0 0.00	1 0.14	2.2 0.30

Murbeckiella huetii

	j	v	g
j	0 0.00	107 0.63	3.3 0.02
v	0 0.00	24 0.28	24 0.28
g	0 0.00	8 0.14	27 0.46

Sedum tenellum

	j	v	g
j	0 0.00	88 0.44	0 0.00
v	0 0.00	78 0.37	12 0.06
g	0 0.00	3.4 0.12	19 0.67

Trifolium badium

	j	v	g
j	0 0.00	23 0.27	0 0.00
v	0 0.00	21 0.24	4.2 0.05
g	0 0.00	0.6 0.05	1.4 0.13

Примечание: *Отмечено среднее число случаев (верхнее число) и вероятность (нижнее число). Обозначения: j – проростки и ювенильные особи (в случае с Anthyllis vulneraria в j входили также имматурные растения); v – взрослые виргинильные, g – генеративные особи.*
Note: *Upper number – the mean of cases, under number – probability, pl – seedlings, j – juvenile (in the case of Anthyllis vulneraria j includes also immature plants), v – adult vegetative, g – generative plants.*

Среди изученных малолетников *Anthyllis vulneraria* обладает самым коротким жизненным циклом – от проростка до гибели после плодоношения проходит примерно три вегетационных сезона (2.6 лет, см. Табл. 3). Стадия проростка для *Androsace albana* в среднем продолжается 0.7±0.3 года, ювенильного растения – 1.4±0.5, имматурного – 1.8±0.7, взрослого виргинильного (здесь и далее виргинильная стадия) – 7.3±1.5, генеративного – 1 вегетационный сезон. Полный цикл этого вида составляет 12.1±2.5 года, а средняя продолжительность жизни с учетом смертности – 5.1±1.7 года (табл. 3). Молодые особи *Eritrichium caucasicum* (j=pl+j) живут в среднем 0.8±0.1 года, имматурный период не выделяется, взрослые виргинильные особи – 6.0±1.2 года, генеративные – 1.9±0.5 года. Средняя длительность полного цикла (с генеративной фазой) и средняя продолжительность жизни составили для *Draba hispida* 4.5±0.3 года и 2.4±0.9 лет, *Murbeckiella huetii* – 4.6±1.1 и 2.8±1.0, *Carum meifolium* – 7.8±1.4 и 3.4±1.2, *Trifolium badium* – 10.3±2.6 и 4.5±2.9, *Sedum tenellum* – 11±2.1 и 5±3 года соответственно (табл. 3). По нашей оценке полный цикл *Minuartia recurva* равен 23 годам, что позволяет исключить этот вид из состава малолетников [47].

Таблица 3

Длительность онтогенетических стадий, полный цикл и средняя продолжительность жизни альпийских малолетних растений, год

Table 3

Longevity of ontogeny stage, lifespan (full cycle) and average lifespan (life expectancy) of alpine short-lived plants, in years

Вид (n, число изученных особей) / Name of species (n, the number of studied individuals)	pl		j		im		v		g		Полный цикл / Full cycle		Ср. пр. жизни / Av.L.	
	ср. / M.	ош./ SE	ср. / M.	ош./ SE	ср. / M.	ош./ SE	ср. / M.	ош./ SE	ср. / M.	ош./ SE	ср. / M.	ош./ SE	ср. / M.	ош./ SE
Androsace albana (931)	0.7.	0.25	1.4	0.52	1.8	0.68	7.3	1.50	1.0	0.00	12.1	2.51	5.1	1.74
Anthyllis vulneraria (715)	-	-	0.8	0.09	-	-	1.1	0.23	0.7	0.05	2.6	0.31	1.9	0.40
Carum meifolium (1518)	-	-	1.1	0.12	2.0	0.62	3.7	1.21	1.0	0.00	7.8	1.40	3.4	1.24
Draba hispida (807)	-	-	1.1	0.16	0.5	0.05	1.9	0.37	1.0	0.06	4.5	0.30	2.4	0.86
Eritrichium caucasicum (931)	-	-	0.8	0.22	–	–	6.0	1.21	1.9	0.51	9.1	1.39	4.5	2.35

Minuartia recurva (422)	-	-	1.2	0.16	–	–	20.6	4.41	1.1	0.15	22.9	4.49	8.6	7.18
Murbeckiella huetii (874)	-	-	1.5	0.63	–	–	1.6	0.64	1.1	0.17	4.6	1.13	2.8	1.03
Sedum tenellum (2225)	-	-	2.0	0.57	–	–	5.6	1.42	3.4	0.90	11.0	2.05	5.0	3.04
Trifolium badium (924)	-	-	1.5	0.62	–	–	8.1	2.27	0.7	0.06	10.3	2.59	4.5	2.92

Примечание: *Обозначения: pl – проростки; j – ювенильные, im – имматурные, v – взрослые виргинильные, g – генеративные особи; ср. и ош. – среднее значение и ошибка среднего за 6 лет наблюдений; Ср. прод. жизни – средняя продолжительность жизни; длинный прочерк – данная стадия у вида не выделялась; короткий прочерк – объединение данных с другими стадиями. Расчет велся по каждой стадии только у Androsace albana. Для Anthyllis vulneraria ювенильные особи включили в себя проростки, ювенильные и имматурные особи (j= pl+j+im). Для остальных видов ювенильные особи объединены с проростками (j= pl+j).*
Note: *Keys: pl – seedlings, j – juvenile, im – immature, v – adult vegetative, g – generative plants; M. and SE – the mean value and standard error for 6 years of observations; Av.L. – average lifespan; long dash - this stage was not marked out; short dash – data about this stage includes in juvenile stage results. For all stages data was calculated only for Androsace albana. Juvenile plants of Anthyllis vulneraria includes seedlings and immature plants (j= pl+j+im). Juvenile plants of other species were joined with seedlings (j= pl+j).*

По результатам наших наблюдений смертность проростков и ювенильных растений изученных альпийских видов высока и составляет порядка 50 и более процентов (табл. 1 и 2). Как исключение, молодые растения *Murbeckiella huetii* проявляют большую устойчивость и с вероятностью 0.65 появляются на следующий год в виде виргинильных или генеративных особей. Больше всего всходов погибает у видов, произрастающих на местах зоогенных нарушений: *Trifolium badium* (гибель до 73% проростков), *Minuartia recurva* (71%), *Draba hispida* (69%) и *Carum meifolium* (67%). Высокая смертность молодых растений в естественной среде обитания подтверждается многими исследователями [17, 36, 48]. Анализ данных, опубликованных с 1969 по 2002 гг., показал, что проростки погибают по следующим причинам [49]: воздействие фитофагов (в 38% случаях), иссушение (35%), заражение патогенными грибами (20%), физические повреждения (4.6%) и конкурентные взаимоотношения (1.3%). В нашем эксперименте воздействие фитофагов также имели сильное воздействие на взрослые особи. Гибель от 48 до 71% была отмечена для виргинильных растений *Trifolium badium*, *Minuartia recurva, Draba hispida* и *Carum meifolium* на местах зоогенных нарушений, популяция *Minuartia recurva* также сильно пострадал от иссушения почвы.

В результате 6 лет наблюдений мы установили, что полностью монокарпичными являются *Androsace albana* и *Carum meifolium* (табл. 1). Остальные виды, с той или иной вероятностью могли оставаться генеративными или переходить в виргинильную стадию из года в год (табл. 1 и 2). *Anthyllis vulneraria, Trifolium badium* проявили себя как факультативные монокарпики, а *Draba hispida, Eritrichium caucasicum, Murbeckiella huetii, Sedum tenellum* как поликарпики [50, 51].

Среди изученных малолетников *Androsace albana* обладает самым длительным жизненым циклом 12.1±2.5 года. Семенная продуктивность [52] и вероятность выживания на первых этапах онтогенеза этого вида низкая (табл. 1), что могло послужить причиной включения *Androsace albana* в «Красную книгу Краснодарского края» (2007), «Красную книгу Республики Адыгея» (2012) [53, 54]. Тем не менее, благодаря устойчивости виргинильных особей (вероятность перехода v→v равен 0.71, см. табл. 1) *Androsace albana* хоть и редко, но встречается в Тебердинском заповеднике в лишайниковых пустошах на каменистых местах и осыпях в альпийском поясе на высоте 2400−2850 м [55]. *Eritrichium caucasicum* по своим экологическим характеристикам сходен с *Androsace albana*, и скорей всего, поддержание популяции этого вида происходит так же за счет устойчивости виргинильных

особей (вероятность перехода v→v равен 0.68, см. табл. 2). Используя методику виртуальной поглощающей цепи Маркова и вычисления ее фундаментальной матрицы Д.О. Логофет с соавторами [43] оценили среднюю продолжительность жизни *Eritrichium caucasicum,* которая варьирует от 2 до 7 лет в зависимости от момента наблюдений. Что согласуется с нашими результатами – 4.5±2.4 лет (табл. 3).

К короткоживущим малолетникам мы отнесли *Anthyllis vulneraria*, *Draba hispida* и *Murbeckiella huetii,* у которых полный цикл не превышает 5 лет (табл. 3). Полный цикл *Anthyllis vulneraria* может длиться от 2 до 4 лет [1, 2, 51], в среднем 2 года на прегенеративную стадию и 1 год на генеративную (Табл. 3), обзор литературы по этому виду представлен в работе Е.С. Казанцевой с соавторами [1, 2]. *Draba hispida* и *Murbeckiella huetii* относят к типичным эксплерентам [51, 52], что подтверждает не продолжительный, по мерках высокогорных фитоценозов [48], жизненный цикл – 4.5±0.3 и 4.6±1.1 года соответственно (табл. 3). Возраст первого цветения для *Murbeckiella huetii* – 2 года*, Draba hispida* – 3 года [51].

Ход онтогенеза *Sedum tenellum* в условиях альпийского высокогорий представлен в работе К.А. Шинковской [42], которая, основываясь на эколого-морфологических особенностях *Sedum tenellum*, заключила, что формирование ювенильного растения из проростка проходит за один год, затем для растения нужно еще год на виргинильную стадию, а цветение происходит на третий год жизни. Также для этого вида характерна небольшая вегетативная подвижность, связанная с формированием побегов ветвления и партикуляцией. Наши результаты расширяют диапазон времени, необходимый для завершения прегенеративного периода: для прохождения стадии проростка и ювенильного растения может потребоваться два года (2.0±0.6 лет, см. табл. 3), а виргинильной стадии – 6 лет (5.6±1.42 года), что согласуется с концепцией поливариантного развития онтогенеза [25].

Trifolium badium – травянистый дву- или многолетний стержнекорневой моно- или поликарпик [56], а *Minuartia recurva* – травянистый многолетний рыхло подушковидный поликарпик [57], что согласуется с нашими результатами (табл. 2 и 3). При этом, как это было отмечено ранее в работе Е.С. Казанцевой с соавторами [51] *Minuartia recurva* не целесообразно относить к малолетникам, так как растения этого вида живут долго (22.9±4.5, табл. 3) и зацветают поздно (не ранее 6 года жизни). Первое цветение *Trifolium badium* может произойти на 2 год жизни [51].

Продолжительность жизни, для монокарпика *Carum meifolium* варьирует от 3 до 6 лет [33, 51, 58]. Наши подсчеты расширили диапазон в среднем до 8 лет (табл. 3), что подтверждается эмпирическими данными, т.к. некоторые особи оставались в прегенеративном состоянии в течение всего срока наблюдений (6 лет).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате 6 лет наблюдений мы установили, что полностью монокарпичными являются *Androsace albana* и *Carum meifolium. Anthyllis vulneraria* и *Trifolium badium* проявили себя как факультативные монокарпики, а *Draba hispida, Eritrichium caucasicum, Murbeckiella huetii* и *Sedum tenellum* – как поликарпики. Смертность проростков и ювенильных растений изученных альпийских видов, за исключением *Murbeckiella huetii,* высока и составляет около 50 и более процентов. Минимальный период времени, необходимый для прохождения полного жизненного цикла для малолетников в условиях высокогорий Северо-Западного Кавказа, составляет 2 года, как это было показано для *Anthyllis vulneraria, Murbeckiella huetii* и *Trifolium badium.* Но в целом, для других изученных малолетников, этот период был более продолжителен – 3-12 лет. Поддержание популяций *Eritrichium caucasicum* и *Androsace albana* происходит за счет устойчивости виргинильных растений.

Благодарность: Сбор и обработка полевого материала осуществлены при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-04-00214), анализ многолетних данных написания текста при поддержке РНФ (проект 14-50-00029).

Acknowledgment: The field work was supported by RFBR (14-04-00214), long-term data analysis and paper preparation by RSF (project 14-50-00029).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казанцева Е.С., Медведев В.Г., Онипченко В.Г. Расчет длительности онтогенетических стадий травянистых растений на примере *Anthyllis vulneraria* L. // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 12. N2. С. 18-24.
2. Kazantseva E.S., Medvedev V.G., Onipchenko V.G. Estimation of the ontogeny stage durations for herbaceous plants, specifically *Anthyllis vulneraria* L. // The North Caucasus Ecological Herald. 2016, Vol. 12, N1. pp. 4-9.
3. Molisch H. The longevity of plants (Die Lebensdauer der Pflanze). Authorized English Ed. by E.H. Fulling. New York, 1938. 226 p.
4. Работнов Т.А. Длительность виргинильного периода жизни травянистых многолетников в естественных ценозах // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический. 1946. Т. 51. Вып. 2. С. 91-98.
5. De Witte L.C., Stöcklin J. Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it // *Annals of Botany*. 2010. Vol. 106, iss. 6. pp. 859-870. doi: 10.1093/aob/mcq191
6. Erhlen J., Lehtila K. How perennial are perennial plants? // Oikos. 2002. Vol. 98. pp. 308-322.
7. Жмылев П.Ю. Эволюция длительности жизни растений: факты и гипотезы // Журнал Общей Биологии. 2006. Т. 67, N2. С. 107-119.
8. Полевая геоботаника под ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. Т. 2. М.-Л.: Из-во Академии Наук СССР, 1960. 500 с.
9. Онипченко В.Г. Функциональная фитоценология: Синэкология растений. М.: КРАСАНД, 2013. 576 с.
10. Currey D.R. An Ancient Bristlecone Pine Stand in Eastern Nevada // Ecology. 1965. Vol. 46. pp. 564-566.
11. Weatherspoon C.P. *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchholz Giant Sequoia / Silvics of North America. United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 654. Ads. by R.M. Burns and B.H. Honkala. 1990. Vol. 1. pp. 552-562.
12. Dietz H., Ullmann I. Age-determination of dicotyledonous herbaceous perennials by means of annual rings: Exception or rule? // *Annals of botany*. 1997. Vol. 80, Iss. 3. pp. 377-379. doi:10.1006/anbo.1997.0423
13. Dietz H., Schweingruber F. Development of growth rings in roots of dicotyledonous perennial herbs: experimental analysis of ecological factors // Bulletin of the Geobotanical Institute ETH. 2002. Vol. 67. pp. 97-105.
14. Erschbamer B., Retter V. How long can glacier foreland species live? // Flora - Morphology Distribution Functional Ecology of Plants. 2004. Vol. 199. pp. 500-504.
15. Barbour M.G., Burk J.H., Pitts W.D. Terrestrial plant ecology. Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1998. 649 p.
16. Olesen J.M., Ehlers B.K. Age determination of individuals of Corydalis species and other perennial herbs. *Nordic Journal of Botany*. 2001. Vol. 21, iss. 2. pp. 187-194. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2001.tb01356.x
17. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Серия 3. Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 7-204.
18. Kemperman J., Barnes B.V. Clone size in American aspens // *Canadian Journal of Botany*. 1976. Vol. 54, no. 22. pp. 2603-2607. doi: 10.1139/b76-280
19. Ally D., Ritland K., Otto S.P. Can clone size serve as a proxy for clone age? An exploration using microsatellite divergence in Populus tremuloides // *Molecular Ecology*. 2008. Vol. 17, Iss. 22. pp. 4897-4911. doi: 10.1111/j.1365-294X.2008.03962.x
20. Oinonen E. The correlation between the size of Finnish bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.) clones and certain periods of site history // Acta Forestalia Fennica. 1967. Vol. 83, N2. pp.1-51.
21. Parks J.C., Werth C.R. A study of spatial features of clones in a population of bracken fern, *Pteridium aquilinum* (Dennstaedtiaceae) // American Journal of Botany. 1993. Vol. 80. pp. 537-544.
22. Steinger T., Körner Ch., Schmid B. Long-term persistence in a changing climate: DNA analysis suggests very old ages of clones of alpine *Carex curvula* // Oecologia. 1996. Vol. 105, iss. 1. pp. 94-99.
23. Bowers J.E., Webb R.H., Rondeau R.J. Longevity, recruitment and mortality of desert plants in Grand Canyon, Arizona, USA // Journal of Vegetation Science. 1995. Vol. 6, pp. 551-564.
24. Andersen G.L., Krzywinski K. Longevity and growth of *Acacia tortilis*; insights from ^{14}C content and anatomy of wood // *BMC Ecology*. 2007. Vol. 7, N4. DOI: 10.1186/1472-6785-7-4
25. Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ: научное издание // Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2006. 326 с.
26. Работнов Т.А. О жизненном цикле борщевика сибирского (*Heracleum sibiricum*) // Бюллетень МОИП. Отдел Биологический. 1956. Т. 61, Вып. 2. С. 73-81.
27. Treshow M., Harper K. Longevity of Perennial Forbs and Grasses // Oikos. 1974. Vol. 25, iss. 1. pp. 93-96.
28. Нотов А.А. О специфике функциональной организации и индивидуального развития модульных объектов // Журнал Общей Биологии. 1999. Т. 60, N1. С. 60-79.

29. Thomas H., Thomas H.M., Ougham H. Annuality, perenniality and cell death // *Journal of Experimental Botany*. 2000. Vol. 51, N352. pp. 1781-1788. doi:10.1093/jexbot/51.352.1781
30. Vaupel J.W., Baudisch A., Dölling A., Roach D.A., Gampea J. The case for negative senescence // *Theoretical Population Biology*. 2004. Vol. 65. pp. 339-351. doi:10.1016/j.tpb.2003.12.003
31. Ulanova N.G., Zavalishin N.N., Logofet D.O. Competition between and within aspen (*Populus tremula*) and raspberry (*Rubus idaeus*) after clear-cutting: matrix models of structured populations dynamics // *Forest Science and Technology*. 2007. Vol. 3, iss. 1. pp. 68-77. doi: 10.1080/21580103.2007.9656320
32. Уланова Н.Г., Белова И.Н., Логофет Д.О. О конкуренции среди популяций с дискретной структурой: динамика популяций вейника и березы, растущих совместно // Журнал Общей Биологии. 2008. Т. 69, N6. С. 441-457.
33. Кипкеев А.М., Онипченко В.Г., Текеев Д.К., Эркенова М.А., Салпагарова Ф.С. Возраст первого цветения альпийских многолетников Северо-Западного Кавказа // Журнал Общей Биологии. 2014. Т. 75, N4. С. 315-323.
34. Современные подходы к описанию структуры растения / Под ред. Н.П. Савиных и Ю.А. Бобровых. Киров: «Лобань», 2008. 355 с.
35. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Под ред. А.А. Уранова и Т.И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. 217 с.
36. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. С. 465-483.
37. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Семя. Л.: Наука, 1990. 204 с.
38. Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Лист. М.-Л.: Из-во Академии Наук СССР, 1956. 312 с.
39. Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Стебель и корень. М.-Л.: Из-во Академии Наук СССР, 1962. 353 с.
40. Казанцева Е.С., Текеев Д.К. Популяционная динамика и семенная продуктивность *Androsace albana* в условиях альпийских высокогорий Северо-Западного Кавказа (Тебердинский заповедник) // Научные исследования редких видов растений и животных в заповедниках и национальных парках Российской Федерации за 2005–2014 гг. / Отв. ред. Д.М. Очагов. Вып. 4. М.: ВНИИ Экология, 2015. С. 276-278.
41. Акулова З.В. Онтогенез и некоторые биологические особенности видов рода *Anthyllis* L., выращиваемых в Ленинградской области // Растительные ресурсы. 1994. Т. 30. Вып. 3. С. 25-34.
42. Шинковская К.А. Эколого-морфологические особенности *Sedum tenellum* Bieb. в высокогорьях Тебердинского заповедника // Состав и структура высокогорных экосистем Тебердинского заповедника. Тр. Тебердинского государственного биосферного заповедника. Вып. 27. М., 2007. С. 131-135.
43. Логофет Д.О., Белова Е.С., Казанцева Е.С., Онипченко В.Г. Ценопопуляция Незабудочника кавказского (*Eritrichium caucasicum*) как объект математического моделирования. I. Граф жизненного цикла и неавтономная матричная модель // Журнал Общей Биологии. 2016. Т. 77. N2. С. 106-121.
44. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов: доп. Гос. ком. СССР по нар. образованию. 4-е изд. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
45. Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Теория вероятностей и случайных процессов: учебное пособие. 2-е изд. Томск: Изд-во НТЛ, 2010. 204 с.
46. Онипченко В.Г., Комаров А.С. Длительность жизни и динамика популяций растений в высокогорьях: опыт оценки на примере трех альпийских видов Северо-Западного Кавказа // Журнал Общей Биологии. 1997. Т. 58. N6. С. 64-75.
47. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. Учебное пособие. 2-е изд. М.: МГУ, 2005. 256 с.
48. Körner C. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. 2nd ed. Berlin: Springer, 2003. 350 p.
49. Moles A.T., Westoby M. What do seedlings die from and what are the implications for evolution of seed size? // Oikos. 2004. Vol. 1, iss. 1. pp. 193-199.
50. Казанцева Е.С., Попова А.С. Популяционная динамика альпийских малолетников // Материалы Всероссийской конференции «Развитие геоботаники: история и современность». СПб: СПб Гос. Ун-т, 2011. С. 49.
51. Казанцева Е.С., Онипченко В.Г., Кипкеев А.М. Возраст первого цветения травянистых альпийских малолетников Северо-Западного Кавказа // Бюллетень МОИП. 2016. Т.121. Вып. 2. С. 73-80.
52. Казанцева Е.С., Онипченко В.Г., Богатырев В.А., Кипкеев А.М., Ровная Е.Н. Параметры семенного возобновления альпийских малолетников и их сравнение с многолетними растениями // Бюллетень МОИП. 2016. Т. 121. Вып. 4. С. 18-26.
53. Красная книга Краснодарского края. (Растения и грибы). 2-е изд. / Отв. Ред. С.А. Литвинская. Краснодар: ООО «Дизайн Бюро N1», 2007. 640 с.
54. Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. 2-е изд. / Управление по охране окружающей среды, природным ресурсам и чрезвычайным ситуациям

РА; отв. ред. А. С. Замотайлов; глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э. А. Сиротюк (Куваева); научн. ред. части 1: Э. А. Сиротюк (Куваева), Т. В. Акатова, О.Н. Липка. Майкоп: Качество, 2012. Ч. 1: Растения и грибы. 340 с.

55. Воробьева Ф.М., Онипченко В.Г Сосудистые растения Тебердинского заповедника (Аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. Вып. 99. Под ред. И.А. Губанова. М., 2001. 100 с.

56. Бобров Е.Г. Род *Trifolium* // Флора СССР / Под ред. В.Л. Комарова. Т. 11. М.-Л.: Из-во Академии Наук СССР, 1945. 432 с.

57. Нахуцришвили Г.Ш., Гамцемлидзе З.Г. Жизнь растений в экстремальных условиях высокогорий (на примере Центрального Кавказа). Л.: Наука, 1984. 123 с.

58. Kipkeev A.M., Onipchenko V.G., Tekeev D.K., Erkenova M.A., Salpagarova F.S. Age of maturity in alpine herbaceous perennials, the North-West Caucasus // Biology Bulletin Reviews. 2015. Vol. 5, N5. pp. 505-511.

REFERENCES

1. Kazantseva E.S., Medvedev V.G., Onipchenko V.G. Estimation of the ontogeny stage durations for herbaceous plants, specifically *Anthyllis vulneraria* L. Ekologicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza [The North Caucasus Ecological Herald]. 2016. vol. 12. no. 1. pp. 18-24. (In Russian).

2. Kazantseva E.S., Medvedev V.G., Onipchenko V.G. Estimation of the ontogeny stage durations for herbaceous plants, specifically *Anthyllis vulneraria* L. The North Caucasus Ecological Herald. 2016, Vol. 12, no. 1. pp. 4-9.

3. Molisch H. The longevity of plants (Die Lebensdauer der Pflanze). Authorized English Edition by E.H. Fulling. New York, 1938. 226 p.

4. Rabotnov T.A. The duration of the period of virginal life of herbaceous perennials in natural cenoses. Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel Biologiya [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series]. 1946, Vol. 51, iss. 2. pp. 91-98. (In Russian)

5. De Witte L.C., Stöcklin J. Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it. *Annals of Botany*. 2010. Vol. 106, iss. 6. pp. 859-870. doi: 10.1093/aob/mcq191

6. Erhlen J., Lehtila K. How perennial are perennial plants? Oikos. 2002. Vol. 98. pp. 308-322.

7. Zhmylev P.Y. The evolution of plant life span: facts and hypotheses. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 2006, vol. 67, no. 2. pp. 107-119. (In Russian)

8. Lavrenko E.M., Korchagin A.A., eds. *Polevaya geobotanika* [Field geobotany]. Moscow- Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1960. Vol. 2. 500 p. (In Russian)

9. Onipchenko V.G. *Funktsional'naya fitotsenologiya: Sinekologiya rastenii* [Functional phytosociology: synecology plants]. Moscow, KRASAND Publ., 2013. 576 p. (In Russian)

10. Currey D.R. An Ancient Bristlecone Pine Stand in Eastern Nevada. Ecology. 1965. Vol. 46. pp. 564-566.

11. Weatherspoon C.P. *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchholz Giant Sequoia. Silvics of North America. United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 654. Ads. by R.M. Burns and B.H. Honkala. 1990. Vol. 1. pp. 552-562.

12. Dietz H., Ullmann I. Age-determination of dicotyledonous herbaceous perennials by means of annual rings: Exception or rule? *Annals of botany*. 1997. Vol. 80, Iss. 3. pp. 377-379. doi:10.1006/anbo.1997.0423

13. Dietz H., Schweingruber F. Development of growth rings in roots of dicotyledonous perennial herbs: experimental analysis of ecological factors. Bulletin of the Geobotanical Institute ETH. 2002. Vol. 67. pp. 97-105.

14. Erschbamer B., Retter V. How long can glacier foreland species live? Flora - Morphology Distribution Functional Ecology of Plants. 2004. Vol. 199. pp. 500-504.

15. Barbour M.G., Burk J.H., Pitts W.D. Terrestrial plant ecology. Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1998. 649 p.

16. Olesen J.M., Ehlers B.K. Age determination of individuals of Corydalis species and other perennial herbs. *Nordic Journal of Botany*. 2001. Vol. 21, iss. 2. pp. 187-194. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2001.tb01356.x

17. Rabotnov T.A. Life cycle of perennial herbaceous plants in the meadow cenoses. *Trudy BIN AN SSSR. Seriya 3. Geobotanika* [Proc. of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences. Series 3. Geobotany]. 1950. Iss. 6. pp. 7-204. (In Russian)

18. Kemperman J., Barnes B.V. Clone size in American aspens. *Canadian Journal of Botany*. 1976. Vol. 54, no. 22. pp. 2603-2607. doi: 10.1139/b76-280

19. Ally D., Ritland K., Otto S.P. Can clone size serve as a proxy for clone age? An exploration using microsatellite divergence in *Populus tremuloides*. *Molecular Ecology*. 2008. Vol. 17, iss. 22. pp. 4897-4911. doi: 10.1111/j.1365-294X.2008.03962.x

20. Oinonen E. The correlation between the size of Finnish bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.) clones and certain periods of site history. Acta Forestalia Fennica. 1967. Vol. 83. no. 2. pp. 1-51.

21. Parks J.C., Werth C.R. A study of spatial features of clones in a population of bracken fern, *Pteridium aquilinum* (Dennstaedtiaceae). American Journal of Botany. 1993. Vol. 80. pp. 537-544.

22. Steinger T., Körner Ch., Schmid B. Long-term persistence in a changing climate: DNA analysis suggests very old ages of clones of alpine *Carex curvula.* Oecologia. 1996. Vol. 105. Iss. 1. pp. 94-99.
23. Bowers J.E., Webb R.H., Rondeau R.J. Longevity, recruitment and mortality of desert plants in Grand Canyon, Arizona, USA. Journal of Vegetation Science. 1995. Vol. 6. pp. 551-564.
24. Andersen G.L., Krzywinski K. Longevity and growth of *Acacia tortilis*; insights from ^{14}C content and anatomy of wood. *BMC Ecology*. 2007. Vol. 7. no. 4. DOI: 10.1186/1472-6785-7-4
25. *Polivariantnost' razvitiya organizmov, populyatsii i soobshchestv: nauchnoe Izdanie* [Multivariate development of organisms, populations and communities: scientific publication]. Yoshkar-Ola, Mariiskii State University Publ., 2006. 326 p. (In Russian)
26. Rabotnov T.A. About the life cycle of the Siberian hogweed (*Heracleum sibiricum*). Byulleten' MOIP. Otdel Biologicheskii [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series]. 1956. Vol. 61. no. 2. pp. 73-81. (In Russian)
27. Treshow M., Harper K. Longevity of Perennial Forbs and Grasses. Oikos. 1974. Vol. 25, iss. 1. pp. 93-96.
28. Notov A.A. On the specifics of the functional organization and the individual development of modular facilities. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 1999. Vol. 60, no. 1. pp. 60-79. (In Russian)
29. Thomas H., Thomas H.M., Ougham H. Annuality, perenniality and cell death. *Journal of Experimental Botany*. 2000. Vol. 51. no. 352. pp. 1781-1788. doi:10.1093/jexbot/51.352.1781
30. Vaupel J. W., Baudisch A., Dölling A., Roach D. A., Gampea J. The case for negative senescence. *Theoretical Population Biology*. 2004. Vol.65. pp. 339-351. doi:10.1016/j.tpb.2003.12.003
31. Ulanova N.G., Zavalishin N.N., Logofet D.O. Competition between and within aspen (Populus tremula) and raspberry (Rubus idaeus) after clear-cutting: matrix models of structured populations dynamics. *Forest Science and Technology*. 2007. Vol. 3, iss. 1. pp. 68-77. doi: 10.1080/21580103.2007.9656320
32. Ulanova N.G., Belova I.N., Logofet D.O. On the competition among discrete-structured populations: a matrix model for population dynamics of woodreed and birch growing together. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 2008. Vol. 69. no. 6. pp. 441-457. (In Russian)
33. Kipkeev A.M., Onipchenko V.G., Tekeev D.K., Erkenova M.A., Salpagarova F.S. Age of maturity in alpine herbaceous perennials, the North-West Caucasus. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 2014. Vol. 75. no. 4. pp. 315-323. (In Russian)
34. Savinyh N.P., Bobrovyh Yu.A., eds. *Sovremennye podkhody k opisaniyu struktury rasteniya* [Modern approaches to the description of the plant structure]. Kirov, Loban' Publ., 2008. 355 p. (In Russian)
35. Uranova A.A., Serebryakova T.I., eds. *Tsenopopulyatsii rastenii (osnovnye ponyatiya i struktura)* [Cenopopulations plants (basic concepts and structure)]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 217 p. (In Russian)
36. Rabotnov T.A. The study of the composition of the population for the purposes of phytocenology. Problemy botaniki [Botany problems]. 1950. iss. 1. pp. 465-483. (In Russian)
37. Artyushenko Z.T. *Atlas po opisatel'noi morfologii vysshikh rastenii: Semya* [Atlas of descriptive morphology of higher plants: Seed]. Leningrad, Nauka Publ, 1990. 204 c. (In Russian)
38. Fedorov A.A., Kirpichnikov M.E., Artyushenko Z.T. *Atlas po opisatel'noi morfologii vysshikh rastenii: List* [Atlas of descriptive morphology of higher plants: Leaf]. Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1956. 312 p. (In Russian)
39. Fedorov A.A., Kirpichnikov M.E., Artyushenko Z.T. *Atlas po opisatel'noi morfologii vysshikh rastenii: Stebel' i koren'* [Atlas of descriptive morphology of higher plants: stem and root]. Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1962. 353 p. (In Russian)
40. Kazantseva E.S., Tekeev D.K. Populyatsionnaya dinamika i semennaya produktivnost' Androsace albana v usloviyakh al'piiskikh vysokogorii Severo-Zapadnogo Kavkaza (Teberdinskii zapovednik) [Population dynamics and seed production Androsace albana in a alpine highlands of North-West Caucasus (Teberda Reserve)]. *Nauchnye issledovaniya redkikh vidov rastenii i zhivotnykh v zapovednikakh i natsional'nykh parkakh Rossiiskoi Federatsii za 2005–2014 gg.* [Scientific studies of rare species of plants and animals in nature reserves and national parks of the Russian Federation for 2005-2014 years]. Moscow, All-Russian Scientific Research Institute of Ecology Publ., 2015. Iss. 4. pp. 276-278. (In Russian)
41. Akulova Z.V. Ontogeny and some biological features of the species of the genus *Anthyllis* L., grown in Leningrad. Rastitel'nye resursy [Plant resources]. 1994. Vol. 30. no. 3. pp. 25-34. (In Russian)
42. Shinkovskaya K.A. Ecological and morphological features of *Sedum tenellum* Bieb. in the highlands of the Teberda Reserve. *Sostav i struktura vysokogornykh ekosistem Teberdinskogo zapovednika. Trudy Teberdinskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika.* [The composition and structure of highland ecosystems Teberda Reserve. Works the Teberda State Biosphere Reserve]. Moscow, 2007. Iss. 27. pp. 131-135. (In Russian)
43. Logofet D.O., Belova E.S., Kazantseva E.S., Onipchenko V.G. Local Population of *Eritrichium caucasicum* as an Object of Mathematical Modelling. I. Life Cycle Graph and a Vyssh. shk.Nonautonomous Matrix Model. Zhurnal Obshchei Biologii [Journal of General Biology]. 2016. Vol. 77. no. 2. pp. 106-121. (In Russian)
44. Lakin G.F. *Biometriya: uchebnoe posobie dlya studentov biologicheskikh spetsial'nostei vuzov: dop. Gos. kom. SSSR po nar. obrazovaniyu.* [Biometrics: a textbook for students of biological specialties universities.].

Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 4th edition. 352 p. (In Russian)
45. Nazarov A.A., Terpugov A.F. *Teoriya veroyatnostei i sluchainykh protsessov: uchebnoe posobie.* [Probability theory and stochastic processes: a tutorial.]. Tomsk, NTL Publ., 2010. 2nd edition. 204 p. (In Russian)
46. Onipchenko V.G., Komarov A.S. The duration of life and the dynamics of plant populations in the highlands: the experience of assessment of three of alpine species of the North-West Caucasus. Zhurnal obshchei biologii [Journal of general biology]. 1997. vol. 58. no. 6. pp. 64-75. (In Russian)
47. Zhmylev P.Yu., Alekseev Yu.E., Karpuhina E.A., Balandin S.A. [Biomorphology of plants: an illustrated dictionary. Tutorial]. Moscow, Moscow State University Publ., 2005. 2nd edition. 256 p. (In Russian)
48. Körner C. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. 2nd ed. Berlin: Springer, 2003. 350 p.
49. Moles A.T., Westoby M. What do seedlings die from and what are the implications for evolution of seed size? Oikos. 2004. Vol. 1. Iss. 1. pp. 193-199.
50. Kazantseva E.S., Popova A.S. Populyatsionnaya dinamika al'piiskikh maloletnikov [Population dynamics of short-lived alpine plants]. *Materialy Vserossiiskoi konferentsii «Razvitie geobotaniki: istoriya i sovremennost'», Sankt-Peterburg, 2011* [Materials All the conference "Development of Geobotany: History and Modernity", St. Petersburg, 2011]. St. Petersburg, St. Petersburg State University Publ., 2011. pp. 49. (In Russian)
51. Kazantseva E.S., Onipchenko V.G., Kipkeev A.M. Age of maturity of alpine short-lived herbaceous plants, North-West Caucasus, Russia // Bjulleten' MOIP. Otdel Biologija [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series]. 2016. V.121. iss. 2. pp. 73-80. (In Russian)
52. Kazantseva E.S., Onipchenko V.G., Bogatyrev V.A., Kipkeev A.M., Lider E.N. Features of sexual reproduction of alpine short-lived herbaceous plants and their comparison with alpine long-lived plants (North-West Caucasus, Russia) // Bjulleten' MOIP. Otdel Biologija [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series]. 2016. vol. 121, iss. 4. pp. 18-26. (In Russian)
53. Litvinskaya S.A. ed. *Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraya. (Rasteniya i griby). 2-e izd.* [The Red Book of the Krasnodar Territory. (Plants and fungi). 2nd ed.]. Krasnodar, OOO «Dizajn Bjuro no.1» Publ., 2007. 640 p. (In Russian)
54. Zamotailov A.S. ed. Rasteniya i griby [Plants and fungi]. *Krasnaya kniga Respubliki Adygeya: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya ob"ekty zhivotnogo i rastitel'nogo mira: v 2 ch. 2-e izd.* [The Red Book of the Republic of Adygea: Rare and endangered objects of flora and fauna: 2 parts, 2 nd ed.]. Maikop, Kachestvo Publ., 2012. vol. 1. 340 p. (In Russian)
55. Vorobyeva F.M., Onipchenko V.G. *Sosudistye rasteniya Teberdinskogo zapovednika (Annotirovannyi spisok vidov)* [Vascular plants of the Teberda Reserve (Annotated list of species)]. *Flora i fauna zapovednikov* [Flora and fauna of reserves]. Ed. by I.A. Gubanov. Moscow, 2001. Iss. 99. 100 p. (In Russian)
56. Bobrov E. G. *Rod Trifolium. Flora SSSR* [Genus *Trifolium*. Flora of the USSR]. ed. by V.L. Komarov, Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1945. Vol. 11. 432 p. (In Russian)
57. Nahucrishvili G.Sh., Gamcemlidze Z.G. *Zhizn' rastenii v ekstremal'nykh usloviyakh vysokogorii (na primere Tsentral'nogo Kavkaza)* [Plant life in the extreme conditions of high mountains (for example, the Central Caucasus)]. Leningrad, Nauka Publ., 1984. 123 p. (In Russian)
58. Kipkeev A.M., Onipchenko V.G., Tekeev D.K., Erkenova M.A., Salpagarova F.S. Age of maturity in alpine herbaceous perennials, the North-West Caucasus. Biology Bulletin Reviews. 2015. Vol. 5, no. 5. pp. 505-511.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Елена С. Казанцева* – аспирант кафедры геоботаника МГУ имени М.В. Ломоносова, младший научный сотрудник отдела флоры ГБС РАН. 127276, Москва, ул. Ботаническая, д.4., отдел флоры, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. Тел.: +7(916)3681455; e-mail: biolenok@mail.ru.

Владимир Г. Медведев – кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры биомеханики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный университет физической культуры,

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Elena S. Kazantseva* – Phd student from the Geobotany Department of M.V. Lomonosov Moscow State University, researcher at the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences. Address: Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Russia, 119991, Moscow, 1-12 Leninskie Gory. Tel.: +7(916)3681455; e-mail: biolenok@mail.ru.

Vladimir G. Medvedev – PhD, Senior Lecturer, Department of Biomechanics, Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education «Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE)», Moscow, Russia.

спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва, Россия.

Владимир Г. Онипченко – доктор биологических наук, заведующий кафедрой геоботаники биологического факультета, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Vladimir G. Onipchenko – Doctor, Professor, Head of Department of Geobotany, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

Критерии авторства

Елена С. Казанцева – сбор и обработка полевых материалов, построение суммарных матриц переходов, обработка полученных данных по методу, предложенным В.Г. Медведевым, написание и подготовка текста статьи. Владимир Г. Медведев разработал метод, основанный на дискретном описании онтогенеза и теории вероятностей и случайных процессов, для подсчета длительности жизни и стадий растений Владимир Г. Онипченко - руководитель проекта.

Contribution

Elena S. Kazantseva - collection and processing of field data, matrix population models construction, processing of the data by the method proposed by Vladimir G. Medvedev, writing and preparation of the article.. Vladimir G. Medvedev developed a method for calculation of longevity and ontogeny stage durations of plants, which is based on a discrete ontogeny description and on the probability theory and random processes. Vladimir G. Onipchenko, project manager. All authors are responsible for avoiding the plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 14.12.2015
Принята в печать 12.01.2016

Received 14.12.2015
Accepted for publication 12.01.2016

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Геоэкология / Geoecology
Оригинальная статья / Original article
УДК 504.3.054
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-108-120

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КАЗАНЬ

[1]Юлия Р. Янгличева*, [2]Гузель Р. Валеева
[1]кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Институт экологии и природопользования Казанского Федерального университета, Казань, Россия, ur-yanglicheva@mail.ru
[2]кафедра прикладной экологии, Институт экологии и природопользования Казанского Федерального университета, Казань, Россия

Резюме. ***Цель.*** В работе проведена комплексная оценка уровня загрязнения атмосферы г. Казань, исследовано влияние метеорологических величин и явлений на формирование уровня загрязнения атмосферы крупного города, изучены ареалы распространения поллютантов, выявлены основные стационарные источники загрязняющих веществ. ***Методы.*** Статистически обрабатывались данные о температуре воздуха и частоте инверсий, направлениях и скорости ветра, влажности воздуха, осадках и туманах. Использованы результаты систематических наблюдений за загрязнением атмосферы, проводимых Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан (УГМС РТ) за период 2002-2014 гг. на 10 стационарных постах наблюдения. ***Результаты***. Полученные в работе результаты имеют важное практическое значение и могут быть использованы при решении проблем управления уровнем загрязнения атмосферы в крупных городах. ***Выводы.*** Выявлены метеорологические параметры, способствующие загрязнению или самоочищению атмосферы крупного города; установлено, что воздушная среда города имеет ограниченно благоприятную способность к самоочищению в июле и сентябре, во все другие месяцы условия для рассеивания примесей благоприятные; показано, что основной вклад в загрязнение атмосферы города вносят стационарные источники и автотранспорт. В соответствии со значениями КИЗА$_5$ уровень загрязнения атмосферы г. Казань характеризуется, как «высокий».
Ключевые слова: атмосфера, загрязнение, взвешенные вещества, формальдегид, бенз(а)пирен, оксид углерода, оксиды азота, неблагоприятные метеорологические условия, комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха.

Формат цитирования: Янгличева Ю.Р., Валеева Г.Р. Закономерности формирования химического состава атмосферы на территории г. Казань // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.108-120. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-108-120

LAWS OF FORMATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF THE ATMOSPHERE IN THE TERRITORY OF KAZAN

[1]Yulia R. Yanglicheva*, [2]Guzel R. Valeeva
[1] Sub-department of Meteorology, Climatology and Ecology of the atmosphere, Institute of ecology and environmental management, Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russia, ur-yanglicheva@mail.ru
[2] Sub-department of Applied Ecology, Institute of ecology and environmental management, Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russia

Abstract. ***Aim.*** We made a comprehensive assessment of the pollution level of the atmosphere in Kazan; studied the effect of meteorological variables and phenomena in the formation of the level of pollution of the atmosphere of a big city, studied areas of distribution of pollutants, identified the major stationary sources of pollution. ***Methods.*** We

statistically processed the data on air temperature, frequency of inversions, wind direction and speed, humidity, precipitation and fog; used the results of systematic observations of atmospheric pollution held by Department for hydrometeorology and environmental monitoring of the Republic of Tatarstan (DTHEM RT) for the period of 2002-2014 on 10 stationary sites. ***Results.*** Findings of the research are of great practical importance and can be used in solving the problems of atmospheric pollution control in big cities. ***Main conclusions.*** We identified meteorological parameters that contribute to pollution or self-purification of atmosphere in big cities; established that the air environment of the city has a limited favorable ability to self-cleaning in July and September; in all the other months, conditions for dispersion of impurities are quite favorable. The research shows that the stationary sources and vehicles are the main sources of atmospheric pollution in the city. According to $CIAP_5$, the air pollution index in Kazan is determined as high.
Keywords: atmosphere, pollution, suspended matter, formaldehyde, benzo(a)pyrene, carbon monoxide, nitrogen oxides, adverse weather conditions, comprehensive index of air pollution.

For citation: Yanglicheva Yu.R., Valeeva G.R. Laws of formation of chemical composition of the atmosphere in the territory of Kazan. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 108-120. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-108-120

ВВЕДЕНИЕ

Атмосферный воздух – важнейший для всего живого природный ресурс, от качественного состояния которого, в значительной мере, зависит здоровье человека. Интенсивное развитие промышленности, урбанизация, увеличение транспортной нагрузки приводят к изменению газового состава атмосферы, накоплению в ней загрязняющих веществ.

Атмосфера представляет собой равновесную систему, в которой процессы обмена веществ протекают по определенным естественным законам. Поэтому изучение закономерностей формирования химического состава атмосферного воздуха крупных городов и его изменения под влиянием метеорологических и гелиофизических факторов приобретает особую актуальность для решения проблемы управления его качеством.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При изучении влияния метеорологических условий на рассеивание, накопление выбросов промышленных стационарных источников и автотранспорта использовались данные о следующих величинах и явлениях: температура воздуха, инверсии температуры воздуха, направление и скорость ветра, влажность воздуха, осадки и туманы.

Для оценки качества атмосферного воздуха использованы систематические наблюдения за загрязнением атмосферы, проводимые Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан (УГМС РТ) за период 2012 -2014гг. на 10 стационарных постах наблюдения (ПНЗ), расположенных по следующим адресам (рис.1, http://www.tatarmeteo.ru):

- ПНЗ № 3: ул. Правобулачная, д. 51;
- ПНЗ № 4: Горьковское шоссе, д. 2;
- ПНЗ № 5: ул. Татарстан, д. 72;
- ПНЗ № 6: ул. Степана Халтурина, д. 10;
- ПНЗ № 7: ул. Декабристов, д. 183;
- ПНЗ № 8: ул. К. Маркса, д. 71, санаторий «Казанский»;
- ПНЗ № 9: ул. Побежимова;
- ПНЗ № 10: пересечение улиц Файзи и Х. Бигичева;
- ПНЗ № 11: ул. Академика Лаврентьева;
- ПНЗ № 15: ул. Дубравная.

Также в Казани функционируют 4 поста автоматизированного контроля (ПКЗ - пост контроля загазованности) Минэкологии РТ, работающие в непрерывном круглосуточном режиме. Считывание информации осуществляется каждые 5 минут, данные за 20 минут усредняются и поступают на центральный диспетчерский пункт (ЦДП) и обновляются через каждые 20 минут со всех постов. Основные анализируемые ингредиенты:

- ПКЗ-1 по ул. Тукая, 109 (на территории предприятия Казанские электросети) анализирует дополнительно ароматические углеводороды, акролеин и установлен для контроля загрязнения атмосферы ОАО «Нэфис-Косметикс»;
- ПКЗ-2 по ул. Павлюхина,75 (территория Минэкологии РТ) анализирует пре-

имущественно влияние автотранспорта по ул. Павлюхина;

- ПКЗ-3 по ул. Космонавтов, 59а (справа за зданием Минэкологии РТ) анализирует фоновое загрязнение воздуха;

- ПКЗ-4 по ул. Четаева (на территории водопроводно-насосной станции ВНС МУП «Водоканал») анализирует фоновое загрязнение.

При анализе качества атмосферного воздуха были рассмотрены срочные, ежедневные, месячные и годовые концентрации таких загрязняющих веществ (ЗВ), как оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, сероводород, фенол, формальдегид, аммиак и пыль. Полученные результаты использовали в качестве исходного материала для построения карт-схем ареала распространения, исследуемых, загрязняющих веществ, с помощью программы QGIS Desktop 2.8.1, которая является полноценной геоинформационной системой с открытым исходным кодом.

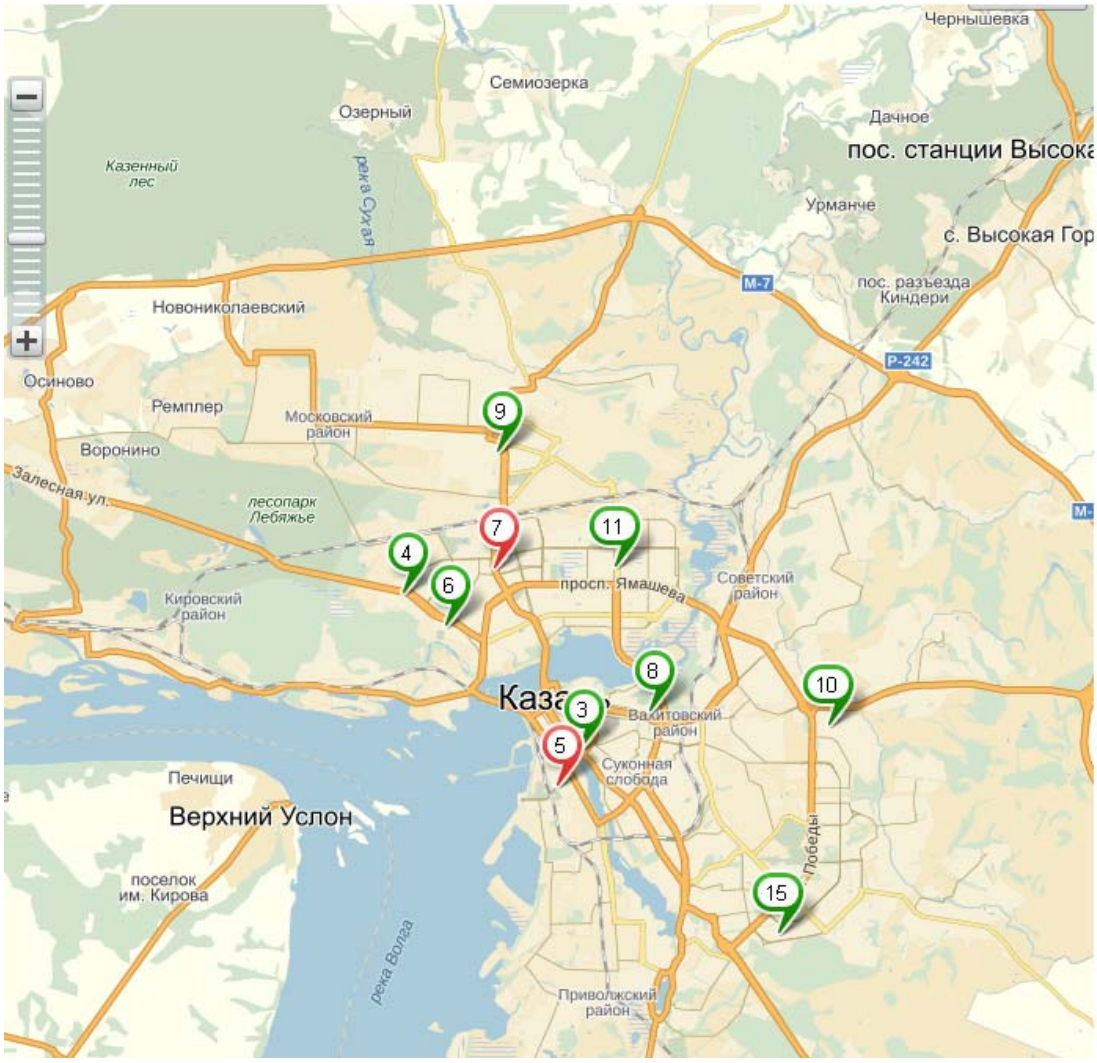


Рис.1. **Карта – схема расположения постов наблюдения в г. Казань**
Fig.1. **Map of location of stationary sites in Kazan**

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Уровень загрязнения атмосферы в г. Казань

Концентрация примесей ЗВ в атмосфере очень изменчива во времени и пространстве и зависит не только от хозяйственной деятельности человека, но и от фонового загрязнения воздуха городов дымом от лесных пожаров и пылью во время суховеев и пыльных бурь.

Для воздуха населенных мест разработан и утвержден перечень ПДК веществ, оказывающих отрицательное воздействие на здоровье человека. Установлены разовые и суточные ПДК примесей в атмосферном воздухе (табл. 1).

Взвешенные вещества – твердые или жидкие частицы, представляющие смесь пыли, сажи, дыма, сульфатов, нитратов и других веществ и находящихся во взвешенном состоянии в воздухе. Взвешенные частицы оказывают вредное воздействие на здоровье человека и являются прямой причиной многих респираторно–легочных заболеваний, а также способствуют развитию сердечно–сосудистых заболеваний [1]. В Казани концентрации взвешенных веществ в течение 2002-2013 гг. не превышали значения $ПДК_{сс}$. В период 2002 – 2005 гг. прослеживается тенденция постепенного увеличения концентраций, с 2006 по 2009 гг. средняя годовая концентрация оставалась неизменной – 0,1 мг/м^3. В период 2010 – 2013 гг. значения концентраций достигли $ПДК_{с.с.}$, но не превысили их (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Концентрации загрязняющих веществ (мг/м^3) в атмосфере г. Казань (2002 – 2013 гг.)

Table 1

Concentrations of pollutants (mg / m^3) in the atmosphere, Kazan (2002 - 2013)

Год Year	**Параметры** / Indexes											
	Взвешенные вещества Suspended matters		**Оксид углерода** Carbon monoxide		**Диоксид азота** Nitrogen dioxide		**Диоксид серы** Sulphur dioxide		**Бенз(а)пирен** Benzo(a)pyrene		**Формадельгид** Formaldehyde	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2002	0,1	1,1	3	16	0,02	0,39	0,001	0,032	2,3	9,4	0,006	0,164
2003	0,1	1,2	4	65	0,05	0,59	0,002	0,037	2,9	6,1	0,009	0,072
2004	0,06	1,3	3	42	0,05	0,48	0,001	0,11	2,6	4,0	0,006	0,036
2005	0,08	1,0	2	15	0,08	0,78	0,001	0,011	2,1	3,5	0,011	0,172
2006	0,1	2,4	2	22	0,06	0,9	0,001	0,03	2,8	3,0	0,012	0,105
2007	0,1	0,1	2	22	0,08	0,97	0,001	0,011	2,7	-	0,006	0,299
2008	0,1	2,2	2	22	0,8	0,99	0,003	0,6	2,1	2,9	0,008	0,569
2009	0,1	1,7	0,8	24	0,09	1,06	0,001	0,02	2,3	-	0,007	0,95
2010	0,15	1,8	0,9	28	0,08	1,10	0,001	0,02	2,4	-	0,009	0,457
2011	0,1	1,8	2	26	0,08	1,13	0,001	0,02	2,2	-	0,008	0,75
2012	0,1	1,9	2	28	0,09	1,15	0,002	0,02	2,3	-	0,012	0,84
2013	0,1	2,3	2	25	0,1	2,4	0,002	0,02	2,6	-	0,014	0,98
ПДК мг/м^3	$ПДК_{мр}$	0,5	5		0,02		0,5		10^{-6}		0,035	
	$ПДК_{сс}$	0,15	3		0,04		0,05		-		0,003	
Класс опасности Hazard class	3		4		3		3		1		2	

Примечание: *1 – средняя годовая концентрация; 2 – максимальная разовая концентрация.*
Note: *1 - average annual concentration; 2 - maximum single concentration.*

Оксид углерода CO считается клеточным ядом, способным создавать дефицит кислорода в тканях тела, повышает уровень сахара в крови [1]. Основным источником

поступления CO в атмосферу крупных городов является автотранспорт. В Казани наблюдались наибольшие среднегодовые концентрации CO в сравнении с другими населенными пунктами республики. В динамике прослеживается тенденция к уменьшению концентрации CO в атмосфере города. Так в 2008 году было зафиксировано 144 превышения, в 2009 году - 38, в 2012 - 16, а в 2013 – всего 5 (табл. 1, рис. 2).

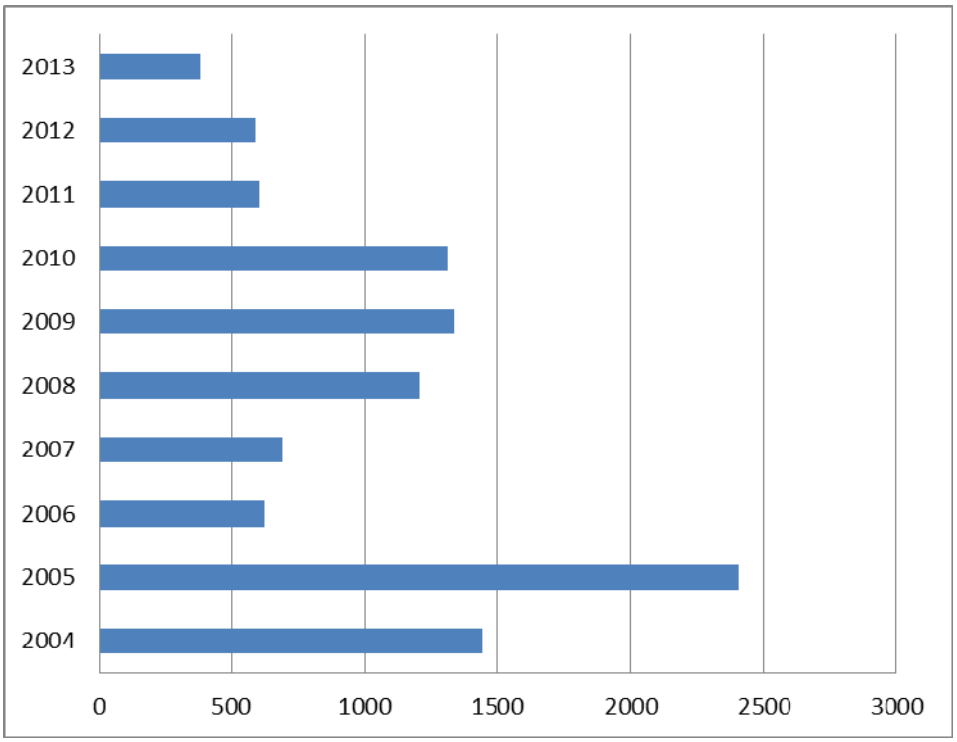


Рис. 2. **Динамика общего количества превышений концентраций ЗВ над ПДК по г. Казань**

Fig. 2. **The dynamics of the total number of exceedances of the concentration of pollutants above the maximum permissible concentrations in the Kazan**

Анализ карт-схем, разработанных с помощью QGIS Desktop 2.8.1, позволил выявить наиболее загрязненные по уровню CO участки (рис. 3):

- ПНЗ № 5 (5-кратное превышение ПДК). В данном районе проходят крупные дорожные артерии (ул. Татарстан), вблизи расположено химическое предприятие «Нэфис - Косметикс».

- ПНЗ № 7, ПНЗ №6 и ПНЗ№ 4, расположенные вблизи крупных автомагистралей города.

Концентрация диоксида серы в исследуемый период оставалась на одном уровне с возрастанием в 2003, 2008 и 2012 гг.

Анализ карт, полученных с помощью QGIS Desktop 2.8.1, показал, что максимальное значение среднесуточной концентрации (0,009 мг/м^3) характерно для ПНЗ № 11. Пост находится в Ново–Савиновском районе - крупном спальном районе города; такая концентрация обусловлена влиянием большого количества мелких котельных с низкими трубами, так как наибольшие значения приходится на отопительный сезон. В целом превышения ПДК по данному веществу не отмечалось.

Ситуация по сероводороду в городе стабильнооднородная, значения находятся в пределах нормы, кроме ПНЗ № 4 - там отмечается превышение по данному веществу в 2014 гг. (0,009 мг/м^3 при ПДК=0,008 мг/м^3).

Диоксид азота NO_2 представляет собой один из основных загрязнителей атмосферного воздуха, образующийся в процессе горения при высоких температурах; может приводить как к острым, так и хроническим заболеваниям населения [1]. Наибольшие значения концентрации NO_2 наблюдались в 2007 – 2011 годах, где средняя годовая концентрация превышала ПДК$_{сс}$ вдвое, с максимумом в 2009 году (0,09 мг/м^3), причем в

течение данного года было зафиксировано 797 превышений, в 2012 – 380, а в 2013 – уже 81, т.е. наблюдается заметная тенденция к снижению его содержания в воздухе города (табл. 1, рис. 2).

Полученные карты-схемы, свидетельствуют, о том, что NO_2 преобладает в центральной части города (ПНЗ №№ 3, 5). Наиболее вероятным источником NO_2 являются двигатели внутреннего сгорания, о чем свидетельствует большой поток автотранспорта, проходящий через рассматриваемый участок.

Существует годовая изменчивость концентраций формальдегида, бенз(а)пирена, диоксида азота и оксида азота, исходя из которой просматривается тенденция к росту и сохранению высоких концентраций в первом и снижению во втором полугодии (табл. 2).

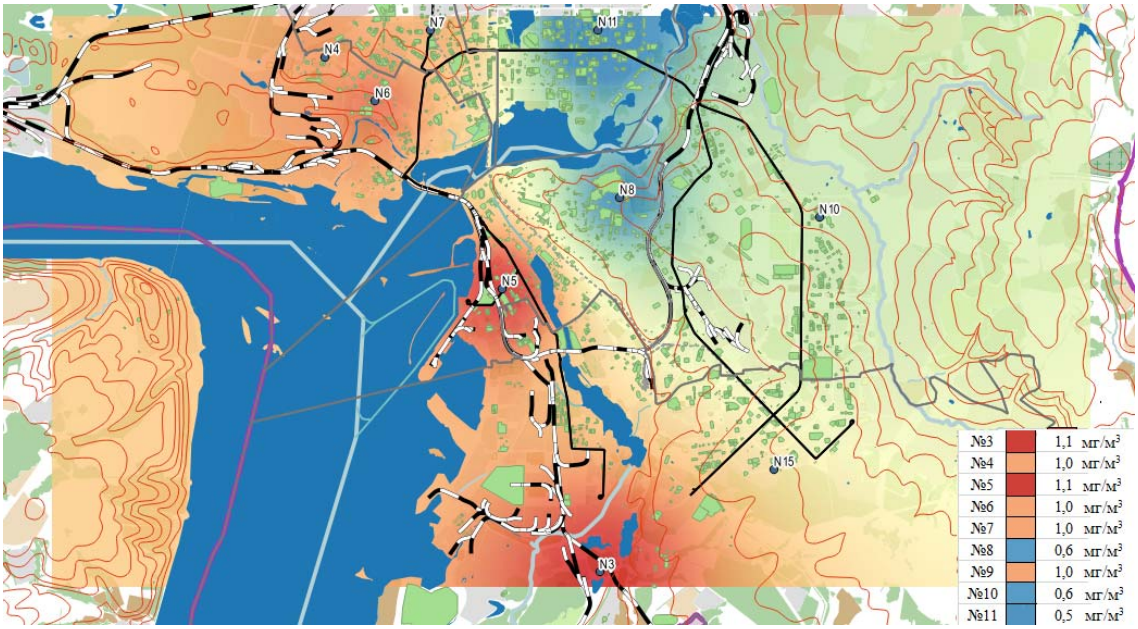


***Рис. 3.* Распределение CO в атмосфере г. Казани**
***Fig. 3.* The distribution of CO in the atmosphere of Kazan**

Суточный ход концентрации формальдегида в городской атмосфере в летние сухие дни имеет отчетливо выраженные максимумы в 8 утра, в 13 – 14 ч и вечернее время. Осенью повышенные концентрации наблюдаются большую часть суток, с 8 утра до 2 ночи, хотя по абсолютной величине эти максимумы ниже, чем летние. Концентрации формальдегида существенно возрастают вблизи автомагистралей в летние месяцы при высокой интенсивности солнечной радиации [2]. Формальдегид имеет неблагоприятное действие на центральную нервную систему [3]. В Казани за период 2002 – 2013 гг. наблюдался рост уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом, так в 2005 году зафиксировано 94 превышения, в 2006 – 87, 2008 – 70, 2009 – 267 , 2012 - 50 и в 2013 - 171 превышение. Высокое содержание данного вещества в атмосфере, говорит о превалирующем влиянии выбросов автотранспорта на формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха (табл. 1, рис. 2) [4].

Наряду с концентрациями примесей в воздухе, создающимися в районе отдельных объектов, в городе формируется фоновое загрязнение воздуха за счет взаимного наложения и перемешивания выбросов от многих источников. В связи с этим высокие концентрации токсических веществ в воздухе могут отмечаться вне прямого действия отдельных объектов. Фоновое загрязнение воздуха под влиянием метеорологических условий отмечается в целом над всем городом в течение суток, под влиянием погодных условий при постоянных выбросах от предприятий оно то усиливается, то ослабевает. Наибольшее увеличение концентрации токсических веществ наблюдается особенно при двух типах аномальных метеоусловий: безветрии и слабо моросящих осадках, формирующих смог,

а также безветрии в сочетании с высокой температурой воздуха.

Таблица 2

Концентрации примесей (мг/м^3) в атмосферном воздухе по сезонам

Table 2

Concentrations of impurities (mg / m^3) in the air. Seasonal

Примесь Impurity	**Зима** Winter	**Весна** Spring	**Лето** Summer	**Осень** Autumn
Взвешенные вещества Suspended solids	0,06	0,07	0,08	0,07
Диоксид серы Sulphur dioxide	0,001	0,001	0,001	0,001
Оксид углерода Carbon monoxide	2,9	2,8	3,4	3,4
Диоксид азота Nitrogen dioxide	0,03	0,05	0,03	0,03
Оксид азота Nitric oxide	0,0004	0,0005	0,0008	0,0005
Сероводород Hydrogen sulfide	0,01	0,01	0,06	0,004

Для оценки загрязнения атмосферы используются три показателя качества воздуха:

- ИЗА - комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по среднегодовым концентрациям и характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха;
- СИ - стандартный индекс - наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. СИ определяется по данным наблюдений на посту за одной примесью;
- НП - наибольшая повторяемость (в %) превышения ПДК по отдельной примеси по городу.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается:

- низким при ИЗА 0-4, НП<10, СИ<1;
- повышенным при ИЗА 5–6, НП 10–19, СИ 1–4;
- высоким при ИЗА 7-13, НП 20-50, СИ 5-10;
- очень высоким при ИЗА≥14, НП>50, СИ>10.

Если значения ИЗА, СИ и НП попадают в разные градации, то степень загрязнения атмосферы оценивается по ИЗА.

Для сравнительной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха и выявления тенденций его изменения используют комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА). Для его расчета вычисляют парциальные I; и комплексный I_n (КИЗА) по формуле:

$$I(n) = \sum_{i}^{n} = 1\, i_i = \sum_{i}^{n} = 1 \left(\frac{qi}{ПДКi}\right) ci \qquad (1)$$

где q_i – средняя концентрация i – го ЗВ, $ПДК_i$ – значение предельно допустимой концентрации i – го ЗВ, C_i – безразмерная константа, равная 0,9; 1,0; 1,3 и 1,7 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности ЗВ. Как правило, значение I_n рассчитывается для n=5, т.е. для пяти наибольших значений концентрации веществ, определяющих основной вклад в суммарное загрязнение атмосферного воздуха при условии:

$$I_1>I_2>I_3>I_4>I_5 \qquad (2)$$

Использование показателя $КИЗА_5$ позволяет привести степень загрязнения всех веществ к загрязнению веществом третьего класса опасности – диоксиду серы. Это предположение основано на том, что все загрязняющие вещества на уровне ПДК не оказывают влияния на здоровье человека, а при дальнейшем увеличение концентрации степень их негативного влияния на здоровье возрастает с различной скоростью, которая зависит от класса опасности вещества. Величина $КИЗА_5$ показывает, какому уровню загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) соответствует наблюдаемое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, т.е. во сколько раз уровень

загрязнения атмосферного воздуха превышает допустимое значение.

Уровень загрязнения считается пониженным при значениях КИЗА$_5$≤5, повышенным при КИЗА$_5$=5-6, высоким при КИЗА$_5$=7-13 и очень высоким при КИЗА$_5$≥14.

Основываясь на динамике КИЗА$_5$ в г. Казань (табл. 3), уровень загрязнения воздуха можно охарактеризовать как высокий. Минимальные значения КИЗА$_5$ приходятся на 2002, 2004 и 2011 гг. (КИЗА$_5$ = 8,92-9,43). Максимальное значение уровня загрязнения воздуха в Казани приходится на 2006 год (КИЗА$_5$=13,66) [5].

Таблица 3

Показатели загрязнения атмосферного воздуха за период 2002 – 2013 гг. [5]

Table 3

Indicators of air pollution for the period of 2002 - 2013 [5]

Год Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
КИЗА$_5$ CIAP$_5$,	8,92	12,75	9,43	11,84	13,66	10,75	10,92	10,2	12	9,3	11,8	10,6

Наиболее высокий уровень загрязнения атмосферы основными примесями за период наблюдений отмечен на ПНЗ №7 - ул. Декабристов 183. Пост расположен на ровном участке, окруженном зданиями, с интенсивным движением автотранспорта. Высокий уровень загрязнения можно объяснить не только влиянием транспортного потока, но и близким расположением таких крупных предприятий как завод «Казаньоргсинтез», ТЭЦ – 2 и ТЭЦ - 3, ОАО «Казанский вертолетный завод». Ежегодно на данном участке фиксируются превышения по взвешенным веществам, CO, NO_2, пыли органической и неорганической, а кроме того обнаруживаются такие специфические вещества, как ксилол, толуол, бензол, этилбензол с максимумом концентрации в июле, тетрахлорметан в период с мая по июль с пиком в июле, ацетон.

Также ухудшилось качество воздушного бассейна на участке ПНЗ № 5, здесь наблюдаются такие вещества, как хлороформ, тетрахлометан, ксилол, ацетон. Данный пост располагается в низменной части города с интенсивным движением транспорта на пересечении улиц Татарстан и Тинчурина, непосредственное влияние также оказывает ОАО «Нэфис – косметикс» - крупнейший отечественный производитель товаров бытовой химии. Отмечаются высокие концентрации взвешенных веществ, SO_2 и CO.

Построенные карты-схемы, по одному из специфических веществ, а именно фенолу, показывают его ежегодную изменчивость по ареалу распространения. Можно отметить его накопление в районе ПНЗ № 10. Данный пост находится в Советском районе города, который на данный момент является наиболее интенсивно застраиваемым. Фенол используется при изготовлении пластмассы, при утепление домов на строительных площадках или при изготовлении специальных расходных материалов. Кроме того, высокие концентрации фенола нередко можно зафиксировать в воздухе квартир, особенно если это новостройки, так как основная масса современной техники, мебели и даже отделочных материалов включает в себя ряд высокотоксичных материалов, являющихся источником данного ЗВ.

Высокие максимальные и среднегодовые концентрации специфических загрязняющих веществ показывают, что в последние годы они вносят все больший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города, доля же основных загрязняющих веществ уменьшается: бенз(а)пирен – 47 %, формальдегид – 23%, оксид углерода – 9%, диоксид азота - 13 %, оксида азота – 8%. Вклад бенз(а)пирена и формальдегида в КИЗА$_5$ составляет 70 %, что говорит о превалирующем влиянии автотранспорта на формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Воздействие физико-географических и метеорологических факторов на уровень загрязнения атмосферного воздуха

Многочисленные исследования связи между метеорологическими условиями местности и уровнем загрязнения воздуха показывают, что степень и интенсивность загрязнения зависит от особенностей циркуляционных процессов рассматриваемой территории, температуры стратификации атмосферы, осадков, туманов, рельефа подстилающей поверхности, солнечной радиации, трансграничного переноса примесей, состояния и площади зеленых насаждений и от многих других факторов [5]. Скорость ветра – основной показатель горизонтального переноса примесей. Воздушный поток, подходя к городу и встречая на своем пути препятствие, меняет не только направление движения, но и замедляет скорость. Обычно скорость ветра в городах значительно ниже, чем на окраинах, в среднем на 25 - 30 %, а в местах плотной застройки она уменьшается значительнее [6].

Зависимость уровня загрязнения атмосферного воздуха от скорости ветра определяется высотой источника выброса. При выбросах из высоких труб максимальные концентрации примеси у земли наблюдаются при опасной скорости ветра. При малых ветрах увеличивается эффективный подъем факела, и концентрации ЗВ у земли снижаются. В случаях выбросов из низких и неорганизованных источников увеличение концентрации примесей наблюдаются при слабых ветрах за счет накопления в приземном слое атмосферы [7]. Низких и неорганизованных источников опасными являются скорости ветра 0 – 1 м/с, при которых концентрации примесей в приземном слое на 30 – 70 % выше, чем при больших скоростях. Для высоких источников опасными являются скорости ветра 4 – 5 м/с. Направление и скорость ветра являются важными факторами формирования уровня загрязнение города [7]. По данным метеорологической станции Казань, опорная, на высоте 12,5 м от земли в среднем за год преобладают южные ветры, несколько реже наблюдаются юго – восточные и западные. Максимум повторяемости штилей приходится на летние месяцы (июль, август) ночью они наблюдаются чаще, чем днем. Наибольшие скорости характерны для преобладающих направлений ветра – зимой для южных и юго – восточных, летом для северных и северо – западных (рис. 1).

Своеобразие климата города Казани состоит в существовании мезомасштабных различий метеорологического режима между отдельными районами города. Мезоклиматические различия определяются следующими причинами: типом подстилающей поверхности, характером застройки, неравномерностью источников тепловых выбросов и эмиссии ЗВ.

В городе существует два основных очага повышенных значений температуры: на возвышенной части Вахитовского района и в центральных кварталах Московского и Кировского районов. В зависимости от сезона, времени суток и типа погоды температура воздуха в этих очагах тепла может превышать температуру воздуха других районов города на 3-4 ^{0}С и более. Широкий залив в устье р. Казанки делит городской остров тепла на два указанных основных очага тепла. Сама долина р. Казанки и выходящие к ней кварталы Московского и Ново-Савиновского районов располагаются в очаге холода. Наибольшие контрасты температуры воздуха между очагами тепла и холода (до 4-5 ^{0}С) наблюдаются в ранние утренние часы зимой и летом при ясной погоде.

При исследовании зависимости уровня загрязнения атмосферы от метеорологических факторов целесообразно использовать не только отдельные метеорологические величины и явления, но и комплексные характеристики, которые соответствуют определенной погодной ситуации. В настоящее время в качестве таких комплексных характеристик используется потенциал загрязнения атмосферы, разработанный в ГГО им. Воейкова Э.Ю. Безуглой [8], и метеорологический потенциал атмосферы, предложенный Т.С. Селегей [9]. Метод Э.Ю. Безуглой позволяет выразить рассеивающую способность атмосферного воздуха через показатель возможного уровня загрязнения атмосферы (ПЗА). ПЗА показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения атмосферного воздуха в конкретном районе будет выше, чем в условном, при реальной повторяемости метеорологических элементов. Э.Ю. Безуглой проведено районирование территории бывшего СССР и выделено пять

зон, которые характеризуются различными значениями ПЗА (табл. 4).

Также для оценки экологического состояния атмосферы анализируется динамика изменчивости метеорологического потенциала атмосферы (МПА), разработанного Т.С. Селегей [10].

Таблица 4

Критерии, характеризующие потенциал загрязнения атмосферного воздуха

Table 4

Criteria for characteristic the potential of air pollution

Зона Zone	**Характеристика ПЗА** Characteristics of IAP (indicator of air pollution)	**Значение ПЗА** The value of IAP
1	Низкий Low	1,8-2,4
2	Умеренный Moderate	2,4 - 2,7
3	Повышенный Increase	2,7 - 3,0
4	Высокий High	3,0 - 3,3
5	Очень высокий Very high	3,3 - 4,0

МПА определяется как отношение повторяемости условий, способствующих накоплению примесей (слабых ветров и туманов) к повторяемости условий, содействующих в свою очередь удалению примесей (сильных ветров и осадков):

$$МПА = (P_{сл}+P_{тум})/(P_{сил}+P_{ос}),$$

где Р – повторяемость, %; $P_{сл}$ – повторяемость слабого ветра (0-1 м/с); $P_{сил}$ – повторяемость скорости ветра > 6 м/с; $P_{тум}$ – повторяемость туманов; $P_{ос}$ – повторяемость осадков > 1 мм.

Ю.В. Русанов [11] выделил 4 типа МПА: 1) <0,8 – в атмосфере преобладают процессы, способствующие рассеиванию вредных примесей; 2) от 0,8 до 1,0 и 3) от 1,0 до 1,2 – здесь с одинаковой частотой могу происходить процессы, обуславливающие как рассеивание, так и накопление примесей; 4) >1,2 – Преобладают процессы, способствующие накоплению вредных примесей.

Также предлагается рассчитывать коэффициент самоочищения атмосферы К, обратный МПА: К = 1/МПА. При этом авторы выделяют пять групп К: при К > 1,25 создаются благоприятные условия для рассеивания атмосферы, при 1,25 ≥ К > 0,8 – относительно благоприятные, при 0,8 ≥ К > 0,4 –относительно неблагоприятные, при 0,4 ≥ К ≥ 0,25 неблагоприятные и при К ≤ 0,25 – крайне неблагоприятные.

ПЗА широко используется для оценки влияния комплекса метеорологических величин и явлений на рассеивание выбросов загрязняющих веществ в атмосфере. Анализ годового хода осредненного ПЗА для г. Казань за период 2002 - 2013 года показывает, что низкие значения (ПЗА) отмечались в январе (2,4), феврале (2,1), марте (2,4) и ноябре (2,3), умеренные значения ПЗА, равные 2,6 наблюдаются в апреле, мае и октябре.

Низкие значения ПЗА были отмечены в 2002 году - в январе, марте, ноябре, в 2003 году - в январе, феврале, апреле, мае, августе, октябре (2,4) и в ноябре, декабре (1,9).

Годовой ход коэффициента самоочищения К позволяет выявить сезонные особенности накопления и рассеивания примесей. Благоприятные условия для их рассеивания наблюдаются в январе – марте, мае – июне, октябре – декабре (К = 1,2 – 2,0). Как известно, наиболее благоприятные метеорологические условия для рассеивания выбросов загрязняющих веществ наблюдаются при активной циклонической деятельности, сопровождающейся высокой повторяемостью выпадения атмосферных осадков и сильными ветрами. Наименьшие значения потенциала самоочищения атмосферы от-

мечены в апреле, июле – августе (К = 0,7–0,9). Неблагоприятные условия для самоочищения атмосферного воздуха отмечаются в антициклонах, где часто развиваются застойные ситуации, определяющие штили, скорости ветра до 1 м/с, туманы . В качестве показателя, характеризующего физическое, химическое и другие виды воздействия на окружающую среду, принята концентрация загрязняющего вещества. Загрязнение воздуха определено по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценена путем сравнения фактических концентраций с предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

Анализ годового хода повторяемости метеорологических величин, характеризующих коэффициент накопления примесей, коэффициент самоочищения атмосферы и потенциал загрязнения атмосферы, помогает оценить вклад метеорологических параметров, способствующих загрязнению или самоочищению атмосферы. Высокие уровни загрязнения отмечаются при слабых ветрах и штилях, максимальная повторяемость, которых приходится на летние месяцы и начало осени и при туманах, наибольшая повторяемость в начале весны и осени. Уменьшение концентрации вредных веществ в атмосфере способствует увеличение скорости ветра до 6 м/с и более, их максимум повторяемости отмечается в конце осени, в зимний период и весной и наличие интенсивных осадков более 1мм, максимум приходится на летний период.

Осредненный коэффициент самоочищения атмосферы имеет наибольшее значение в марте – 0,89, июле – 1,10 и сентябре – 1,05. В утренние часы городская атмосфера имеет наиболее благоприятные условия накопления примесей в атмосфере, а в 18 ч - менее благоприятные. Основной вклад в значение коэффициента К вносит большая повторяемость слабых ветров и туманов, а также малая повторяемость слабых ветров и туманов и малая повторяемость сильных ветров и осадков. На основании определения коэффициента самоочищения установлено, что воздушная среда города имеет ограниченно благоприятную способность к самоочищению в июле (К=1,25) и в сентябре (К=1,22), а во все другие месяцы условия для рассеивания примесей благоприятные. Низкие значения осредненного значения потенциала загрязнения атмосферы отмечались в январе, феврале, марте от 2,4 – 2,7. Низкие значения потенциала загрязнения воздуха, говорят о преобладании метеорологических процессов, способствующих рассеиванию выбросов в приземном слое атмосферы.

В последние годы наблюдается тенденция роста коэффициента самоочищения атмосферы от 0,75 в 2001 г. до 1,01 в 2008 г. Это означает, что с каждым годом метеорологические условия становятся все менее благоприятными для рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, увеличивается число дней со слабым ветрами и туманами, уменьшается количество дней с сильными ветрами и осадками.

Прослеживая тенденцию изменения количества превышений за период 2002 – 2013 гг., можно сделать следующие выводы: наибольшее количество отмечено в 2005 гг. (2406) что можно связать с большим числом дней с неблагоприятными метеоусловиями (112) для рассеивания примесей, отмечалось высокое содержание формальдегида и бенз(а)пирена (рис. 2). С 2008 года прослеживается тенденция увеличения количество превышений в среднем в 1,5 раза. Стоит отметить также 2010 год, т.к. именно в этот период было зафиксировано максимальное количество превышений 5ПДК$_{м.р.}$. В течение 2010 г. в г. Казани было зафиксировано 1311 случаев превышения ПДК$_{м.р.}$, в т.ч. 20 случаев превышений 5 ПДК$_{м.р.}$, из них: по взвешенным веществам – 160 превышений, по оксиду углерода – 50 превышений, по диоксиду азота – 620 превышений, по аммиаку – 161 превышение, по формальдегиду – 320 превышений, в это год было отмечено 80 дней с неблагоприятными метеоусловиями для рассеивания вредных примесей в атмосферном воздухе.

ВЫВОДЫ

1. Динамика КИЗА$_5$ в 2002-2013 гг. показывает, что уровень загрязнения воздуха в г. Казань можно охарактеризовать как высокий. Минимальные значения индекса приходятся на 2002, 2004 и 2011 гг. (КИЗА$_5$ = 8,92-9,43), максимальный уровень загрязне-

ния воздуха в Казани за изученный период приходится на 2006 год (КИЗА$_5$=13,66).

2. Основной вклад в загрязнение атмосферы г. Казань вносят выбросы от стационарных источников и автотранспорта. Главными стационарными источниками загрязнения атмосферы города являются завод Казаньоргсинтез, ТЭЦ–2 и ТЭЦ-3, «Казанский государственный пороховой завод», ОАО «Казанский завод синтетического каучука», ОАО «Казанский моторостроительное ПО», ОАО «Казанский вертолетный завод», МУП ПО «Казэнерго», ОАО «Татнефть», ОАО «Нэфис – косметикс». Преобладающее влияние автотранспорта на уровень загрязнения атмосферы города подтверждает анализ карты – схемы распространения СО, построенной с помощью ПО QGIS Desktop 2.8.1.

3. Высокий уровень загрязнения атмосферы в г. Казань отмечается при слабых ветрах и штилях, максимальная повторяемость которых приходится на летние месяцы и начало осени, а также при туманах с наибольшей повторяемостью в начале весны и осени. Уменьшению концентрации вредных веществ в атмосфере способствует увеличение скорости ветра до 6 м/с и более и наличие интенсивных осадков более 1 мм.

4. Осредненный коэффициент самоочищения атмосферы для г. Казань имеет наибольшее значение в марте, июле и сентябре – 0,89, 1,10 и 1,05 соответственно. В утренние часы городская атмосфера имеет наиболее благоприятные условия накопления примесей в атмосфере, а к 18 ч - менее благоприятные. Основной вклад в высокое значение К вносит большая повторяемость слабых ветров и туманов, малая повторяемость слабых ветров и туманов, а также сильных ветров и осадков. На основании определения коэффициента самоочищения установлено, что воздушная среда города имеет ограниченно благоприятные способности к самоочищению в июле (1,25) и в сентябре (1,22), в другие месяцы условия для рассеивания примесей благоприятные. Низкие значения осредненного значения потенциала загрязнения атмосферы отмечаются в период с января по март (2,4 – 2,7).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельниченко П.И., Архангельский В.И., Козлова Т.А. Гигиена с основами экологии человека: Учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 752 с.
2. Переведенцев Ю.П. Влияние природных и антропогенных факторов на качество атмосферного воздуха города Казани // Динамика и взаимодействие природных и социальных сфер земли. Тезисы докладов научной конференции. Казань, 1998. С. 62–64.
3. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995. 528 с.
4. Переведенцев Ю.П. Природно – климатические ресурсы и загрязнение атмосферы. Казань: Изд-во Казанского университета, 2008. 109 с.
5. Состояние окружающей природной среды республики Татарстан в 2002-2013 гг. Государственный доклад. Казань, 2003-2014. URL: http://eco.tatarstan.ru/gosdoklad.htm (дата обращения: 25.02.2016)
6. Безуглая Э.Ю., Сонькин Л.Р. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха в городах Советского Союза // Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. С. 241-252.
7. Сонин Г.В., Зиганшин И.И. Мониторинг атмосферных осадков холодного периода и снегового покрова в г. Казани экспресс – методами // Современная география и окружающая среда: Сборник статей. Казань, 1996. С. 146-148.
8. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 189 с.
9. Селегей Т.С., Юрченко И.П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы // География и природные ресурсы. 1990. N2. С. 132-137.
10. Рекомендации по определению метеорологического потенциала атмосферы Сибирского экономического района / Ответст. исполнитель Т.С. Селегей. Новосибирск, 1987. 132 с.
11. Русанов В.В. Метеорологические условия загрязнения атмосферы над Томской областью // География и природные ресурсы. 1992. N1. С. 60-65.

REFERENCES

1. Melnichenko P.I., Arhangelsky V.I., Kozlova T.A. *Gigiyena s osnovami ekologii cheloveka* [Hygiene with human ecology foundations: Textbook]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2010, 752 p. (In Russian)
2. Perevedentsev Yu.P. Vliyaniye prirodnykh i antropogennykh faktorov na kachestvo atmosfernogo vozdukha goroda Kazani [Nature and anthropogenous factors influence on Kazan city atmosphere quality]. *Dinamika i vzaimodeystviye prirodnykh i sotsialnykh sfer zemli.*

Tezisy dokladov nauchnoy konferentsii [Nature and social spheres of Earth dinamics and interaction. Reports thesis of science conference]. Kazan, 1998, pp. 62-64. (In Russian)
3. Protasov V.Ph., Molchanov A.V. *Ekologiya, zdorovye i prirodopolzovaniye v Rossii* [Ecology, health and environmental management in Russia]. Moscow, Finances and statistics Publ., 1995, 528 p. (In Russian)
4. Perevedentsev Yu.P. *Prirodno – klimaticheskiye resursy i zagryazneniye atmosfery* [Nature and climatic resources and atmosphere pollution]. Kazan, Kazan University Publ., 2008, 109 p. (In Russian)
5. *Sostoyaniye okruzhayushchey prirodnoy sredy respubliki Tatarstan v 2002-2013 gg.* [Environmental state in Tatarstan republic in 2002-2013]. Gosudarstvennyy doklad [State report]. Kazan, 2003-2014. (In Russian) Available at: http://eco.tatarstan.ru/gosdoklad.htm (accessed 25.02.2016)
6. Bezuglaya E.Yu., Sonkin L.R. *Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy na zagryazneniye vozdukha v gorodakh Sovetskogo Soyuza* [Meteoroligical conditions influence on Soviet Union cities air pollution]. *Meteorologicheskiye aspekty zagryazneniya atmosfery* [Meteorological aspects of atmosphere pollution]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1971, pp. 241-252. (In Russian)
7. Sonin G.V., Ziganshin I.I. Monitoring atmosfernykh osadkov kholodnogo perioda i snegovogo pokrova v g. Kazani ekspress – metodami [Atmosphere precipitation by cold period and snow cover monitoring in Kazan city with use of express-methods]. *Sovremennaya geografiya i okruzhayushchaya sreda. Sbornik statey* [Modern geography and environment. Collection of articles]. Kazan, 1996, pp. 146-148. (In Russian)
8. Bezyglaya E.Yu. *Monitoring sostoyaniya zagryazneniya atmosfery v gorodakh* [Atmosphere pollution monitoring in cities]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1986, 189 p. (In Russian)
9. Selegey T.S., Yurchenko I.P. Disseminate ability potential of atmosphere. Geografiya i prirodnyye resursy [Geography and environmental resources]. 1990, no. 2, pp. 132-137. (In Russian)
10. *Rekomendatsii po opredeleniyu meteorologicheskogo potentsiala atmosfery Sibirskogo ekonomicheskogo rayona* [Siberia economical region atmosphere meteorological potential definition recommendations]. Novosibirsk, 1987, 132 p. (In Russian)
11. Rusanov V.V. Atmosphere pollution meteorological conditions over Tomsk region. Geografiya i prirodnyye resursy [Geography and environmental resources]. 1992. no. 1. pp. 60-65. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Юлия Р. Янгличева* – аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, Институт экологии и природопользования Казанского (Приволсжкого) федерального университета, тел. +7(843) 264-41-63, ул. Кремлевская, 18, Казань, 420008 Россия, e-mail: ur-yanglicheva@mail.ru

Гузель Р. Валеева – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной экологии, Институт экологии и природопользования Казанского (Федерального) университета, Казань, Россия.

Критерии авторства

Юлия Р. Янгличева собрала статистический материал, обобщила и проанализировала данные, представила графический материалы. Гузель Р. Валеева обработала статистический материал, сформулировала выводы, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 02.03.2016
Принята в печать 13.04.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Yulia R. Yanglicheva* – postgraduate student of the sub-department of meteorology, climatology and ecology of the atmosphere, Department of Ecology and Nature Management of Kazan (Privolszhkiy) Federal University, 18 Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia.
ph. +7(843) 264-41-63, e-mail: ur-yanglicheva@mail.ru

Guzel R. Valeeva – candidate of chemical sciences, Associate professor at the Sub-department of Applied Ecology, Department of Ecology and Nature Management of Kazan (Federal) University, Kazan, Russia.

Contribution

Yulia R. Yanglicheva collected statistical data; compiled and analyzed the data; provided graphic materials. Guzel R. Valeeva processed statistical data; worked on conclusions; wrote the manuscript and is responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 02.03.2016
Accepted for publication 13.04.2016

Геоэкология / Geoecology
Оригинальная статья / Original article
УДК 536.633.2
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-121-131

ИЗОХОРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ 1% ВОДНОГО РАСТВОРА ХЛОРИДА МАГНИЯ

[1]Василий И. Дворянчиков*, [2]Джават К. Джаватов, [3]Гаджи А. Рабаданов, [4]Эльдар Г. Искендеров, [1]Динара П. Шихахмедова
[1]лаборатория теплофизики геотермальных систем, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр Российской академии наук, Махачкала, Россия, vasiliy_dv01@mail.ru
[2]лаборатория энергетики, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук, Махачкала, Россия,
[3]лаборатория физхимии термальных вод, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук, Махачкала, Россия,
[4]лаборатория аккумулирования низкопотенциального тепла и солнечной энергии, Филиал ОИВТ РАН, Махачкала, Россия

Резюме. ***Цель.*** Экспериментальное исследование изохорной теплоёмкости 1% водного раствора хлорида магния вдоль линии фазового равновесия. ***Метод.*** Для определения изохорной теплоёмкости на линии фазового равновесия нами использована установка адиабатного калориметра Х.И. Амирханова. ***Результаты.*** Результаты исследования изохорной теплоёмкости в зависимости от температуры приводятся виде таблиц и рисунков, полученные результаты сравниваются с данными других авторов. При оценке сложной системы нельзя оценивать её эффективность только лишь на основе одного, даже очень важного критерия, при этом приходится учитывать требования технического, экономического, экологического и другого характера. ***Выводы.*** В геотермальной энергетике, при решении оптимизационных задач эффективности, необходимо учитывать факт температурной зависимости теплоёмкости и плотности. Учёт температурной зависимости таких параметров, как плотность и теплоёмкость при расчётах, существенно влияет на значения критерия эффективности, которые необходимо учитывать, ибо в противном случае погрешность вычислений может составить до 20 %. Полученные данные изохорной теплоёмкости водных растворов хлористого магния сравнивались с данными по воде и водным растворам NaCl и NaOH, полученными ранее, которые могут быть представлены как модель геотермальной и морской воды.
Ключевые слова: адиабатный калориметр, изохорная теплоемкость, фазовое равновесие, водные растворы солей, геотермальная энергетика, удельный объем, термоэлемент, температурный ход.

Формат цитирования: Дворянчиков В.И., Джаватов Д.К., Рабаданов Г.А., Искендеров Э.Г., Шихахмедова Д.П. Изохорная теплоемкость 1% водного раствора хлорида магния // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.121-131. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-121-131

ISOCHORIC HEAT CAPACITY OF 1% AQUEOUS SOLUTION OF MAGNESIUM CHLORIDE

[1]Vasiliy I. Dvoryanchikov*, [2]Dzhavat K. Djavatov, [3]Gadzhi A. Rabadanov, [4]Eldar G. Iskenderov, [1]Dinara P. Shikhakhmedova
[1] Laboratory of Thermophysics of geothermal systems, Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia, vasiliy_dv01@mail.ru
[2]Laboratory of Energetics, Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia
[3] Laboratory of physical chemistry of thermal waters, Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian,
[4]Laboratory of low-grade heat and solar energy storage, Branch of the Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

Abstract. ***Aim.*** The aim is to conduct an experimental study of isochoric heat capacity of 1% aqueous solution of magnesium chloride along the phase boundary curve. ***Method.*** In order to determine the isochoric heat capacity at the phase boundary curve we used the adiabatic calorimeter of KH. I. Amirkhanov. ***Results.*** Results of the study of the isochoric heat capacity depending on the temperature are given in tables and figures; the findings are compared with those of other researchers. When evaluating a complex system, we ought not to evaluate its effectiveness on the basis of only one criterion, even a very important, in this case must take into account the requirements of the technical, economic, environmental and of other natures. ***Conclusions.*** When solving optimization problems of efficiency in geothermal energy it is necessary to take into account the fact of the temperature dependence of the heat and density. The temperature dependence of the density and heat capacity in the calculations significantly affect the value of the efficiency criterion to be taken into account, otherwise the calculation error can be up to 20%. The data obtained from the isochoric heat capacity of aqueous solutions of magnesium chloride is compared with the data for water and aqueous solutions of NaCl and NaOH, obtained previously, which may be represented as a model of geothermal and sea water.
Keywords: adiabatic calorimeter, isochoric heat capacity, phase equilibria, aqueous solutions of salts, geothermal energy, specific volume, thermocouple, temperature dependence.

For citation: Dvoryanchikov V.I., Djavatov D.K., Rabadanov G.A., Iskenderov E.G., Shikhakhmedova D.P. Isochoric heat capacity of 1% aqueous solution of magnesium chloride. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 121-131. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-121-131

ВВЕДЕНИЕ

Достигнутые показатели развития нетрадиционной энергетики в мире и место в ней геотермальной энергетики указывает на то, что доля геотермальных источников достигает 60% выработки энергии на основе нетрадиционных источников энергии [1-4].

Отличительной особенностью геотермальной энергетики является её масштабность, возможность комплексного использования и доступность для добычи современными техническими средствами.

С учетом этого, также принимая во внимание значительные разведанные запасы термальных вод, геотермальную энергетику можно считать приоритетным направлением развития Российской энергетики среди возобновляемых источников энергии.

Важной проблемой геотермальной отрасли является повышение её конкурентоспособности по сравнению традиционными энергетическими отраслями. Для улучшения технико-экономических показателей геотермального производства необходимо как применение новейших технологий извлечения (например, использование горизонтальных скважин), использование и применение систем комбинированных с традиционными источниками энергии, так и разработка и исследование соответствующих моделей геотермальных систем с целью оптимизации их параметров.

В связи с этим проблема оптимизации процессов извлечения, использования геотермальных ресурсов становится актуальной практической задачей на пути активного их вовлечения в энергетический баланс.

Задачи оптимизации имеют большое практическое значение, так как позволяют определить такие значения параметров систем, оптимизирующие тот или иной критерий эффективности. Однако при оценке сложной системы нельзя оценивать её эффективность только лишь на основе одного, даже очень важного критерия. При этом приходится учитывать требования технического, экономического, экологического и другого характера.

При решении оптимизационных задач необходимо учитывать факт температурной зависимости теплоёмкости и плотности, о чём свидетельствуют данные экспериментального исследования, полученные для геотермальных флюидов различной минерализации на линии фазового равновесия [5].

В связи с этим нами исследована изохорная теплоёмкость водного раствора хлорида магния, который является одним из составляющих геотермальной воды.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения изохорной теплоёмкости на линии фазового равновесия нами использована установка адиабатного калориметра Х.И. Амирханова. Ранее этим методом были исследованы водно-солевые системы H_2O – NaOH, KOH, KNO_3, KCl, NaCl,

Na_2SO_4, Na_2CO_3, геотермальные флюиды [6-10]. Описание методики измерения даны в предыдущих работах. Объём калориметра был равен 100±0,3 см^3. Материал калориметра – нержавеющая сталь марки 1Х18Н10Т.

Изохорная теплоемкость служит надежным критерием качества уравнения состояния, что предопределило проведение экспериментов направленных на ее исследование водных растворов электролитов и геотермальных систем в широком интервале параметров состояния.

Реализованный в настоящей работе метод адиабатического калориметра (рис. 1) значительно усовершенствованный и существенно отличный от известных конструктивно, способом, который заключается в установлении контроля адиабатических условий с помощью слоя полупроводника (закиси меди). Термоэлемент выполняет роль адиабатической защиты, теплоизоляционного слоя и слоя передающего давление на более прочную внешнюю оболочку.

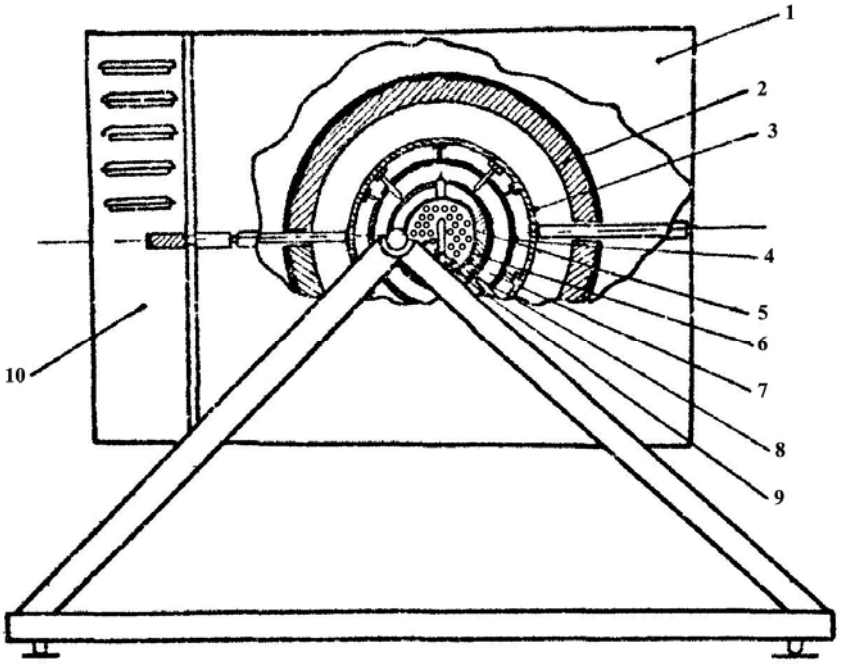


Рис. 1. **Принципиальная схема экспериментальной установки для измерения изохорной теплоёмкости жидкостей и газов**

1 - защитный кожух; 2 - шаровой термостат; 3 - кольцо возвратно-вращательного механизма; 4 - тепловой экран; 5 - карман для термометра сопротивления и измерительных термопар; 6 - наружная оболочка калориметра; 7 - внутренний сосуд калориметра; 8 - карман для внутреннего нагревателя, 9 - мешалка; 10 - кривошипно-шатунный механизм.

Fig. 1. **Schematic diagram of the experimental apparatus for measuring the isochoric heat capacity of liquids and gases.**

1 - a protective casing; 2 - ball thermostat; 3 - ring swinging mechanism; 4 - heat shield; 5 - pocket for resistance thermometers and measuring thermocouples; 6 - the outer shell of the calorimeter; 7 - inner vessel of calorimeter*; 8 - pocket for Internal heater 9 - mixer; 10 - crank mechanism.*

В таком калориметре внутренний сосуд и прилегающий к нему слой закиси меди входят в тепловую постоянную калориметра C_0. Давление, оказываемое исследуемым веществом на внутренние стенки калориметра, передается через плотный слой закиси меди на внешнюю более мощную оболочку, толщиной 8 мм, изготовленную из такого же материала (1Х18Н10Т) [11].

Внутри калориметра (рис. 1) имеется тонкая перфорированная мешалка из такого же материала – нержавеющей стали (9). Два цилиндрических кармана предназначены для внутреннего нагревателя (8) и термометра ПТС-10м (измерительной термопары) (5). С помощью слюдяных шайб, сосуд калориметра был отцентрирован с наружной оболочкой калориметра, с зазором 1 – 1,5 мм для засыпки порошка закиси меди. Имея малый коэффициент теплопроводности, закись меди служит теплоизоляционным слоем, в несколько раз уменьшая тепловые потери. Термоэлемент выполняет задачу адиабатической защиты: термоэдс от закиси меди подается на вход потенциометра Р363-2, а затем на регулятор типа ВРТ – 3 и самописец типа Н – 37 (2) (рис. 2). Схема поддержания адиабатических условий в калориметре работала в режиме пропорционально- интегрально-дифференциального (ПИД) регулирования. Точность поддержания разности температуры составляла 2,5 $\cdot 10^{-4}$ К. В качестве датчика разбаланса между оболочкой калориметра и экраном была использована многоспайная термопара, сигнал от которой поступал на задатчик разбаланса- фотоусилитель типа Ф116 / I, а с него на регулятор температуры ВРТ-3, что позволило поддерживать разность температур с точностью 10^{-2} К. Калориметр и экран помещались в термостат. Регулировка температуры термостата осуществлялась автоматически с помощью регулятора температуры ВРТ-3 в интервале измеряемых температур (3). Калориметрическая установка помещалась в защитный кожух, имеющий на внутренней поверхности асбестовую теплоизоляцию (2) (рис.1).

Температурный ход, задаваемый внутренним нагревателем, менялся в пределах от 5 $\cdot 10^{-4}$ до $8 \cdot 10^{-4}$ К/с в зависимости от области исследования. Вблизи кривой фазового равновесия эксперимент проводился с наименьшими скоростями.

Измерения теплоемкости проводились, как правило, с температурным шагом 0,17 – 0,24 К, вблизи точек перехода он уменьшался. Температура измерялась медь – константановой термопарой (1) (рис. 2). Время фиксировалось с помощью частотомера Ф-5041 с точностью 0,01с. Мощность внутреннего нагревателя измерялась потенциометрически с точностью 0,02%.

Масса заливаемого в калориметр раствора определялась на весах ВЛТ-1 с точность 0,01г.

Оценка точности экспериментальных результатов, полученных в ходе измерений, которая включает в себя определение и учет систематических и случайных ошибок, присущих методике и вводимых в качестве поправок, выявление неучтенных систематических погрешностей и указание истинного значения измеряемой величины, анализ случайных погрешностей, вызывающих разброс экспериментальных точек. Величина поправки на нестрогую изохоричность, с учетом термического и барического изменения объема калориметра определяется с точностью 5-10 % и составляет 0,5- 2 % к общему значению теплоемкости, для различных областей состояния вещества. Оценена систематическая ошибка, связанная с теплообменом между калориметром и адиабатической оболочкой, разделенной слоем закиси меди, вследствие разности температур обменивающихся теплом поверхностей, регулирования адиабатичности.

Расчет показывает, что возможные потери за счет притока или отвода тепла через слой закиси меди из-за нестрогой адиабатичности системы составляет 0,2 Дж на одно измерение, что составляет порядка 0,02 % подводимого тепла. Фактически отклонения от адиабатичности происходит в обоих направлениях в равной степени.

ТермоЭДС от закиси меди подается на вход потенциометра Р363-2 (2) (рис. 2), а затем на регулятор ВРТ-3. Схема поддержания адиабатических условий в калориметре, как уже упоминалось, работает в режиме (ПИД) регулирования, точность поддержания разности температур составляет $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ К. Потери тепла через неконтролируемые участки калориметра (штуцер, карманы, и т.д.) составляют порядка 0,03 Дж на одно измерение. Потери от выводящих проводов внутреннего нагревателя, термометра, капилляра составляют 0,07-0,09 Дж. Компенсация потерь тепла и регулирование обеспечивалось системой экранов (3,4) (рис. 2).

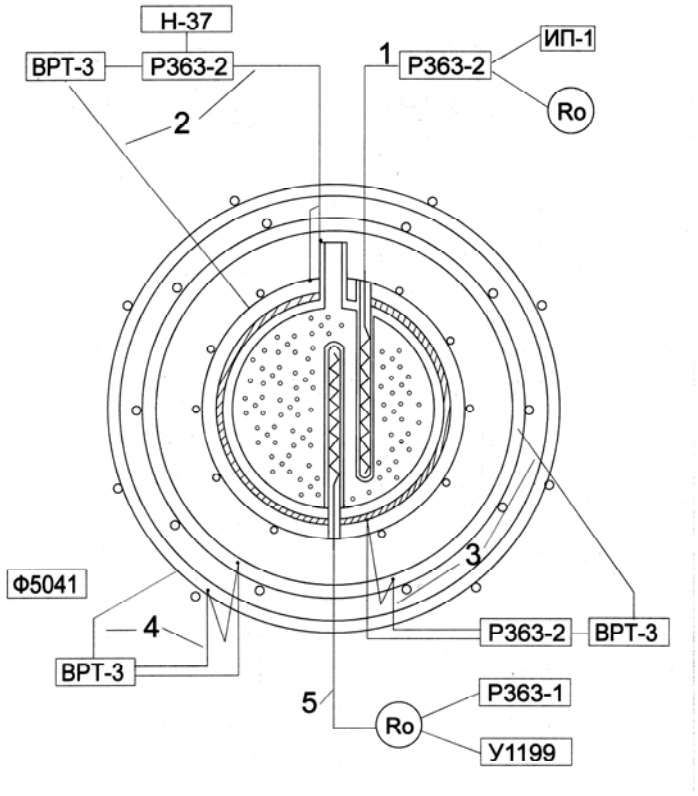


***Рис. 2.* Блок-схема экспериментальной установки**
1-Цепь термопары. 2- Цепь термоэлемента. 3- Цепь экрана I.
4- Цепь экранов II-III. 5- Цепь внутреннего нагревателя.
***Fig. 2.* Block diagram of the experimental apparatus**
1-Thermocouple circuit.2- Circuit thermopile. 3- Screen circuit I.
4- Circuit display II-III. 5- Internal heater circuit

Калориметр помещался в термостат с намотанным на него нагревателем, продетым сквозь керамические бусинки. Так как большая часть проводов после выхода из калориметра находится внутри термостата, имеющего температуру близкую к температуре калориметра, то возможные потери тепла через соединительные провода незначительны.

Электрическая блок – схема представлена на рисунке 2.

Для экспериментального определения общих неконтролируемых потерь проверялась степень адиабатичности калориметра в рабочих условиях. С этой целью при различных рабочих температурах достигалось равновесное состояние калориметрической системы, отмеченное показанием стрелки на шкале потенциометра, подключенного к измерительной термопаре. Наблюдения показали, что при рабочих условиях температура системы за время одного измерения практически не менялась.

Точность поддержания температуры адиабатической оболочки осуществляется автоматически при помощи указанной блок схемы с точностью порядка $5 \cdot 10^{-4}$ К.

Тепловой экран позволяет уменьшить конвективные потоки и улучшить однородность температурного поля внутри термостата.

Для расчета теплоемкости C_v пользовались формулой:

$$C_V^{\text{экс}} = \frac{1}{m}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} - C_0\right) \qquad (1)$$

где m – масса, исследуемой жидкости,
$\Delta Q = UI\tau$ - количество тепла выделяемое внутренним нагревателем,
U- падение напряжения, I- сила тока в цепи внутреннего нагревателя,
τ- время однократного нагрева системы,
ΔT – температурный шаг,

C_v - определяемое значение теплоемкости,
C_0 - теплоемкость пустого калориметра.

Все единицы представлены в Международной системе (SI).

Тепловой эквивалент калориметра был определён по воде [11], т.е с использованием стандартного вещества с хорошо изученной теплоёмкостью, в интервале температур T=30-200°C. При этом учитывалась теплоемкость материала калориметра. Для нашего случая постоянная калориметра описывалась уравнением:

$$C_0 = 77{,}48 + 0{,}12\ T$$

где T - температура К, теплоемкость Дж · $К^{-1}$.

Измерения теплоемкости проводились по квазиизохорам методом непрерывного нагрева. Такой метод позволяет с высокой точностью найти температуру фазового перехода T_S системы, т.е. определить T_S - ρ_S данные на кривой сосуществования фаз, измерить величину скачка ΔCv и получить надежные данные Cv в различных фазовых состояниях.

Метод позволяет определить изохорную теплоёмкость в двухфазной, однофазной областях и на кривой фазового равновесия. Оценка точности эксперимента по температуре ±10мК, удельного объёма ±0,1%, теплоёмкости 0,8-1% со стороны жидкости и 1,5-3,5% со стороны паровых изохор.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для ввода и обработки данных, а также упрощения расчётов, нами была написана программа Heat Capacity. Программа написана на языке Python версии 2.6 для использования на компьютерах с операционными системами Windows, Linux, Mac [14].

Описание: Главное окно программы состоит из окна графика и окон ввода и вывода данных. В окне ввода данных вводятся константы C_0, E, и т.д. При нажатии на кнопку «Старт» запускается таймер. При достижении требуемого значения E на шкале прибора «Компаратор напряжения Р3003» нажимается кнопка «Стоп» и вводятся текущие данные напряжения и тока на внутреннем нагревателе 5 (рис. 2), после чего при нажатии на кнопку «Ввод» данные и результаты вычисления значения C_V отображаются в окне графика и окне вывода. Также все полученные данные автоматически записываются в текстовой файл и в файл формата Excel (.xlsx). При нажатии на кнопку «График Excel» открывается окно с таблицей данных и графиком измерений. Нажатие кнопки «Сохранить график» сохраняет окно графика. Нажатие кнопки «Очистить» - очищает все поля ввода данных для нового измерения системы. Работа была предпринята с целью автоматизации получения и расчёта экспериментальных данных изохорной теплоёмкости на основе прибора «Вольтметр универсальный В7-78/1».

Водные растворы хлорида магния готовили на основе оксида магния (MgO) марки (чистый для анализа), действием соляной кислоты (HCl), по уравнению реакции:

$$MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$$

Концентрацию раствора контролировали рефрактометром марки ИРФ – 22 по показателю преломления.

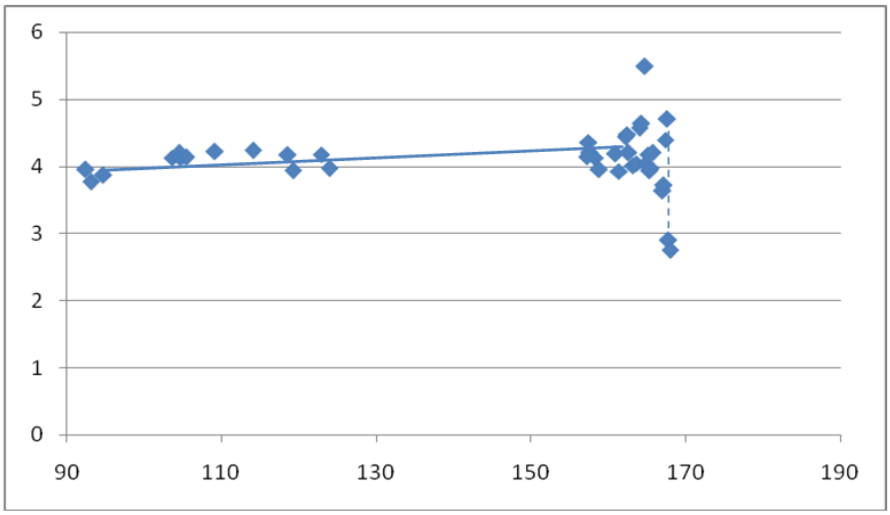
Исследована изохорная теплоёмкость 1 % водного раствора хлористого магния по изохорам: $V' = 1{,}0598$ см^3/г и $V' = 1{,}1114$ см^3/г в интервале температур соответственно:

T = 81,40 – 108,264°C и 92,204 - 168,79 °C. Получено более 600 точек, результаты представлены на рисунках (3,4). Ранее была исследована изохорная теплоёмкость водного раствора хлористого кальция [16].

Практическое значение этих исследований определяется развитием химической промышленности, энергетики, созданием различных тепловых установок и аппаратов, а также развитием теории жидкого состояния и фазового равновесия водно-солевых систем.

Полученные данные изохорной теплоёмкости водных растворов хлористого кальция сравнивались с данными по воде и водным растворам NaCl и NaOH, полученными ранее [15], которые могут быть представлены как модель геотермальной и морской воды.

C_V, кДж/кг. град

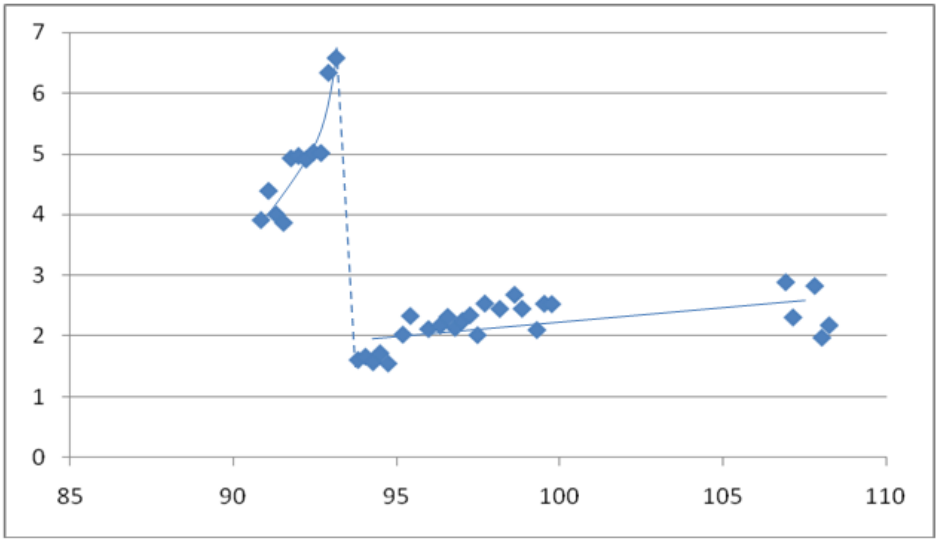


T°C

Рис.3. **Температурная зависимость C_V: ♦ -** 1 % водный раствор $MgCl_2$ ($V' = 1{,}0598$ см^3/г)

Fig.3. **Temperature dependence of C_V: ♦ -** 1% aqueous solution of $MgCl_2$ ($V' = 1{,}0598$ cm^3/g)

C_V, кДж/кг. град



T°C

Рис.4. **Температурная зависимость C_V: ♦ -** 1 % водный раствор $MgCl_2$ ($V' = 1{,}1114$ см^3/г)

Fig.4. **Temperature dependence of C_V: ♦ -** 1% aqueous solution of $MgCl_2$ ($V' = 1{,}1114$ cm^3/g)

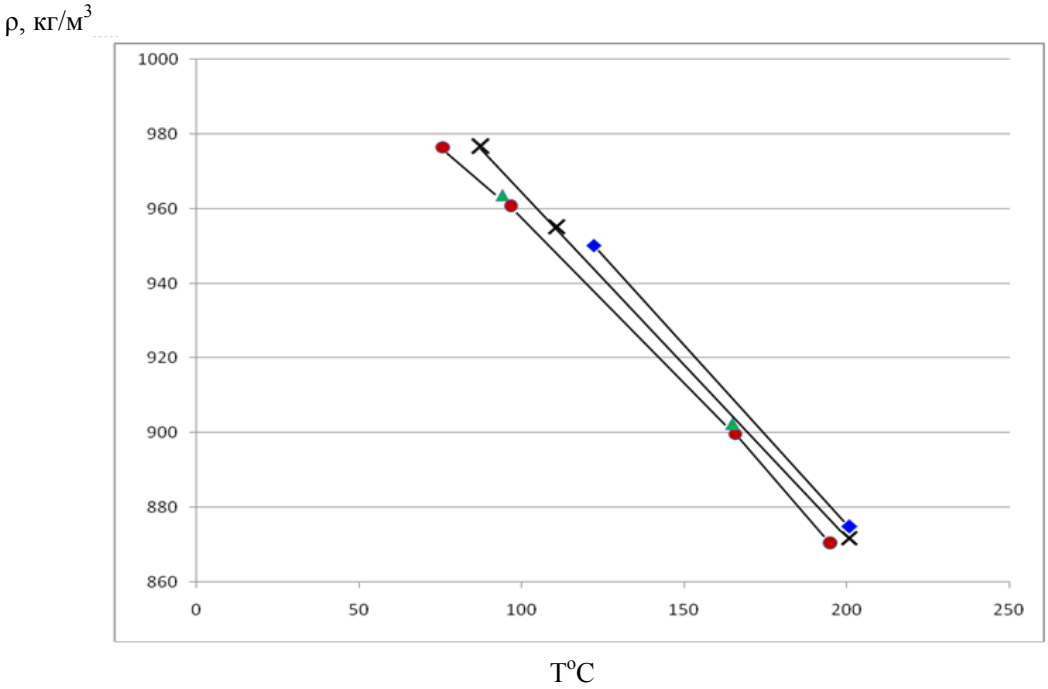


Рис. 5. **Т-ρ зависимость воды и водных растворов:** ● – вода, ▲-1% водный раствор $MgCl_2$; ♦ - 1% водный раствор NaOH ; × - 1% водный раствор NaCl

Fig. 5. **T-ρ -dependence of water and aqueous solutions:** ● - water, ▲ -1% aqueous solution $MgCl_2$; ♦ - 1% NaOH aqueous solution; × - 1% aqueous solution of NaCl

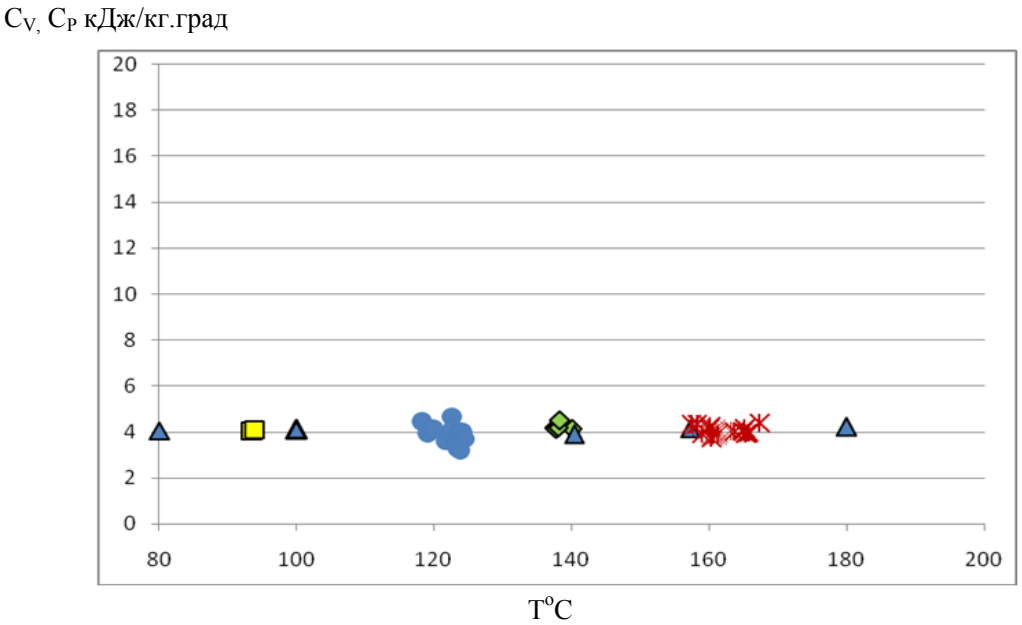


Рис.6. **Температурная зависимость C_V, C_p водного раствора $MgCl_2$:** ● - 1 % водный раствор $MgCl_2$ ($V^{'}$ = 1,0598 см^3/г); ■ – на основе методики [12] ($V^{'}$ = 1,0441 см^3/г); ▲ - C_p [14]; ♦, ж - 1 % водный раствор $MgCl_2$ ($V^{'}$ = 1,1114 см^3/г)

Fig. 6. **Temperature dependence of C_V, C_p of aqueous solution of MgCl2:** ● - 1% aqueous solution of $MgCl_2$ (V '= 1,0598 cm3 / g); ■ - by the method of [12] (V '= 1,0441 cm^3 / g); ▲ - C_p [14]; ♦, J - 1% aqueous solution of MgCl2 (V '= 1,1114 cm^3 / g)

ВЫВОДЫ

1. Анализ данных, полученных в результате расчёта, показывает, что учёт температурной зависимости таких параметров как плотность и теплоёмкость при расчётах существенно влияет на значения критерия эффективности при решении оптимизационных задач, которые необходимо учитывать, ибо в противном случае погрешность вычислений может составить до 20 %, что недопустимо при проведении количественных расчётов [5].

2. Установлено, что существуют оптимальные режимы эксплуатации и оптимальные параметры различных геотермальных систем, которые однозначно зависят от параметров и геотермических условий конкретного месторождения.

3. Полученные данные изохорной теплоёмкости водных растворов хлористого кальция сравнивались с данными по воде и водным растворам NaCl и NaOH, полученными ранее [15], которые могут быть представлены как модель геотермальной и морской воды.

4. Задачи оптимизации имеют большое практическое значение, так как позволяют определить такие значения параметров систем, оптимизирующие тот или иной критерий эффективности. Однако при оценке сложной системы нельзя оценивать её эффективность только лишь на основе одного, даже очень важного критерия. При этом приходится учитывать требования технического, экономического, экологического и другого характера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров А.А., Фортов В.Е. Тенденции развития мировой энергетики и энергетическая стратегия России // Вестник Российской академии наук. 2004. Т.24. N3. С. 195-208.

2. Безруких П.П. Зачем России возобновляемые источники энергии // Энергия: экономика, техника, экология. 2002. N10. С. 2-8.

3. Типы и мощности геотермических установок. Warme und Strom aus der Tiefe. Shuiz Anja. Sonne Wind und Wind und Warme. 2001. N4. P. 71-73 (Нем.).

4. Поваров О.А., Томаров Г.В. Всемирный геотермальный конгресс // Теплоэнергетика. 2001. N2. С. 74-77.

5. Джаватов Д.К., Дворянчиков В.И. Температурная зависимость термодинамических параметров геотермальных флюидов в задачах оптимизации геотермальных систем // Известия вузов. Северокавказский регион. Технические науки. 2006. N3. С. 69-73.

6. Дворянчиков В.И., Абрамова Е.Г., Абдурашидова А.А. Изохорная теплоёмкость водных растворов Na_2CO_3 вблизи линии фазового равновесия // Теплофизика и аэромеханика. 2000. Т.7. N4. С. 573-579.

7. Абдулагатов И.М., Дворянчиков В.И. Изохорная теплоёмкость бинарных систем $NaOH+H_2O$ и $KOH+H_2O$ вблизи критической точки чистой воды // Геохимия. 1994. N1. С. 101-110.

8. Абдулагатов И.М., Дворянчиков В.И. Термодинамические свойства геотермальных флюидов // Геохимия. 1995. N5. С. 612-620.

9. Abdulagatov I.M., Dvoryanchikov V.I., Kamalov A.N. Measurements of the heat capacity at constant volume of H_2O and (H_2O+ KNO_3). *J. Chem. Thermodynamics.* 1997. V.29. pp. 1387-1407.

10. Abdulagatov I.M., Rabinovich V.A., Dvoryanchikov V.I. Thermodynamic Properties of Fluid Mixtures Neat the Critical Point. *Begelle House. New York. Wallingford (UK).* 1999. 350 p.

11. Амирханов Х.И., Степанов Г.В., Алибеков Б.Г. Изохорная теплоёмкость воды и водяного пара. Махачкала: Дагестанский филиал АН СССР. 1969. 216 с.

12. Дибиров Я.А., Искендеров Э.Г., Алиев М.М. Установка ДТА с аналогово-цифровым преобразователем // XIV Международная конференция по термическому анализу и калориметрии в России (RTAC-2013), Санкт-Петербург, 23-28 сентября, 2013. С. 397-404.

13. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Москва: Изд-во МЭИ. 2003. 164 с.

14. Senay Likke and LeRoy A. Bromley. Heat Capacities of Aqueous NaCl, KCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$ and Na_2SO_4, Solutions Between 80° and 200°C. *Journal of Chemica and Engineering Data.* 1973. Vol. 18. no. 2. pp. 189-195.

15. Дворянчиков В.И. Термодинамические свойства геотермальных флюидов используемых в теплоэнергетике // Материалы научного симпозиума «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». Москва. 2013. С. 133-138.

16. Дворянчиков В.И., Джаватов Д.К., Шихахмедова Д.П. Изохорная теплоёмкость водных растворов хлорида кальция // Известия высших учебных заведений. Технические науки. 2015. N3. С. 93-97. DOI: 10.17213/0321-2653-2015-3-93-97

REFERENCES

1. Makarov A.A., Fortov V.E. Trends in the world of energy and energy strategy of Russia. Vestnik Rossiiskoi akademii nauk [Bulletin of the Russian Academy of Sciences]. 2004. vol. 24, no. 3. pp. 195-208. (In Russian)
2. Bezrukikh P.P. Why Russia Renewable Energy. Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya [Energy: economics, technology, and ecology]. 2002. no. 10. pp. 2-8. (In Russian)
3. Types and geothermal power plants. *Warme und Strom aus der Tiefe. Shuiz Anja. Sonne Wind und Wind und Warme*. 2001. no. 4. P.71-73.
4. Povarov O.A., Tomarov G.V. World Geothermal Congress. Teploenergetika [Thermal Engineering]. 2001. no. 2. pp. 74-77. (In Russian)
5. Djavatov D.K, Dvoryanchikov V.I. The temperature dependence of the thermodynamic parameters of geothermal fluids in optimization problems geothermal systems. Izvestiya vuzov. Severokavkazskii region. Tekhnicheskie nauki [University news. North-Caucasian region. Technical sciences series]. 2006. no. 3. pp. 69-73. (In Russian)
6. Dvoryanchikov V.I., Abramova E.G., Abdurashidova A.A. Isochoric heat capacity of aqueous solutions of Na_2CO_3 near the line of phase equilibrium. Teplofizika i aeromekhanika [Thermophysics and Aeromechanics]. 2000. vol. 7, no. 4. pp. 573-579. (In Russian)
7. Abdulagatov I.M., Dvoryanchikov V.I. Isochoric heat capacity of binary systems NaOH + H_2O and KOH + H_2O near the critical point of pure water. Geokhimiya [Geochemistry]. 1994. no. 1. pp. 101-110. (In Russian)
8. Abdulagatov I.M., Dvoryanchikov V.I. Thermodynamic properties of geothermal fluids. Geokhimiya [Geochemistry]. 1995. no. 5. pp. 612-620. (In Russian)
9. Abdulagatov I.M., Dvoryanchikov V.I., Kamalov A.N. Measurements of the heat capacity at constant volume of H_2O and (H_2O+ KNO_3). *J. Chem. Thermodynamics.* 1997. V.29. pp. 1387-1407.
10. Abdulagatov I.M., Rabinovich V.A., Dvoryanchikov V.I. Thermodynamic Properties of Fluid Mixtures Neat the Critical Point. *Begelle House. New York. Wallingford (UK).* 1999. 350 p.
11. Amirhanov H.I., Stepanov G.V., Alibekov B.G. *Izokhornaya teploemkost' vody i vodyanogo para* [Isochoric heat capacity of water steam]. Makhachkala. Dagestan branch of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1969. 216 p. (In Russian)
12. Dibirov Ya.A., Iskenderov E.G., Aliyev M.M. Ustanovka DTA s analogovo-tsifrovym preobrazovatelem [Installing DTA with the analog-to-digital converter]. *XIV Mezhdunarodnaya konferentsiya po termicheskomu analizu i kalorimetrii v Rossii (RTAC-2013), Sankt-Peterburg, 23-28 sentyabrya 2013* [XIV International Conference on Thermal Analysis and Calorimetry in Russia (RTAC-2013), St. Petersburg, 23-28 September 2013]. St. Petersburg, 2013, pp. 397-404. (In Russian)
13. Alexandrov A.A., Grigoriev B.A. *Tablitsy teplofizicheskikh svoistv vody i vodyanogo para* [Tables of thermophysical properties of water and steam]. Moscow, MEI Publ., 2003. 164 p. (In Russian)
14. Senay Likke and LeRoy A. Bromley. Heat Capacities of Aqueous NaCl, KCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$ and Na_2SO_4, Solutions Between 80° and 200°C. *Journal of Chemica and Engineering Data.* 1973. Vol. 18. no. 2. pp. 189-195.
15. Dvoryanchikov V.I. Termodinamicheskie svoistva geotermal'nykh flyuidov ispol'zuemykh v teploenergetike [Thermodynamic properties of geothermal fluids used in the heat]. *Materialy nauchnogo simpoziuma «Mekhanizmy uchastiya vody v bioelektromagnitnykh effektakh», Moskva, 2013* [Materials Science Symposium "Mechanisms of water bioelectromagnetic effects", Moscow, 2013]. Moscow, 2013. pp. 133-138. (In Russian)
16. Dvoryanchikov V.I., Djavatov D.K. Shihahmedova D.P. Isochoric heat capacity of aqueous solutions of $CaCl_2$. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnicheskie nauki [Proceedings of the universities. The North Caucasus region. Technical sciences]. 2015. no. 3. pp. 93-97. (In Russian) DOI: 10.17213/0321-2653-2015-3-93-97

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Василий И. Дворянчиков* – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук, тел.: 89634115657, пр. И.Шамиля, 39а, Махачкала, 367030 Россия.
E-mail: vasiliy_dv01@mail.ru
Джават К. Джаватов – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук, Махачкала, Россия.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Vasiliy I. Dvoryanchikov* – Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Institute of Geotheemal Problems of the Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Sciences. Phone number +79634115657.
39a I.Shamilya street Makhachkala, 367030 Russia.
E-mail: vasiliy_dv01@mail.ru
Djavat K. Djavatov – Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Institute of Geotheemal Problems of the Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia.

Гаджи А. Рабаданов – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук, Махачкала, Россия.

Эльдар Г. Искендеров – кандидат химиических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединённый институт высоких температур Российской академии наук, Махачкала, Россия.

Динара П. Шихахмедова – аспирант, Институт проблем геотермии, Дагестанский научный центр, Российская академия наук, Махачкала, Россия.

Gadzhi A. Rabadanov – Candidate of chemical Sciences, Senior Researcher, Institute of Geotheemal Problems of the Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia.

Eldar G. Iskenderov – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Federal State Institution of Science, Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia.

Dinara P. Shikhakhmedova – postgraduate student, Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia.

Критерий авторства

Василий И. Дворянчиков – провёл измерения, написал рукопись, несёт ответственность за плагиат. Динара П. Шихахмедова - провела измерения, подготовила рукопись к печати. Джават К. Джаватов – проанализировал данные. Гаджи А. Рабаданов - приготовил растворы, проанализировал данные. Эльдар Г. Искендеров - автоматизация установки для получения и расчёта экспериментальных данных.

Contribution

Vasily I. Dvoryanchikov: performed measurements; wrote the manuscript; is responsible for avoiding the plagiarism. Dinara P. Shikhakhmedova: performed measurements; prepared the manuscript for publication. Djavat K. Djavatov: conducted data analysis. Gadzhi A. Rabadanov: prepared solutions, conducted data analysis. Eldar G. Iskenderov: automation of the machine for obtaining and calculation of the experimental data.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 08.02.2016
Принята в печать 05.03.2016

Received 08.02.2016
Accepted for publication 05.03.2016

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Сельскохозяйственная экология / Agricultural ecology
Оригинальная статья / Original article
УДК 332:142.4:504
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-132-142

ЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

[1]Магомед Р. Мусаев, [2]Дмитрий А. Шаповалов,
[2]Павел В. Клюшин*, [2]Светлана В. Савинова
[1]кафедра кадастров и ландшафтной архитектуры,
Дагестанский государственный аграрный университет
имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия
[2]кафедра землепользования и кадастров, Государственный
университет по землеустройству, Москва, Россия, klyushinpv@gmail.com

Резюме. ***Цель***. Оценка происходящих процессов на сельскохозяйственных угодьях на территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации при их интенсивном использовании. ***Методы.*** Анализ литературных источников и общепринятых методик с использованием геоинформационных систем. ***Результаты.*** В федеральном округе два субъекта (Ставропольский край и Республика Дагестан) занимают 68,29% от всей территории и определяют основную сельскохозяйственную политику. Анализ показателей антропогенной деградации сельскохозяйственных угодий в субъектах округа выявляет, что в Республике Дагестан 84% территории подвергается деградации (водной эрозии), а в Кабардино-Балкарской Республике только 0,04% (осолонцеванию земель). Если рассматривать коэффициент деградации комплексно, то наивысший показатель в Дагестане составил 2,04. ***Заключение.*** Установлено, что в Северо-Кавказском федеральном округе антропогенная нагрузка на земли сельскохозяйственного назначения и, в первую очередь на сельскохозяйственные угодья, очень высока, при низкой обеспеченности населения пашней, что вызывает многие проблемы для региона, в том числе и социальные. Предложен комплекс мероприятий для повышения продуктивности угодий, усиления контроля со стороны государственных органов за использованием, охраной и улучшением земель и эффективным использованием капитальных вложений.
Ключевые слова: эрозия почв, мониторинг, деградация почв, продуктивность, оценка, землепользование, Северо-Кавказский федеральный округ, Россия.

Формат цитирования: Мусаев М.Р., Шаповалов Д.А., Клюшин П.В., Савинова С.В. Экология землепользования сельскохозяйственных угодий в Северо-Кавказском федеральном округе // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.132-142. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-132-142

ECOLOGY OF AGRICULTURAL LAND USE THE NORTH CAUCASIAN FEDERAL DISTRICT

[1]Magomed R. Musaev, [2]Dmitriy A. Shapovalov,
[2]Pavel V. Klyushin*, [2]Svetlana V. Savinova
[1]Sub-department of Inventories and Landscape Architecture,
M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia
[2]Sub-department of Land Use and Inventories, State University of Land Management,
Moscow, Russia, klyushinpv@gmail.com

Abstract. ***Aim.*** The aim is to make an evaluation of the processes taking place on agricultural lands when intensively used on the territory of the North Caucasus Federal District of the Russian Federation. ***Methods.*** Analysis of literary sources and conventional techniques with the use of geo-informational systems. ***Results.*** Stavropol Territory and Dagestan Republic occupy 68,29% of the territory of the Federal District and determine the basic agricultural policy.

Analysis of anthropogenic degradation of agricultural land in the territorial entities of the district reveals that in the Republic of Dagestan 84% of the territory suffers from degradation (water erosion), and in Kabardino-Balkaria only 0,04% (alkalinization of the land). In case we consider the degradation factor on an integrated basis, then the highest rate in Dagestan reached 2,04. ***Conclusion.*** It was established that in the North Caucasus Federal District the anthropogenic pressure on agricultural lands is very high along with low arable lands supply, thus causing many problems for the region, including social. We suggest a set of measures to improve land productivity; to strengthen control by the public authorities over the use, protection and improvement of land and the efficient use of capital investments.
Keywords: soil erosion, monitoring, soil degradation, productivity assessment, land use, North Caucasian Federal District, Russia.

For citation: Musaev M.R., Shapovalov D.A., Klyushin P.V., Savinova S.V. Ecology of agricultural land use the North Caucasian federal district. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 132-142. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-132-142

ВВЕДЕНИЕ

Эрозионные процессы в Российской Федерации остаются одним из главных источников потерь ресурсов плодородия почвы и урожая, ухудшения окружающей среды. Эрозия почв является наиболее масштабным и вредоносным видом деградации почв. Это связано с ее широким распространением, с глубиной и необратимостью изменений почвенного покрова. Дисбаланс сельхозугодий в последнее время становится важной экологической причиной вывода почв из оборота. Экологически допустимой нормой считается распашка не более 50-55% территории районов, пригодных для земледелия. Остальная территория должна быть занята кормовыми угодьями, лесными массивами, населенными пунктами, транспортными коммуникациями и другими несельскохозяйственными объектами. Проблема в том, что параметры предельно допустимой распаханности территории в ряде регионов России значительно превышали нормы. Во многих регионах и на большей части равнинных территорий распахано более 60% площадей сельскохозяйственных угодий. Так, в Ставропольском крае в таких районах как Благодарненский, Георгиевский, Кировский, Новоалександровский и Новоселицкий превышает 80%, а на равнинах Кабардино-Балкарии – более 90% [1-4].

ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель. Дать оценку происходящих процессов на землях сельскохозяйственного назначения на территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации при их интенсивном использовании. На основе мониторинга земельных ресурсов и результатов своих исследований разработать рекомендации по ведению хозяйственной деятельности в условиях интенсивных деградационных процессов.

Методы исследования. На основе анализа литературных источников и собственных исследований при высокой антропогенной нагрузке на земли сельскохозяйственного назначения и, в первую очередь на сельскохозяйственные угодья выявлены причины, от которых приведшие к такому состоянию. Данные о современном состоянии агроландшафтов по всем субъектам округа и показателей антропогенной нагрузок являются основой разработки необходимых сельскохозяйственных мероприятий с целью уменьшения или предотвращения неблагоприятных процессов. В настоящее время мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, как и в других регионах России, проводится устаревшими методиками, которые не учитывают уже прошедшие деградационные процессы, а также и то, что происходит в настоящее время, да и ежегодные локальные обследования по субъектам федерации не превышают 5-7% от всей территории края. С учетом этого в своей работе проанализировали уже имеющиеся данные и разработали более строгие критерии оценки уже деградированных территорий. Основной объем информации, используемый в нашем исследовании, хранился, обрабатывался и анализировался в ГИС MapInfo, так как данный продукт представляет достаточно широкие возможности для работы с базами дан-

ных, созданных как в самой программе, так и в таких программных продуктах как Microsoft Excel, Microsoft Access и других [1, 5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На развитие субъектов Российской Федерации, входящих в состав Северо-Кавказского федерального округа, продолжает оказывать давление целый ряд дополнительных факторов – естественный прирост населения, неблагоприятная институциональная среда, сохраняющаяся экономическая отсталость, близость к зонам конфликтов и, как следствие, низкая инвестиционная привлекательность. Реализация естественных преимуществ Северного Кавказа осуществляется не в полном объеме, низкий уровень социально-экономического развития региона во многих областях препятствует своевременному устранению имеющихся проблем [6].

Важной особенностью Северо-Кавказского федерального округа является высокий удельный вес сельского населения (49,7%) – это самый высокий показатель в РФ) и его высокая плотность, составляющая почти 57 чел./км^2. В некоторых районах интенсивного земледелия она превышает 80 чел./км^2. В зависимости от характера освоения территории и соотношения промышленного и сельскохозяйственного производства доля сельского населения в регионе колеблется от 35,8% в Чеченской Республике Ичкерия до 88,1% в Республике Северная Осетия-Алания [1-4].

В настоящее время на территории семи субъектов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации на площади в 170496 км^2 земельных ресурсов (из них 13503,3 тыс. га – земли сельскохозяйственного назначения) проживает более 9,7 млн. человек (на 01.01.2016 г.) (рисунок 1, таблица 1).

Рис. 1. **Субъекты Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации**
Fig. 1. **The territorial entities of the North Caucasus Federal District, the Russian Federation**

Необходимо отметить, что два субъекта федерального округа – Ставропольский край и Республика Дагестан занимают 68,29% от всей территории округа, а на остальные пять субъектов приходится менее одной трети. То есть эти два региона определяют основную сельскохозяйственную политику в округе. При этом в Республике Дагестан доля сельского населения составляет 55,3%. Все вышеизложенное накладывает определенные условия, как на обеспеченность населения субъекта федерации землей, так и занятость населения.

Таблица 1

Площадь и население по субъектам Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации на 01.01.2016 г.

Table 1

Area and population by the territorial entities of the North Caucasus Federal District, the Russian Federation, 01/01/2016

Субъекты Федерации Territorial entities of the Russian Federation	**Центр субъекта** The center of the territorial entity	**Территория** Area		**Численность населения на 01.01.2016 г.** Population. 01/01/2016			
		км² km²	**% от округа** % of the district	**Человек** Population	**% от округа** % from districts	**% сельского населения** % of rural population	**плотность населения, чел./км²** population density, pers./km²
Российская Федерация Russian Federation	**Москва** Moscow	**17125426**	**100**	**146394684**	**-**	**25,8**	**8,56**
Карачаево-Черкесская Республика Karachay-Cherkess Republic	Черкесск Cherkessk	14277	8,37	467617	4,81	57,2	32,8
Ставропольский край Stavropol region	Ставрополь Stavropol	66160	38,81	2800551	28,82	41,9	42,3
Кабардино-Балкарская Республика Kabardino-Balkar Republic	Нальчик Nalchik	12470	7,32	862050	8,87	47,8	69,1
Республика Северная Осетия - Алания Republic of North Ossetia - Alania	Владикавказ Vladikavkaz	7987	4,68	703470	7,24	88,1	88,1
Республика Ингушетия Republic of Ingushetia	Магас Magas	3685	2,16	473340	4,87	40,0	128,5
Чеченская Республика Chechen Republic	Грозный Grozny	15647	9,18	1394833	14,35	35,8	89,1
Республика Дагестан	Махачкала Makhachka-	50270	29,48	3015639	31,04	55,3	60,0

Republic of Dagestan	la						
Северо-Кавказский федеральный округ *North Caucasus Federal District*	***Пятигорск*** *Pyatigorsk*	***170496***	***100***	***9717500***	***100***	***49,7***	***57,0***

Площадь сельскохозяйственных угодий в округе составляет 11354,1 тыс. га или 84,1% от всех земель сельскохозяйственного назначения (таблица 2, рисунок 2). При этом практически половина (49,8%) приходится на Ставропольский край и 28,4% на Республику Дагестан. На пять республик приходится только 2476,4 тыс. га или 21,8%, то есть в регионе определяющими субъектами региона в сельскохозяйственном являются выше названные край и республика [1-4; 8-10].

Таблица 2

Характеристика земель сельскохозяйственного назначения субъектов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации (на 01.01.2014 г.)

Table 2

Characteristics of agricultural lands of the territorial entities of the North Caucasus Federal District, the Russian Federation (01/01/2014)

Субъекты РФ Territorial entities of the Russian Federation	**Земли сельскохозяйственного назначения, тыс. га** Agricultural land, th. ha	**Всего сельскохозяйственных угодий** Total of agricultural lands		**Площадь пашни** The area of arable land		
		тыс. га th. ha	**в % от округа** % of the area of arable land from agricul-	**тыс. га** th. ha	**в % от сельскохозяйственных угодий** % of agricultural lands	**приходящаяся на одного жителя** per inhabitant
Российская Федерация Russian Federation	**386135,8**	**196163,3**	**-**	**115121,0**	**58,7**	**0,79**
Карачаево-Черкесская Республика Karachay-Cherkess Republic	817,2	603,1	5,3	145,3	24,1	0,31
Ставропольский край Stavropol region	6108,6	5657,1	49,8	3931,2	69,5	1,40
Кабардино-Балкарская Республика Kabardino-Balkar Republic	711,8	627,6	5,5	284,5	45,3	0,33

Республика Северная Осетия-Алания Republic of North Ossetia - Alania	374,4	315,2	2,8	184,2	58,4	0,26
Республика Ингушетия Republic of Ingushetia	150,7	140,1	1,2	81,5	58,2	0,17
Чеченская Республика Chechen Republic	994,8	790,4	7,0	285,6	36,1	0,20
Республика Дагестан Republic of Dagestan	4345,8	3220,6	28,4	467,5	14,5	0,16
Северо-Кавказский федеральный округ *North Caucasus Federal District*	***13503,3***	***11354,1***	***100***	***5379,8***	46,6	***0,55***

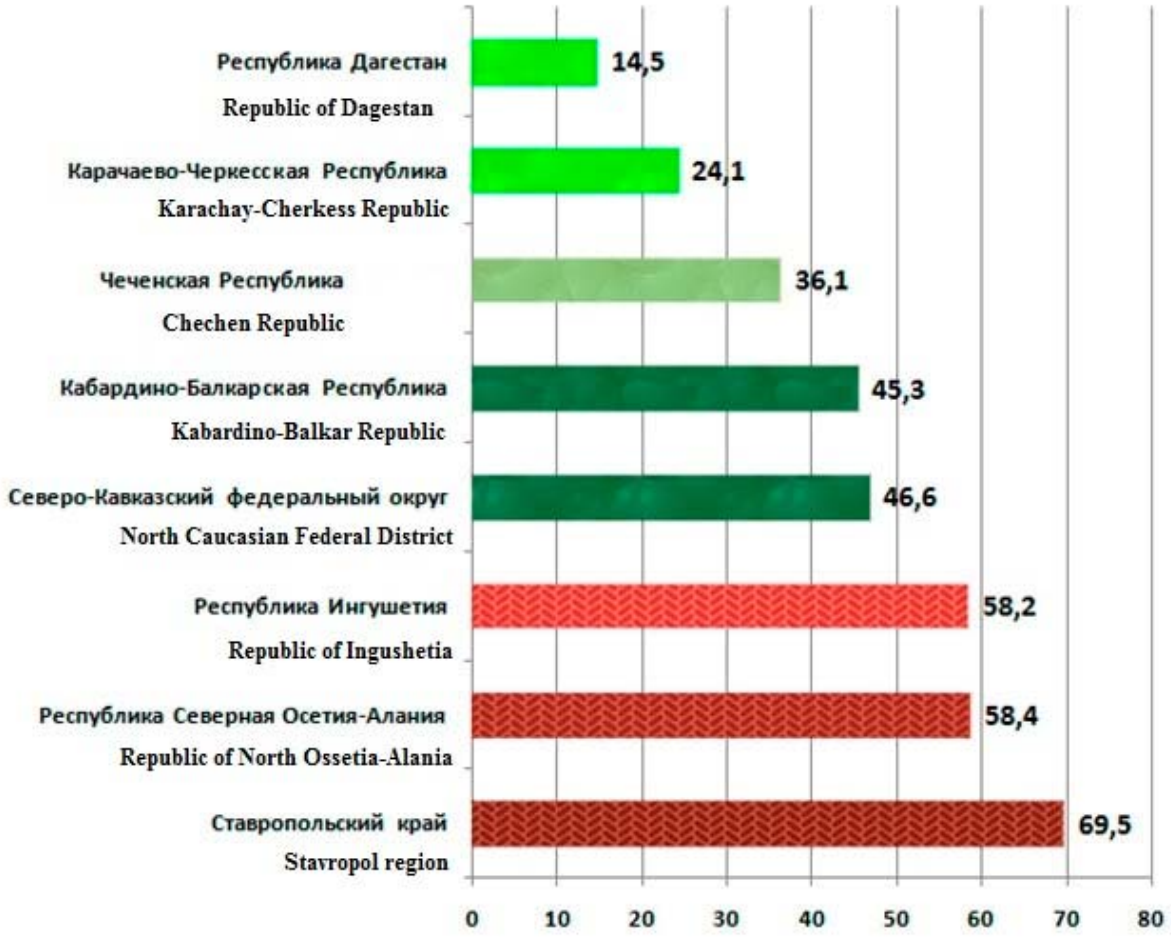


Рис.2. **Отношение площади пашни к общей площади сельхозугодий в субъектах Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации, %**
Fig.2. **The ratio of arable land area to the total area of agricultural lands in the territorial entities of the North Caucasus Federal District, the Russian Federation, %**

Оценка антропогенного изменения ландшафтов начинается с проведения их классификации. Для этого необходимо выделить наиболее существенные факторы

землепользования, характеризующие антропогенное изменение ландшафтов, для этого проводится ранжирование факторов землепользования. Наибольшая нагрузка отмечается на пахотных угодьях и в районе сельской инфраструктуры. Так, при этом самая высокая антропогенная нагрузка отмечается на пахотных землях, таких как в Ставропольском крае – где только от сельскохозяйственных угодий они составляют 69,5%, что выше на 9,8% от среднероссийских показателей и на 22,9% по СКФО. Другая проблема в регионе – это обеспеченность населения пашней, приходящаяся на одного жителя, а этот показатель в регионе один из самых низких в России, всего 0,55 га на одного жителя, против 0,79 га в целом по стране. Если же не учитывать высокую обеспеченность в Ставропольском крае – 1,40 га за счет больших площадей и низкой плотностью населения в восточных засушливых районах края, то по республикам СКФО она составит всего 0,24 га на человека, то есть проблема обеспечения жителей работой – одна из основных проблем региона.

По совокупности условий территория СКФО является благоприятной зоной для распространения ветровой и водной эрозии. Так, в настоящее время площадь эродированных земель в Ставропольском крае составляет 1671 тыс. га или 31,7% от площади сельскохозяйственных угодий. Наибольшую площадь в составе эродированных земель занимают почвы, подверженные водной эрозии - 914 тыс. га или 16,2% от площади сельхозугодий. На долю дефлированных почв приходится 13,3%, что составляет 754 тыс. га. Совместное проявление процессов водной и ветровой эрозии выявлено на площади 123 тыс. га, то есть на 2,2% площади сельхозугодий. Площадь переувлажненных почв сельскохозяйственных угодий в Ставропольском крае составляет 249,8 тыс. га – 4,4% от площади сельхозугодий.

Анализируя показатели антропогенной деградации земель сельскохозяйственного назначения в субъектах Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации можно отметить, что самый высокий по всем показателям отмечен в Республике Дагестан – это эрозия (водная) – 84% от всей территории, а самый наименьший – в Кабардино-Балкарской Республике по осолонцеванию земель – 0,04%. Если же проследить по всем процессам наиболее высокие показатели, то в Республике Дагестан таких три (водная эрозия), дефляция и засоление, что, в конечном счете, сказалось и на суммарных показателях. Так, если сложить все проценты деградационных процессов, то сумма составить более 200%, то есть в среднем на каждом гектаре земель сельскохозяйственного назначения присутствует не менее двух показателей и коэффициент составил 2,04 (таблица 3).

Таблица 3

Площади деградированных земель сельскохозяйственного назначения в субъектах Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации, %

Table 3

Areas of degraded agricultural land in the territorial entities of the North Caucasus Federal District, the Russian Federation, %

	Эрозия (водная) Erosion (water)	**Дефляция** Deflation	**Засоление** Salinity	**Осолонцевание** Alkalinity	**Переувлажнение** Overhumidification	**Подтопление** Flooding	**Заболачивание** Waterlogging	**Каменистость** Rockiness	**Коэффициент антропогенной деградации** The coefficient of anthropogenic degradation
Карачаево-Черкесская Республика Karachay-Cherkess Republic	**12,2**	25,6	2,0	1,7	**2,1**	**1,0**	2,6	21,3	0,69

Ставропольский край Stavropol region	15,0	14,5	22,4	**12,3**	4,1	**20,8**	**0,3**	**3,1**	0,93
Кабардино-Балкарская Республика Kabardino-Balkar Republic	40,7	19,7	8,2	**0,04**	23,9	1,4	**9,7**	**24,3**	1,28
Республика Северная Осетия-Алания Republic of North Ossetia - Alania	21,8	**6,4**	**0,3**	0,2	6,8	6,8	1,4	10,9	**0,55**
Республика Ингушетия Republic of Ingushetia	43,5	19,9	17,9	5,3	**31,9**	3,0	4,9	17,5	1,44
Чеченская Республика Chechen Republic	45,4	20,7	18,9	6,0	30,2	3,7	1,7	18,3	1,45
Республика Дагестан Republic of Dagestan	**84,0**	**29,9**	**54,4**	1,5	11,5	3,1	0,8	19,0	**2,04**
Северо-Кавказский федеральный округ *North Caucasus Federal District*	**41,1**	**18,7**	**29,8**	**6,6**	**9,7**	**11,0**	**1,3**	**11,9**	**1,30**

Примечание: *Зеленым жирным цветом выделены наименьшие показатели по каждому из деградационных процессов в регионах, а красным жирным – наибольшие.*
Note: *The green bold highlights the lowest rate for each of the degradation processes in the regions; the red bold - the highest.*

По два самых антропогенных деградационных процесса отмечены в Ставропольском крае (осолонцевание – 12,3% и подтопление – 20,8%) и Кабардино-Балкарская Республике (каменистость – 24,3% и заболачивание – 9,7%). Высокий процент переувлажненных территорий (31,9%) отмечен в Республике Ингушетия. В таких же субъектах как Карачаево-Черкесская Республика и Чеченская Республика Ичкерия отмечены самые низкие показатели, что в итоге показало и на суммарные показатели, соответственно 68,5% и 54,6%.

Бездумная эксплуатация земель сельскохозяйственного назначения в регионе привела к формированию современных агроландшафтов, состояние почвенного покрова которых резко ухудшилось из-за развития деградационных процессов. Площадь земель, подверженных эрозии (водной) составляет 41,1% (самый набольший показатель) от общей площади земель сельскохозяйственного назначения, а заболачиванию – 1,3% (самый наименьший показатель), остальные процессы находятся в этих пределах. Суммарный коэффициент антропогенной деградации составляет 1,3, то есть каж-

дый гектар подвержен многим таким процессам и нужен комплекс мероприятий по их сохранения.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании проделанных исследований установлено, что в Северо-Кавказском федеральном округе антропогенная нагрузка на земли сельскохозяйственного назначения очень высока, при низкой обеспеченности населения пашней, что вызывает многие проблемы для региона, в том числе и социальные. Поэтому, как эффективное использование, так и охрана земель региона должна предусматривать решение в долгосрочной перспективе (на 20 лет, не менее) наиболее крупных задач по организации эффективного использования и всемерной охране земель – главного средства производства в сельском хозяйстве, пространственного базиса для развития и размещения всех отраслей народного хозяйства, основного элемента окружающей среды, объекта социально-экономических (земельных) отношений.

Схема разрабатывается в целях организации рационального и планомерного использования земель во всех отраслях народного хозяйства, выявления их резерва для сельскохозяйственного и иного народнохозяйственного освоения; совершенствования системы землепользования и внедрения научно обоснованных мероприятий, обеспечивающих создание оптимальных условий для развития и размещения производительных сил и отраслей АПК, повышения продуктивности угодий, усиления контроля со стороны государственных органов за использованием, охраной и улучшением земель и эффективным использованием капитальных вложении. Главными задачами схемы являются разработка мероприятий, направленных на:

- дальнейшее повышение плодородия почв, уровня интенсивности использования земель;
- совершенствование развития и размещения отраслей АПК;
- выявление негативных тенденций и проблем, сдерживающих рациональное использование земель;
- обоснование перспективной потребности в земельных ресурсах отраслей народного хозяйства в соответствии с прогнозами их развития и размещения;
- обоснование первоочередных задач по совершенствованию системы земледелия и организации территории;
- выявление резервов земель, пригодных для использования в сельскохозяйственном производстве;
- охрану и улучшение земельных ресурсов на основе мелиорации земель, защиты почв от эрозии и других деградационных процессов, рекультивации нарушенных земель, формирования культурных ландшафтов и организации охраняемых территорий;
- определение объемов и стоимости, эффективности и очередности осуществления намеченных схемой мероприятий;
- постановку и решение проблемных задач организации оптимального использования и охраны земельных ресурсов отдельных субъектов региона и поэтапную их реализацию.

Вопросы оптимального использования земельного фонда региона на основе различий его ландшафтной структуры (в типологическом и региональном аспектах) до сих пор еще слабо учитываются при организации рационального природопользования. При значительной распаханности территории, когда равновесие в ландшафте поддерживается искусственно, особенно важна разработка (проектирование) мероприятий, направленных на предупреждение возможных отрицательных последствий настоящего или предстоящего использования земель, для чего необходим эколого-ландшафтный подход к организации территории для сельскохозяйственных целей, основанный на знании типологических (картографирования) и региональных (районирования).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюшин П.В., Марьин А.Н. Земли сельскохозяйственного назначения Ставрополья: мониторинг, деградация, охрана. М.: Колос; Ставрополь: Сервисшкола, 2010. 396 с.
2. Клюшин П.В., Марьин А.Н. Антропогенная деградация территории Ставропольского края // Юг России: экология, развитие. 2011. Т. 6, N3. С. 101-107. DOI:10.18470/1992-1098-2011-3-101-107
3. Клюшин П.В., Марьин А.Н. Мониторинг распространения и предотвращения основных негативных процессов на землях Ставропольского края // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2011. N10. С. 45-55.
4. Мусаев М.Р., Клюшин П.В., Савинова С.В., Аваев Р.Т. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения на территории Северо-Кавказского федерального округа и Республики Дагестан // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2015. N10. С. 23-31.
5. Братков В.В., Клюшин П.В., Заурбеков Ш.Ш., Марьин А.Н. Дистанционное зондирование территории Северного Кавказа // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2011. N4. С. 69-80.
6. Концепция федеральной целевой программы "Юг России (2014-2020 годы)". Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2013 г. № 2547-р. М., 2013. 89 с.
7. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. М.: Росинформагротех, 2014. 176 с.
8. Варламов А.А., Гальченко С.А., Клюшин П.В. Современные проблемы развития агропромышленного комплекса России // Аграрная Россия. 2015. N6. С. 18-22.
9. Варламов А.А., Гальченко С.А., Клюшин П.В. Современные проблемы развития агропромышленного комплекса России Инновационное развитие аграрной науки и образования: мировая практика и современные приоритеты // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной объявленному в 2015 г. «Год сельского хозяйства» в Азербайджане, Гянджа, 23-24 октября 2015. С. 272-276.
10. Шалов Т.Б., Клюшин П.В., Савинова С.В., Марьин А.Н. Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения Северо-Кавказского федерального округа и эффективность их использования // Сборник научных трудов «Теория и практика управления земельными ресурсами муниципальных образований». М.: Государственный университет по землеустройству. 2013. С. 117-125.

REFERENCES

1. Klyushin P.V., Mariin A.N. *Zemli sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Stavropol'ya: monitoring, degradatsiya, okhrana* [Land of the agricultural purpose Stavropoliya: monitoring, destruction, guard]. Moscow, Kolos Publ.; Stavropol, Servisshkola Publ., 2010. 396 p. (In Russian)
2. Klyushin P.V., Mariin A.N. Influence of the people surplus moistening and flooding landscape of Stavropoliskiy edges. *South of Russia: ecology, development*. 2011. Vol. 6, no. 3, pp. 101-107. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2011-3-101-107
3. Klyushin P.V., Mariin A.N. Monitoring the spreading and preventions of the main negative processes on the lands Stavropoliskogo edges. Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel' [Land management, land monitoring and cadaster]. 2011, no. 10, pp. 45-55. (In Russian)
4. Musaev M.R., Klyushin P. V., Savinova S. V., Avaev R. T. Rational use the lands of the agricultural purpose on territory North-Caucasian federal neighborhood and Republics Dagestan. Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel' [Land management, land monitoring and cadaster]. 2015, no. 10, pp. 23-31. (In Russian)
5. Bratkov V.V., Klyushin P.V., Zaurbekov Sh.Sh., Mariin A.N. Remote flexing the territory North Caucasus. Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel' [Land management, land monitoring and cadaster]. 2011. no. 4, pp. 69-80. (In Russian)
6. *Kontseptsiya federal'noi tselevoi programmy "Yug Rossii (2014-2020 gody)". Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 26 dekabrya 2013 g. № 2547-r* [The Concept of the federal target program "South to Russia (2014-2020)". The Approved dictation Government to Russian Federation from December 26 2013. no. 2547-r]. Moscow, 2013. 89 p.
7. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya* [The Report about condition and use the lands of the agricultural purpose]. Moscow, Rosinformagroteh Publ., 2014. 176 p.
8. Varlamov A.A., Galichenko S.A., Klyushin P.V. Modern problems of development of agricultural complex in Russia. Agrarnaya Rossiya [Agricultural Russia]. 2015, no. 6, pp. 18-22. (In Russian)
9. Varlamov A.A., Galichenko S.A., Klyushin P.V. Sovremennye problemy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii Innovatsionnoe razvitie agrarnoi nauki i obrazovaniya: mirovaya praktika i sovremennye prioritety [The Modern problems of the development

agronomic-industrial complex to Russia Innovacionnoe development of the agrarian science and formation: amicable agreement practice and modern priorities]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi ob"yavlennomu v 2015 g. «God sel'skogo khozyaistva» v Azerbaidzhane, Gyandzha, 23-24 oktyabrya 2015* [Proc. of the international scientific-practical conference dedicated to the announcement in the 2015 "Year of Agriculture" in Azerbaijan, Gyandzha, 23-24 October 2015]. Gyandzha, 2015, pp. 272-276. (In Russian)

10. Shalov T.B., Klyushin P.V., Savinova S.V., Mariin A.N. Monitoring sostoyaniya zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga i effektivnost' ikh ispol'zovaniya [Monitoring the condition of the lands of the agricultural purpose North-Caucasian federal neighborhood and efficiency of their use]. *Sbornik nauchnykh trudov «Teoriya i praktika upravleniya zemel'nymi resursami munitsipal'nykh obrazovanii»*. [Collection of scientific papers "Theory and land management practices of municipalities"]. Moscow, State University of land use planning Publ., 2013, pp. 117-125. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Магомед Р. Мусаев - д.б.н., профессор, заведующий кафедрой кадастров и ландшафтной архитектуры, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, ул. М. Гаджиева, д. 180, Махачкала. 367032, Россия.
e-mail: daggau@list.ru

Дмитрий А. Шаповалов - академик Российской академии естественных наук, д.т.н., профессор кафедры землепользования и кадастров, Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия.

Павел В. Клюшин* - член-корреспондент Российской академии естественных наук, д.с.-х.н., профессор кафедры землепользования и кадастров, Государственный университет по землеустройству, ул. Казакова, 15, Москва, 105064, Россия.
e-mail: klyushinpv@gmail.com

Светлана В. Савинова - к.г.н., доцент кафедры землепользования и кадастров, Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия.

Критерии авторства

Магомед Р. Мусаев, Павел В. Клюшин, Светлана В. Савинова представили фактический материал. Павел В. Клюшин, Дмитрий А. Шаповалов проанализировали данные и написали рукопись. Павел В. Клюшин корректировал рукопись до подачи в редакцию. Все авторы несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 05.02.2016
Принята в печать 14.03.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Magomed R. Musaev - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Sub-department of Landscape Architecture and inventories, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, 180 M. Gadzhiev street, Makhachkala, 367032, Russia.
e-mail: daggau@list.ru

Dmitriy A. Shapovalov - member of the Russian Academy of Natural Sciences, professor at the Sub-department of Land Use and Inventories, State University of Land Management, Moscow, Russia.

Pavel V. Klyushin* - Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, professor at the Sub-department of Land Use and Inventories, State University of Land Management, 15 Kazakova str., Moscow, 105064, Russia. E-mail: klyushinpv@gmail.com

Svetlana V. Savinova - Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor at the Sub-department of Land Use and Inventories, State University of Land Management, Moscow, Russia.

Contribution

Magomed R. Musaev, Pavel V. Klyushin, Svetlana V. Savinova presented factual material. Pavel V. Klyushin, Dmitry A. Shapovalov made the data analysis and wrote the manuscript. Pavel V. Klyushin corrected manuscript prior to submission to the editor. All authors are responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 05.02.2016
Accepted for publication 13.04.2016

Сельскохозяйственная экология / Agricultural ecology
Оригинальная статья / Original article
УДК 551.509.22 (470.67)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-143-151

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В АГРОЛАНДШАФТАХ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

[1,3]Гасан Н. Гасанов*, [2]Мурат А. Арсланов, [1]Айтемир А. Айтемиров
[1] кафедра рекреационной географии и устойчивого развития,
Дагестанский государственный университет,
Махачкала, Россия, nikuevich@mail.ru
[2]кафедра технической эксплуатации автомобилей,
Дагестанский государственный аграрный университет
имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия
[3]лаборатория биогеохимии, Прикаспийский институт биологических ресурсов
Дагестанский научный центр Российской академии наук, Махачкала, Россия

Резюме. ***Целью*** исследований было выявить возможность утилизации углерода атмосферы и эффективного использования поступающей на поверхность почвы фотосинтетически активной радиации (ФАР) путем формирования высокопродуктивного естественного фитоценоза во второй половине лета и минимизации периода подготовки почвы под следующую в севообороте культуру. ***Методы.*** В эксперименте исследовались две системы содержания почвы в пожнивной период, вызывающие: 1. эмиссию CO_2 из почвы при существующей в регионе системы ее обработки под культуры севооборота 2. накопление CO_2 в органической массе естественного фитоценоза с последующей запашкой зеленой массы в фазе молочно – восковой спелости семян растений - доминантов и минимизация периода подготовки почвы под следующую культуру севооборота. ***Результаты.*** Из приведенных данных следует, что питательный режим почвы под озимой пшеницей при запашке зеленой массы естественного фитоценоза существенно улучшается по сравнению с почвообрабатывающей системой. Аналогичные данные получены и другими исследователями, которые обосновывают данный факт тем, что сидеральные культуры, в нашем случае естественный фитоценоз, в процессе своей жизнедеятельности вовлекают в биологический круговорот и используют для создания органического вещества труднодоступные соединения их подпахотных слоев почвы. ***Заключение.*** Дается научное обоснование нецелесообразности применения существующих систем обработки почвы в агроландшафтах, которые направлены на систематическое уничтожение сорно - полевой растительности в периоды, свободные от посевов агроценозов.

Ключевые слова: эмиссия CO_2, накопление CO_2, система содержания почвы, химический состав почвы, видовой состав естественного фитоценоза, химический состав естественного фитоценоза, озимая пшеница.

Формат цитирования: Гасанов Г.Н., Арсланов М.А., Айтемиров А.А. Механическая обработка почвы в агроландшафтах в контексте глобального потепления климата // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.143-151. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-143-151

TILLAGE OPERATIONS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE CONTEXT OF GLOBAL WARMING

[1,3]Gasan N. Gasanov*, [2]Murat A. Arslanov, [1]Aytemir A. Aytemirov
[1]Sub-department of Recreation Geography and Sustainable Development,
Dagestan State University, Makhachkala, Russia; nikuevich@mail.ru.
[2]Sub-department of Technical Exploitation of Automobiles,
M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia
[3] Laboratory of Biogeochemistry, Caspian Institute of Biological Resources,
Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

Abstract. ***Aim.*** The aim was to identify the possibility of recycling the carbon in the atmosphere and the efficient use of photosynthetically active radiation (PAR) coming to the soil surface by means of the formation of highly natural

phytocenosis in the back half of the summer and to minimize soil preparation period for the next crop in the rotation. ***Methods.*** We studied two systems of soil management in the stubble period, they cause: Firstly, CO_2 emissions from the soil under the existing soil cultivation methods for crop rotation in the region. Secondly, the accumulation of CO2 in the organic mass of natural phytocenosis followed by plowing the green mass in the stage of milk-wax ripeness of the seeds – the dominants, and minimizing the period of preparing the ground for the next crop rotation. ***Result***. According to the obtained data, it shows that a nutritious regime of soil under the winter wheat during plowing of green mass of natural phytocenosis is substantially improved compared to the tillage system. Similar findings were obtained by other researchers that justify the fact that the green manure crops, in this case natural phytocoenosis, throughout its life involves hard compound subarable soil layers in the biological cycle which is used to create organic matter. ***Conclusion***. We provide a scientific rationale for the inexpediency of the use of existing tillage systems in agricultural landscapes, which are causing systematic destruction of weed - field vegetation during the periods free from agrocenoses.
Keywords: CO_2 emissions, CO_2 accumulation, soil management system, chemical composition of the soil, species composition of natural phytocenosis, chemical composition of natural phytocenosis, winter wheat.

For citation: Gasanov G.N., Arslanov M.A., Aytemirov A.A. Tillage operations in agricultural landscapes in the context of global warming. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 143-151. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-143-151

ВВЕДЕНИЕ

Формирование парникового эффекта в атмосфере вызвано тем, что поток энергии в инфракрасном диапазоне спектра, поднимающийся от поверхности Земли, поглощается молекулами газов атмосферы: диоксидом углерода, озоном, закисью азота, метаном и водяным паром и излучается обратно в разные стороны. Половина энергии, поглощенной молекулами парниковых газов, возвращается обратно к поверхности Земли, вызывая её разогрев.

Парниковый эффект – это естественное атмосферное явление, которое поддерживает среднюю температуру планеты на относительно стабильном уровне. Однако интенсификация антропогенной деятельности оказывает заметное влияние на химический состав атмосферы в сторону увеличения содержания парниковых газов. Особую озабоченность вызывает рост содержания в атмосфере углекислого газа, так как растущее использование углеводородов – основного источника эмиссии диоксида углерода, метана, закиси азота в атмосферу человечеством продолжится и в ближайшем будущем. За последние два с половиной века (с начала индустриальной эры) содержание CO_2 в атмосфере уже выросло на 30% [1].

Среди факторов, замедляющих глобальное потепление климата, важная роль отводится стимулированию расширению площадей, занятых фитоценозами, которые являются активными акцепторами (потребителями) парникового газа [1, 2]. Однако в агроландшафтах, даже активно используемых для получения продукции, значительные территории остаются не занятыми фитоценозами в отдельные периоды года. Так, в южных районах нашей страны (Северный Кавказ, Среднее и Нижнее Поволжье) после уборки озимых и яровых зерновых и зернобобовых культур - это вторая половина июня - начало июля – в течение почти 4 месяцев теплый период года с суммой активных температур воздуха (выше 5^0С) 2000 - 2500^0С. остается свободной от растительности. За этот период можно вырастить 25-35 т/га зеленой массы кормовых культур: кукурузы, сорго сахарного, суданской травы, гороха или их смесей [3, 4], 10-20т/га горчицы, сурепицы [5]. Можно даже получать по 2 - 3 т/га зерна скороспелых гибридов кукурузы, 1,5 - 2,2 т/га проса, яровых зерновых культур [6].

Но в большинстве случаях в течение этого периода почва интенсивно обрабатывается в целях уничтожения появившихся сорняков, не давая им укорениться и вегетировать. При этом теряется безвозвратно, не создав никакой продукции, 44 - 46 % фотосинтетически активной радиации (ФАР) из 48 - 51 ккал, поступающей в этом регионе на 1см^2 площади [7]. Более того, в процессе обработки разрушается значительная часть органического вещества почвы, усиливая эмиссию диоксида углерода в атмосферу, способствуя этим, усилению парникового эффекта [8].

Однако в последние годы сельскохозяйственные предприятия редко прибегают к

такому интенсивному использованию пашни из-за трудностей с материальным и финансовым обеспечением. Но это не значит, что пожнивной период надо использовать только для обработки почвы под следующую в севообороте культуру, не давая формироваться естественному фитоценозу, некорректно называемому в агрономии «сорняком».

Цель исследований: выявить возможность утилизации углерода атмосферы и эффективного использования поступающей на поверхность почвы ФАР путем формирования высокопродуктивного естественного фитоценоза во второй половине лета и минимизации периода подготовки почвы под следующую в севообороте культуру.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в ООО «Вымпел 2002» Хасавюртовского района в 2011 – 2013 гг. Почва опытного участка светло-каштановая тяжелосуглинистая. В пахотном слое (0 – 30 см) содержится: гумуса 2,26%, гидролизуемого азота - 30,0 - 32,2 мг/кг, P_2O_5 - 1,8 - 2,0; K_2O – 270 - 300 мг/кг. Плотность почвы этого же слоя 1,33 г/см^3, метрового слоя - 1,41 г/см^3, наименьшая влагоемкость соответственно 31,9 и 28,2 %.

Район проведения исследований достаточно обеспечен термическими ресурсами: среднегодовая температура воздуха 10,8^0 С, в том числе за вторую половину июня – сентябрь включительно - 21,7^0 С, сумма температур выше 10^0 С за те же месяцы – 22 - 23 ^{0}С [9]. В течение года на 1см^2 поступает 49,94 ккал ФАР, в том числе с середины июня по конец сентября (период вегетации пожнивных культур или естественного фитоценоза) - 22,17 ккал [10].

Основным фактором, препятствующим высокой продуктивности агро- и фитоценозов во второй половине лета является недостаток влаги в почве. За вторую половину июня – сентябрь включительно здесь выпадает по средним многолетним данным 130 мм осадков, а коэффициент использования их составляет всего 30%. Поэтому достижение высоких урожаев всех видов фитоценозов здесь возможно только при орошении.

В эксперименте исследовались две системы содержания почвы в пожнивной период (от уборки до повторного посева озимой пшеницы), вызывающие:

1. эмиссию CO_2 из почвы при существующей в регионе системы ее обработки под культуры севооборота (полив вслед за уборкой предшественника, 2 - 3 дискования БДТ - 7, вспашка на глубину 20 - 22 см за 5 - 7 дней до посева, предпосевная обработка с выравниванием);

2. накопление CO_2 в органической массе естественного фитоценоза с последующей запашкой зеленой массы в фазе молочно – восковой спелости семян растений - доминантов и минимизация периода подготовки почвы под следующую культуру севооборота (полив после уборки предшественника из расчета увлажнения метрового слоя почвы, измельчение зеленой массы естественного фитоценоза тяжелыми дисковыми боронами вдоль и поперек, вспашка на глубину 20 - 22см, предпосевная обработка почвы дисковыми боронами в два следа и выравнивание ее поверхности).

Норма высева семян озимой пшеницы 4,5 млн/га всхожих семян. Площадь делянки 200 м^2, повторность 4-х кратная. В процессе исследований определялись: химический состав почвы и естественного фитоценоза, водно - физических свойства почвы, видовой состав, накопление надземной и подземной фитомассы, урожайность зерна озимой пшеницы, ее структуры, статистическая обработка полученных результатов по известным методикам [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Благодаря проведенным поливам (норма 1550 - 1800 м^3/га) и выпавшим осадкам (128 - 142 мм), влажность метрового слоя почвы в среднем за три года исследований к уборке естественного фитоценоза и началу сева озимой пшеницы на контроле составила 72,6 %, а в случае с содержанием под естественным фитоценозом - 75,6%. В первом случае в этом же слое содержалось 2890 м^3/га воды, во втором - 3000 м^3/га. Следовательно, в рассматриваемых условиях под покровом естественной растительности влага из почвы теряется меньше, чем с открытой ее поверхности. Очевидно, при вы-

соких температурах воздуха, усугубляемых частыми ветрами, низкой относительной влажностью воздуха (50 - 55 %), при высокой испаряемости (240 - 290 мм) и низких показателях коэффициента увлажнения (0,09 - 0,12), а эти значения соответствуют показателям аридного климата [12], потери влаги на физическое испарение из лугово-каштановой почвы преобладают над расходом ее десуктивным путем.

После проведенного полива в первой декаде июля начинается буйный рост естественного фитоценоза. Доминирующими видами среди малолетних фитоценозов (сорняков) были: щирица запрокинутая *(Amarantus retroflexus)*, просо куриное *(Echinochloa crus-galli)*, щетинник зеленый *(Setaria viridis),* подмаренник цепкий *(Calium aparine)*. Из многолетних преобладали: осот полевой *(Sonchus arvense*), вьюнок полевой *(Convolvulus arvensis)* и тростник обыкновенный (*Phragmites communis*).

На контрольном варианте появившиеся всходы естественного фитоценоза уничтожаются, не допуская увеличения их массы.

На долю доминирующих видов растений приходилось 63,8% от общего количества их на единице площади, 71,9 % накопленной фитомассы, в том числе на долю поздних яровых сорняков - щирицы запрокинутой и щетинника зеленого - 45 % от количества растений, и 51 % общей и надземной фитомассы, формируемой на единице площади. Количество доминирующих многолетних сорняков в составе фитоценоза меньше и составляет 13,9% от суммарного количества растений на 1м^2, общая и надземная фитомасса - соответственно 21,1 и 22,8 % (табл.1).

Таблица 1

Количество доминирующих видов фитоценозов и накопление ими надземной и подземной органической массы за вторую половину лета 2011 - 2013гг.

Table 1

Number of dominant phytocenoses species and accumulation of above and below-ground organic mass in the back half of the summer of 2011 – 2013

Показатели Indicators	**Количество растений, экз./м^2** Number of plants, num./m^2	**Воздушно - сухая масса, кг/га** Air dry weight, kg/ha		
		Надземная Overground	**Подземная** Underground	**Всего** Total
Вся фитомасса / Incl. total of phytomass	409	20600	12400	33000
в т. ч. щирица запрокинутая / *Amarantus retroflexus*	97	7078	4121	11199
Щетинник зеленый/ *Setaria viridis*	87	3430	2400	5830
Осот полевой/ *Sonchus arvense*	38	2063	1676	3739
Канатник Теофраста/ *Abutilon theophrasti*	12	1645	961	2606
Тростник обыкновенный/ *Phragmites australis*	7	642	538	1180

Химический состав указанных видов фитоценоза неоднороден. Больше всего в сухой надземной массе растений содержится углерода - в среднем 52,2 %, в корневой массе - 36,6 % (табл. 2).

Таблица 2

Содержание углерода в надземной и подземной массе доминирующих видов естественного фитоценоза за июнь - сентябрь 2011 - 2013гг.

Table 2

The carbon content in the aboveground and underground mass of the dominant species of natural phytocenosis in the period of June – September, 2011 – 2013

Доминирующие виды фитоценоза/ Dominant species of phytocenosis	**% от сухой массы/** % of the dry weight		**кг/га** kg / ha		
	Надземная масса/ Aboveground mass	**Корневая масса/** Root mass	**Надземная масса/** Aboveground mass	**Корневая масса/** Root mass	**Всего/** In all
Щирица запрокинутая / *Amarantus retroflexus*	52,8	37,2	3737	1533	5270
Щетинник зеленый / *Setaria viridis*	52,6	36,8	1804	883	2687
Осот полевой/ *Sonchus arvense*	52,1	36,5	1075	612	1687
Канатник канадский/ *Abutilon theophrasti*	51,5	35,9	847	345	1192
Тростник обыкновенный/ *Phragmites australis*	52,1	36,7	334	197	531
Всего / Total			7797	3570	11367

Больше всего углерода, также как азота, содержится в надземной массе щирицы запрокинутой и щетинника зеленого, относительно меньше в осоте полевом, канатнике и в тростнике обыкновенном. Среднее содержание P_2O_5 в надземной массе естественного фитоценоза по сравнению с азотом снижается в 4,5 раза, K_2O – в 4,0 раза. Содержание указанных элементов в корневой массе фитоценоза существенно ниже, чем в надземной: углерода в 2,2 раза, азота в 3,9, P_2O_5 - 2,1, K_2O- в 1,7 раза (табл. 3).

Судя по данным таблицы, в течение июля - октября естественный фитоценоз (не только доминанты) накапливает в своей вегетативной массе 15,3 т/га углерода, который пополнял запасы парникового газа и мог способствовать дополнительному разогреву атмосферы [1, 2]. В доминирующих видах естественного фитоценоза суммарное количество азота, содержащееся в органической массе, составляет 90,72 кг, P_2O_5–19,99, K_2O - 23,88кг. При экстраполировании этих данных ко всей органической массе окажется, что суммарное содержание этих элементов достигает 180,86 кг/га, в том числе азота - 121,90 кг, P_2O_5–26,87, K_2O - 32,09 кг/га. На контрольном варианте, где почва периодически обрабатывалась при появлении сорняков, не давая им вегетировать, накопление органической массы не наблюдается.

Таблица 3

Содержание питательных элементов в доминирующих видах естественного фитоценоза за июнь - сентябрь 2011 - 2013гг.

Table 3

The content of nutrients in the dominant species of natural phytocenosis, in the period of June – September, 2011 - 2013

Доминирующие виды фитоценоза/ Dominant species of phytocenosis	**Содержание питательных элементов** The content of nutrients					
	% от сухой массы/ % Of the dry weight			кг/га kg / ha		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Надземная масса / The above-ground mass						
Щирица запрокинутая/ *Amarantus retroflexus*	2,60	0,39	0,47	38,66	5,80	6,99
Щетинник зеленый/ *Setaria viridis*	2,55	0,41	0,40	18,74	3,01	2,94
Осот полевой/ *Sonchus arvense*	2,03	0,68	0,52	8,79	2,94	2,25
Канатник канадский/ *Abutilon theophrasti*	1,78	0,43	0,68	6,14	1,48	2,34
Тростник обыкновенный/ *Phragmites australis*	1,95	0,51	0,66	2,61	0,68	0,88
Корневая масса / The root mass						
Щирица запрокинутая/ *Amarantus retroflexus*	0,68	0,25	0,34	7,40	2,72	3,70
Щетинник зеленый/ *Setaria viridis*	0,65	0,22	0,33	4,12	1,39	2,09
Осот полевой/ *Sonchus arvense*	0,58	0,26	0,30	2,56	1,15	1,33
Канатник канадский/ *Abutilon theophrasti*	0,41	0,20	0,34	1,04	0,51	0,86
Тростник обыкновенный/ *Phragmites australis*	0,47	0,22	0,35	0,66	0,31	0,50

Как показали наши исследования, создание условий для вегетации естественного фитоценоза во второй половине лета меняет динамику питательных элементов в почве. Содержание азота в пахотном слое обрабатываемой почвы к концу периода увеличивается, по сравнению с занятой фитоценозом, на 43,2% (38,8 мг против 22,1 мг/кг) P_2O_5 – 27,6 % (соответственно 22,1 и 16,0 мг), K_2O - на 7,1 % (295 и 274 мг/кг). Но в ходе вегетации последующей в севообороте озимой пшеницы количество этих элементов питания, в случае предоставлении возможности вегетации естественному фитоценозу, увеличивается соответственно на 55,2%, 14,6 и 9,9%. К фазе молочно - восковой спелости зерна разница между этими же показателями (в пользу той же системы содержания почвы) увеличивается по азоту на 59,0% (32,6мг против 20,5 мг/кг), P_2O_5 - на 18,8% (18,3 против 15,4мг), K_2O – на 11,3% 306 мг против 275 мг/кг).

Из приведенных данных следует, что питательный режим почвы под озимой пшеницей при запашке зеленой массы естественного фитоценоза существенно улучшается по сравнению с почвообрабатывающей системой. Аналогичные данные получены и

другими исследователями [13-15], которые обосновывают данный факт тем, что сидеральные культуры, в нашем случае естественный фитоценоз, в процессе своей жизнедеятельности вовлекают в биологический круговорот и используют для создания органического вещества труднодоступные соединения их подпахотных слоев почвы.

Система содержания почвы в пожнивной период, основанная на создании благоприятных условий для формирования естественным фитоценозом максимальной продуктивности и сведении периода подготовки почвы к посеву последующей в севообороте культуры, способствует повышению урожайности зерна озимой пшеницы. Этому способствовали благоприятные питательный и водно-воздушный режимы, которые складывались при этой системе содержания почвы (таб. 4).

Таблица 4

Урожайность зерна озимой пшеницы при различных системах содержания почвы в полупаровый период, т/га, 2012 – 2014 гг.

Table 4

Yields of winter wheat under different soil management systems in semi-vapor period, t / ha, 2012 - 2014

Система содержания почвы, вызывающая: Soil management system, causing:	2012	2013	2014	Средняя Average	Прибавка к контролю / Increase to control
1. Эмиссию CO_2 из почвы – контроль / Emissions of CO_2 from the soil - control	4,07	3,97	4,19	4,08	-
2. Накопление CO_2 в органической массе естественного фитоценоза с последующей запашкой зеленой / Accumulation of CO_2 in the organic mass of natural phytocenosis followed by plowing with the green	4,74	4,63	4,96	4,78	0,70
$НСР_{0,5}$	0,61	0,42	0,38		

Повышению урожайности озимой пшеницы в этом случае способствовало формирование более продуктивного колоса. При одинаковом количестве растений на единице площади (369 и 371экз./м^2), одинаковом коэффициенте кустистости - 1,22, выход зерна с одного колоса составил 1,10 г, поскольку количество зерен в колосе было больше на 4 шт.(26 против 22), абсолютная масса на 2,1г (42,3г против 40,2г).

Относительно высокая урожайность зерна озимой пшеницы на рекомендуемом варианте достигнута при абсолютно тех же затратах на ее выращивание, как и на контроле, за исключением затрат на уборку, перевозку и переработку дополнительного урожая на току, что позволяет получить на 4,2 тыс. рублей больше чистого дохода с 1га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В районах орошаемого земледелия юга России продолжительность периода после уборки раноубираемых культур до повторного посева озимых или до конца теплого периода года составляет 100 - 110 дней с суммой активных температур воздуха более 2200^0 С. Этот период следует использовать не для многократных обработок почвы против «сорняков», а для создания благоприятных условий (с помощью полива, нормой 1550 - 1800 м^3/га сразу же после уборки предшественника), для формирования урожая естественного фитоценоза с использованием дополнительно 20 - 22 ккал/см^2 ФАР. Это позволяет получить более 20 т/га органической массы, в которой накапливается 15 т/га углерода, 190 кг/га питательных элементов для растений, запашка, которой в почву, позволяет улучшить химический состав, водно - физические показатели ее плодородия, повысить урожайность последующих культур севооборота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мелешко В.П. Потепление климата: причины и последствия // Химия и жизнь. 2007. N4. С. 9-14.
2. Хель И. Что такое глобальное потепление: как жарко может стать на Земле? 2015. URL: http://hi-news.ru/science/chto-takoe-globalnoe-poteplenie-kak-zharko-mozhet-stat-na-zemle.html (дата обращения: 11.01.2016)
3. Гаврилов А.М., Гудкова З.П., Мелихова Н.П. Обработка почвы и урожайность промежуточных культур // Сборник научных трудов Волгоградского СХИ, Т. XXI. Волгоград, 1979. С. 93-95.
4. Масандилов Э.С. Два урожая в год. М.: Дагестанское кн. изд-во, 1978. С. 3-55.
5. Лошаков В.Г. Специализированные зерновые севообороты и промежуточные культуры в центральных областях Нечерноземной зоны // Международный Сельскохозяйственный Журнал. 1984. N1. С. 33-36.
6. Гасанов Г.Н., Хабибуллаев К.К., Меджидова М.М. Два урожая зерна в год // Зерновое хозяйство. 1979. N6. 36 с.
7. Гасанов Г.Н., Мусакаев Ш.А. Новая система содержания почвы до посева озимой пшеницы // Аграрная наука. 2015. N9. С. 12-13.
8. Мазиров И.М., Боротов Б.Н., Лакеев П.С., Щепелева А.С., Васенев И.И. Почвенные потоки углекислого газа в агроэкосистемах в условиях Московского региона // Земледелие. 2015. N8. С. 17-19.
9. Агроклиматический справочник по Дагестанской АССР. Л.: Гидрометиздат, 1963. 72 с.
10. Гасанов Г.Н. Системы земледелия: учебное пособие для с.-х. учеб. заведений. Махачкала, 2008. 155 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
12. Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Абдулаева А.С., Салихов Ш.К., Баширов Р.Р. Динамика климатических условий Терско-Кумской низменности Прикаспия за последние 120 лет // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 8, N4. С. 96-104. DOI:10.18470/1992-1098-2013-4-96-104
13. Довбан К.И. Зеленое удобрение. Москва: Агропромиздат. 1990. 208 с.
14. .Зеленский Н.А., Авдеенко А.П., Есипанов Е.Ю. Использование занятых, сидеральных и кулисно - мульчирующих паров // Земледелие. 2007. N6. С. 15-17.
15. Картамышев Н.И., Балабанов С.С., Приходько Б.Ю., Приходько В.Ю., Богачев Н.В. Биологизация земледелия: удобрения и обработка почвы // Земледелие. 2002. N3. С. 6-7.

REFERENCES

1. Meleshko V.P. Climate warming: causes and consequences. Khimiya i zhizn' [Chemistry and life]. 2007. N4. pp. 9-14. (In Russian)
2. Hel I. *Chto takoe global'noe poteplenie: kak zharko mozhet stat' na Zemle?* [What is global warming: how hot it can become on Earth?]. 2015. Available at: http://hi-news.ru/science/chto-takoe-globalnoe-poteplenie-kak-zharko-mozhet-stat-na-zemle.html. (accessed 11.01.2016)
3. Gavrilov A.M., Gudkova, Z.P., Melikhova N.P. Soil cultivation and productivity of intercrops. *Sbornik nauchnykh trudov Volgogradskogo sel'skokhozyaistvennogo instituta* [Collection of proceedings of the Volgograd Agricultural Institute]. Volgograd, 1979. Vol. XXI. pp. 93-95. (In Russian)
4. Masandilov E.S. *Dva urozhaya v god* [Two crops a year]. Moscow, Dagestan book Publ., 1978. pp. 3-55.
5. Loshakov V.G. Specialized grain crop rotations and catch crops in the Central regions of the Nonchernozem zone. Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal [International Journal of Agricultural]. 1984. no. 1. pp. 33-36. (In Russian)
6. Gasanov G.N., Habibullayev, K.K., Medzhidov M.M. Two crops of grain per year. Zernovoe khozyaistvo [Grain husbandry]. 1979. no. 6. 36 p. (In Russian)
7. Gasanov G.N., Musakaev S.A. New system the content of soil before sowing of winter wheat. Agrarnaya nauka [Agricultural science]. 2015. no. 9. pp. 12-13. (In Russian)
8. Mazirov I.M., Borotov B.N., Lakeeva P.S., Shchepeleva S.A., Vasenev I.I. Soil carbon dioxide fluxes in agroecosystems in the Moscow region. Zemledelie [Agriculture]. 2015. no. 8. pp. 17-19. (In Russian)
9. *Agroklimaticheskii spravochnik po Dagestanskoi ASSR* [Agroclimatic Handbook of the Dagestan ASSR]. Leningrad, Gidrometizdat Publ., 1963. 72 p. (In Russian)
10. Gasanov G.N. *Sistemy zemledeliya: uchebnoe posobie dlya s.-kh. ucheb. zavedenii* [Farming systems: a manual for agricultural education institutions]. Makhachkala, 2008. 155 p. (In Russian)
11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experience]. Moscow, Kolos Publ., 1979. 416 p. (In Russian)
12. Gasanov G.N., Asvarova T.A., Gadjiev K.M., Abdulaeva A.S., Salikhov S.K., Bashirov R.R. The dynamics of the climatic conditions of the Terek-Kuma lowland during 120 years. *South of Russia: ecology, development.* 2013, vol. 8, no. 4. pp. 96-104. (In Russian) DOI:10.18470/1992-1098-2013-4-96-104
13. Dovban K.I. *Zelenoe udobrenie* [Green manure] Moscow, Agropromizdat Publ., 1990. 208 p. (In Russian)
14. Zelenskiy N.A., Avdeenko A.P., Osipanov E.Yu. Use of employment, green manure and en echelon -

mulching vapors. Zemledelie [Agriculture]. 2007. no. 6. pp. 15-17. (In Russian)
15. Kartamyshev N.I. Balabanov S.S., Prikhodko B.Yu., Prikhodko Yu.V., Bogachev N.V. *Biologizatsiya zemledeliya: udobreniya i obrabotka pochvy* [Biologization agriculture: fertilizer and tillage]. 2002. no. 3. pp. 6-7. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гасан Н. Гасанов* – заведующий лабораторией биогеохимии Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук, доктор с.-х. наук, профессор. Россия, 367023 Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45. тел. 89604214086, e-mail: nikuevich@mail.ru

Мурат А. Арсланов – доцент кафедры эксплуатации автомобилей, Дагестанского ГАУ имени М.М. Джамбулатова, кандидат технических наук, Махачкала, Россия.

Айтемир А. Айтемиров – профессор, кафедра рекреационной географии и устойчивого развития, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия.

Критерии авторства

Гасан Н. Гасанов несет ответственность за обнаружение плагиата и других неэтических проблем. Мурат А. Арсланов, Гасан Н. Гасанов, Айтемир А. Айтемиров, в значительной степени участвовавшие в написании работы, в ее концепции, в научном дизайне, в сборе материала, в анализе и интерпретации. Айтемир А. Айтемиров корректировал рукопись до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Конфликт интересов отсутствует.

Поступила в редакцию 23.01.2016
Принята в печать 17.02.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Gasan N. Gasanov* - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, head of the Laboratory of Biogeochemistry, Caspian Institute of Biological Resources, the Russian Academy of Sciences, Dagestan Scientific Center, 45 M. Gadjieva str., Makhachkala, 367023 Russia.

Murat A. Arslanov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the sub-department of Technical Exploitation of Automobiles, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia.

Aytemir A. Aytemirov* - professor, sub-department of Recreational Geography and Sustainable Development, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

Contribution

Gasan N. Gasanov, responsible for avoiding the plagiarism and other unethical issues. Murat A. Arslanov, Gasan N. Gasanov, Aytemir A. Aytemirov, largely involved in the writing of the work, in its concept, the scientific design, collecting the materials, analysis and interpretation. Aytemir A. Aytemirov, corrected manuscript prior to submission to the editor.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Received 23.01.2016
Accepted for publication 17.02.2016

Сельскохозяйственная экология / Agricultural ecology
Обзорная статья / Review article
УДК 631.312:631
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-152-159

ПРОВЕДЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С ЦЕЛЬЮ СОХРАНЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ВЛАГИ

[1]Магомеднур Б. Халилов, [2]Алексей Ф. Жук,
[3]Айтемир А. Айтемиров*, [4]Раиса Х. Гайрабекова
[1]кафедра эксплуатации, Дагестанский аграрный университет
имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия
[2]отдел почвообрабатывающих машин, Всероссийский
научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства
Российской академии сельскохозяйственных наук, Москва, Россия
[3]кафедра рекреационной географии и устойчивого развития,
Дагестанский государственный университет,
Махачкала, Россия, aytemir951@mail.ru
[4]кафедра клеточной биологии, морфологии и микробиологии,
Чеченский государственный университет, Грозный, Россия

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

Резюме. ***Целью*** является теоретические исследования условий возникновения поверхностного стока и разработка агротехнических мероприятий по борьбе с ним. ***Обсуждение.*** Возникновение поверхностного стока возможно при условии, что интенсивность поступления влаги в единицу времени больше интенсивности его впитывания и прохождения через пахотный слой почвы. Условие возникновения поверхностного стока возникает при высокой интенсивности поступления влаги на поверхность почвы, которая может быть в случае ливневых осадков, низкой водопроницаемости верхнего слоя почвы, вызванного повышенной плотностью. Не подвергшийся рыхлению верхний пахотный слой хуже пропускает через себя влагу, чем разрыхленный. Низкая пропускная способность пахотного слоя может быть обусловлена тем, что он насыщен влагой до предела, а нижележащие подпахотные слои не впитывают, либо впитывают недостаточно воды, пропускают меньше воды, чем поступает через верхний пахотный слой почвы. Это явление приводит к перенасыщению верхнего пахотного слоя водой, что может привести к водной эрозии и оползневым явлениям. ***Заключение.*** Полученные аналитические выражения, характеризующие процесс накопления влаги в почве и образования поверхностного стока, позволяют теоретически обосновать необходимость проведения различных агрономических приемов воздействия на почву. Выбор орудия и технологии воздействия на почву с целью сохранения и накопления влаги должен осуществляться с учетом конкретных агроландшафтных условий характерных для данных полей.

Ключевые слова: влагонакопление, поверхностный сток, почва, обработка почвы, агротехнические мероприятия, водопроницаемость, скорость фильтрации влаги, разуплотнение, микрорельеф.

Формат цитирования: Халилов М.Б., Жук А.Ф., Айтемиров А.А., Гайрабекова Р.Х. Проведение различных агротехнических мероприятий с целью сохранения и накопления влаги // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.152-159. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-152-159

TAKING VARIOUS AGRO-TECHNICAL MEASURES FOR THE PRESERVATION AND ACCUMULATION OF MOISTURE

[1]Magomednur B. Khalilov, [2]Alexey F. Zhuk,
[3]Aytemir A. Aytemirov*, [4]Raisa Kh. Gayrabekova
[1]Sub-department of operations, M.M Dzhambulatov
Dagestan Agricultural University, Makhachkala, Russia
[2]Department of tillage machinery, All-Russian Research
Institute of Mechanization of Agriculture,
Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia
[3]Department of Recreational Geography and Sustainable Development,

Dagestan State University, Makhachkala, Russia, aytemir951@mail.ru
[4]Department of Cell Biology, Morphology and Microbiology,
Chechen State University, Grozny, Russia

Abstract. ***Aim.*** The aim is to conduct a theoretical study of the conditions of occurrence of surface runoff and take technical measures for its prevention. ***Discussion.*** The occurrence of surface runoff is possible on condition that the intensity of moisture entry per time unit is greater than the intensity of its absorption and passage through the topsoil. Conditions of surface runoff occur at high intensity of moisture entering the soil surface which can be in the case of heavy rainfall, low water permeability of topsoil as a result of the increased density. The upper topsoil not affected by loosening passes moisture worse than loosened. Low water conductivity of the arable layer may be due to the fact that it is saturated with moisture up to the limit, and the underlying subsoil layers do not absorb or absorb not enough water, pass water less than enters through the upper topsoil. This phenomenon leads to oversaturation of the top plowed layer by water, which can lead to water erosion and landslide. ***Conclusion.*** We obtained analytical expressions describing the process of accumulation of moisture in the soil and the formation of surface runoff, which also allow to theoretically justify the need for different agronomic techniques impact on soil. We should select tools and soil impact techniques in order to preserve and accumulate moisture with account of the certain agrolandscape conditions specific to these fields.
Keywords: moisture accumulation, runoff, soil, tillage, agrotechnical measures, water conductivity, moisture infiltration rate, soil loosening, microrelief.

For citation: Khalilov M.B., Zhuk A.F., Aytemirov A.A., Gayrabekova R. Kh. Taking various agro-technical measures for the preservation and accumulation of moisture. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 152-159. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-152-159

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

ВВЕДЕНИЕ

Республика Дагестан характеризуется засушливым климатом, высокими летними температурами. Ветровая нагрузка, особенно в низменной части территории и предгорьях достаточно высокая по сравнению с условиями других Северокавказских республик. Если учесть низкую влажность воздуха, высокую температуру и повышенную ветровую нагрузку, то приходим к выводу, что основным фактором лимитирующим урожайность зерновых культур, в частности озимой пшеницы, является почвенная влага.

Накопление и рациональное использование почвенной влаги, влагообеспеченность посевов являются главными факторами получения устойчивых урожаев в эрозионно-опасных, влаго-дефицитных и засушливых регионах. Накопление в почве влаги осенне - зимних осадков, составляющих более 40 - 45 % их годового количества [1], является важнейшим условием, а иногда единственной возможностью предотвращения гибели посевов.

Для эффективного накопления и рационального использования почвенной влаги необходимо своевременное и систематическое выполнение агрономических приемов и мероприятий, предотвращающих ее потери, основными составляющими которых являются внутрипочвенный и поверхностный сток, испарение, транспирация сорными растениями, снос снега с пашни и инфильтрация на песчаных почвах.

Рассмотрим каждый вид потерь влаги и их влияние на состояние поверхности поля, интенсивность эрозионных процессов и деградацию почвы.

Факторы, влияющие на потери воды на сток: крутизна склона; форма и длина склона; тип почвы и его механический состав; состояние поверхности поля; микрорельеф поверхности поля; плотность и водопроницаемость подпахотных горизонтов; степень насыщения слоев почвы влагой; температура воздуха и слоев почвы; предшествующая обработка почвы, глубина обработки; направление движения МТА при обработке почвы;

наличие пожнивных остатков и стерни; наличие кулис и специальным образом посаженных культур.

Условие возникновения стока может быть записано в виде:

$$Q_{ост} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 \leq Q, \quad (1)$$

где Q_1- количество влаги, впитанной пахотным слоем;

Q_2- количество влаги, впитанной подпахотным слоем;

Q_3- количество влаги, впитанной стерневыми остатками;

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

Q_4- количество влаги, накопленной в неровностях искусственного микрорельефа;

Q_5- количество влаги, накопленной в неровностях естественного микрорельефа;

Q_6- количество влаги, впитанной растениями;

.Q_7 - количество влаги, накопленной в неровностях искусственного микрорельефа дна борозды;

$Q_{ост}$ – суммарное остаточное количество влаги по всем слоям почвы;

Q- количество влаги, внесенной на данную территорию осадками, поливом и т.д.

Q_1- количество влаги, впитанной пахотным слоем зависит от состояния пахотного слоя почвы, плотности почвы, пористости, наличия капилляров, пустот, трещин, механического состава. Важным показателем является водопроницаемость, скорость фильтрации влаги через данный слой и предельная полевая влагоемкость (ППВ), полная влагоемкость (ПВ);

Q_2- количество влаги, впитанной подпахотным слоем так же зависит от плотности почвы, пористости, наличия капилляров, пустот, трещин, механического состава от водопроницаемости верхних, обрабатываемых слоев почвы, т.е. от количества воды проникшейся на глубину залегания подпахотных слоев;

Важное значение имеет наличие либо отсутствие переуплотненного слоя, который формируется на границе пахотного и подпахотного слоев почвы под воздействием рабочих органов почвообрабатывающих машин. Количество влаги, впитанной подпахотным слоем может быть увеличено путем глубокого сплошного либо полосного рыхления, щелеванием, прерывистым щелеванием, либо прерывистым рыхлением, этого пласта.

Q_3- количество влаги, впитанной стерневыми остатками зависит от их количества, размещения по поверхности поля, размеров отдельных частиц и влажности до момента полива или выпадения осадков;

Q_4- количество влаги, накопленной в неровностях искусственного микрорельефа образуется, когда верхний слой почвы либо не успевает пропускать через себя поступающую воду или этот слой полностью насыщен водой. Максимальное количество воды в искусственных неровностях (лунки, канавки и т.д.) равно их суммарному объему;

Q_5- количество влаги, накопленной в неровностях естественного микрорельефа, зависит от тех же факторов; что и

Q_4- количество влаги, накопленной в неровностях искусственного микрорельефа, а максимальное количество воды в естественных неровностях равно их суммарному объему;

Q_6- количество влаги, впитанной растениями зависит от вида растений, фазы развития, площади листовой поверхности, и состояния растения до момента полива или выпадения осадков;

Q_7- количество влаги, накопленной в неровностях искусственного микрорельефа дна борозды. Вода может накопиться в искусственных неровностях дна борозды, когда верхний слой почвы полностью насыщен водой, а подпахотный горизонт не в состоянии пропускать, хотя бы частично, поступающую к нему воду, либо полностью насыщен влагой. Максимальное количество воды в искусственных неровностях дна борозды равно суммарному объему пустот в них.

Рассмотрев схему движения воды, можно сделать вывод о том, что

в пахотный слой почвы попадает количество воды $Q_{п.п}$ равное

$$Q_{п.п.} = Q - (Q_6 + Q_3) \quad (2)$$

Возникновение поверхностного стока возможно при условии, что интенсивность поступления влаги в единицу времени больше интенсивности

его впитывания и прохождения через пахотный слой почвы. Данное условие может быть записано в виде:

$$Q_{п.п.}/T \geq (Q - (Q_6 + Q_3))/T \quad (3)$$

ОБСУЖДЕНИЕ

Проанализировав выражение (3) мы можем сказать, что условие возникновения поверхностного стока возникает при высокой интенсивности поступления влаги на поверхность почвы, которая может быть в случае ливневых осадков, низкой водопроницаемости верхнего слоя почвы, вызванного повышенной плотностью. Не подверг-

шийся рыхлению верхний пахотный слой хуже пропускает через себя влагу, чем разрыхленный.

Низкая пропускная способность пахотного слоя может быть обусловлена тем, что он насыщен влагой до предела, а нижележащие подпахотные слои не впитывают, либо впитывают недостаточно воды, пропускают меньше воды, чем поступает через верхний пахотный слой почвы. Это явление приводит к перенасыщению верхнего пахотного слоя водой, что может привести к водной эрозии и оползневым явлениям. Условие возникновения данного явления запишется в виде:

$$Q_2 \leq Q - (Q_1 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{ост}) \quad (4)$$

или

$$Q_2 / T \leq (Q - (Q_1 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{ост}))/T \quad (5)$$

Целью выбора агротехнических мероприятий по предотвращению поверхностного стока воды, исходя из вышесказанного, должно быть соблюдение условий:

$$(Q - (Q_6 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_{ост1}))/T - Q_1 / T = MIN \quad (6)$$

$$(Q - (Q_1 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_{ост})) / T - Q_2 / T = MIN \quad (7)$$

Агротехнические мероприятия по снижению потерь влаги на сток. При выборе агрономических мероприятий необходимо учитывать в первую очередь их влияние на составляющие накопления влаги из выражения (1). Основным исходным показателем является количество влаги, вносимой на единицу поверхности в единицу времени Q /T. Если $Q \leq Q_3$, т.е. количество выпавших осадков меньше, чем количество влаги, которое может впитать стерневые остатки, мульчирующий слой, то влага не дойдет до поверхности поля (поле полностью покрыто измельченной соломой и т.д.). Но необходимо учитывать интенсивность поглощения влаги этим слоем растительных остатков Q_3 /T. Если этот показатель меньше интенсивности поступления влаги (воды) Q /T, то часть влаги все же попадет на поверхность поля.

Если $Q \geq Q_3$, то количество влаги достигающей пахотного слоя поля (2) без учета части влаги впитываемой через листостебельную поверхность растений при этом равно:

$$Q_{п.п.} = Q - Q_3 \quad (8)$$

Если к моменту выпадения осадков или полива Q_3 достигло своего максимального значения- $Q_{3мах}$, то есть верхний слой растительных остатков предельно насыщен влагой, тогда внесенное осадками или поливом количество влаги практически полностью достигает поверхности почвы. Если на поле имеется большой слой соломы или растительных остатков, то возможно образование поверхностного стока над и частично внутри слоя растительных остатков. Этот случай является скорее исключением, чем правилом.

Вывод: количество растительных остатков на поверхности поля должно быть, таким, чтобы выпадающие осадки проникали до поверхности поля без образования стока по растительным остаткам.

Рассмотрим возможность возникновения поверхностного стока (3).

Часть влаги, достигшая поверхности поля может быть впитана верхним (пахотным) слоем почвы из которого влага поступает по корневой системе к растению. Часть влаги проходит через пахотный слой и поступает в подпахотные горизонты. Этот процесс зависит от интенсивности поступления влаги. Если интенсивность поступления влаги в пахотный слой превышает интенсивность впитывания влаги этим слоем и прохода влаги через этот слой, то возникают условия для начала формирования стока влаги по поверхности пахотного слоя, то есть выполнения условия (3). Для предотвращения этого явления необходимо увеличить значение Q_1, Q_4 и Q_5.

Q_1 можно увеличить путем разрыхления верхнего пахотного слоя почвы. Предельное значение Q_1, при котором, пахотный слой почвы полностью насыщен водой – $Q_{1мах}$. При достижении $Q_{1мах}$ прекращается накопление влаги в пахотном слое. Если подпахотный слой почвы при этом не впитывает, либо впитывает меньшее количество воды, чем поступает в перенасыщенный пахотный верхний слой почвы, то, как и в предыдущем случае создаются условия для формирования поверхностного стока. При рассмотрении процесса формирования Q_1, Q_2, Q_4 и Q_5 наиболее рационально рассматривать интенсивность впитывания в единицу времени.

Наблюдения показывают, что наиболее рационально рассматривать в качестве

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

промежутка времени, в течение которого наиболее интенсивно поступает вода. Например поступление одного и того же количества воды за короткий промежуток времени (ливень) и за значительный промежуток времени (мелкий, продолжительный дождь) приводят к различному количеству воды накопленному в почве. В первом случае возможно и часто наблюдается формирование поверхностных стоков, из-за того что вода не успевает пропитаться в глубокие слои. Во втором случае вода проникает в глубокие слои и создается продуктивный запас влаги, который может расходоваться растениями продолжительный период времени. Но формирование поверхностных потоков при этом начинается лишь после насыщения поверхностных слоев почвы влагой.

Для увеличения накопления влаги в почве, особенно в подпахотных слоях нужно создавать неровный профиль подпахотных слоев. Это возможно путем прерывистого разноглубинного щелевания почвы, с использованием приспособлений к почвообрабатывающим машинам, разработанным автором.

Мало затратными мероприятиями, предотвращающими сток на склонах крутизной более 1^0 являются обработка почвы и посев по контурам или горизонталям поперек склона. Так, зяблевая вспашка по контурам задерживает при снеготаянии 100 - 250 $м^3$/га [2], а общее влагонакопление за счет обработки почвы и посева культур по контурам достигает 500$м^3$ в год. В условиях склонового рельефа предпочтительнее контурная обработка, так как до половины гона размещается вдоль падения склона или под малым углом к нему. На склонах более 3° целесообразно контурно-полосное или полосное размещение культур сплошного сева, позволяющее задержать до 250 $м^3$ стока. Ширина полос рекомендуется в пределах 30 - 50м. На длинных склонах и паровых полях крутизной 4 - 5° необходимо контурно-буферное размещение культур. Буферные полосы шириной 3-12м из однолетних и многолетних трав, бобово-злаковых смесей и высокостебельных пропашных культур, которые в степных районах осенью целесообразно оставлять в качестве кулис для снегозадержания размещают через 30 - 50 м. На склонах 6 - 8° ширину таких полос увеличивают до 15 - 20м, а расстояние между ними уменьшают. На этих и сильно-смытых склонах чередуют посевы многолетних трав и зерновых культур. Сохранение стерневых полос шириной 5-10 м на зяби с отвальной вспашкой по контурам дополнительно способствует снижению стока.

Стерня, другие растительные остатки на поверхности поля уменьшают снос снега и поверхностный сток. При отвальной зяблевой вспашке плугом с укороченными отвалами, недооборачивающими пласт, создаются стерневые микрокулисы, эффективные для снегозадержания в период формирования снежного покрова. При гребнекулисной обработке почвы диски срезает стерню, и формируют гребень, препятствующий сдуванию снега и формированию стока. Гребнекулисы, размещенные на зяби поперек склонов, на 40 - 55 % сокращают сток талых вод и ливневых осадков, и в 1,5 - 2 раза - смыв почвы [3].

При кулисно - щелевой зяблевой обработке с использованием агрегатов АКП - 5, АКП - 2,5 и АПК - 6, предусматривающий сохранение стерневых кулис шириной около 0,6м через 2-7м и нарезку щелей возле них на глубину более 30см. При этом в регионах с неустойчивым снежным покровом запас влаги осенне - зимних осадков в метровом слое почвы к периоду вегетации увеличивается на 110 - 130 $м^3$/га.

Поверхностный сток формируется при низкой водопроницаемости почвы. Опорные элементы машин уплотняют верхний слой почвы, а при их давлении 80 - 100кПа - зачастую весь обрабатываемый слой. При давлении движителей машин на почву 170-180кПа и более она утрачивает некапиллярные влагопроводящие поры и уплотняется на глубину более 70 см, превышающую максимальное заглубление глубокорыхлителей. Почву меньше уплотняют тракторы гусеничные, с широкопрофильными сдвоенными или строенными шинами, а также энергосредства тягово- приводной концепции типа УЭС «Полесье» (Беларусь), у которых давление колес на почву не превышает 120кПа. Совершенствование опорных элементов и уменьшение удельной массы машин способствуют снижению уплотнения почвы. Для предотвращения формирования внутрипочвенного уплотненного слоя (плужной подошвы), ухудшающего водопоглощение,

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

необходимо поддерживать остроту лезвий лап, дисков, рыхлить пласт без сплошного подрезания. Пашня требует разуплотнения один раз в три - пять лет. Почвы, содержащие более 30% глинистой фракции, склонны к самоуплотнению и заплыванию и поэтому требуют более частого разуплотнения. Для глубокого рыхления, разуплотнения почв в России производят различные глубокорыхлители, щелеватели, плоскорезы-щелеватели, плуги с почвоуглубителями, комбинированные агрегаты со сменными глубокорыхлящими рабочими органами. На предприятии «Агромеханика» под руководством Жук А.Ф. разработаны и освоены в производстве агрегаты АПК - 3 и АПК - 6 с щелерезами или сменными чизельными лапами, глубокорыхлитель ГРК - 2,3/3,8, комбинированные плоскорезы - щелеватели ПЩК - 3,8 и ПЩК - 6,8, выполняющие рыхление верхнего слоя на 8-16 см, щелевание на 35-45 см, уплотнение и дополнительное крошение почвы зубчатым глыбодробителем или планчато-зубчатым катком [4].

Щелевание создает условия для проникания воды через уплотненный слой почвы, а весной - через мерзлый, значительно (на 2-8 тыс. м^2/га) увеличивает площадь водоотводящей поверхности. Одна открытая глубокая щель длиной 100м за период снеготаяния (100 ч) отводит с поверхности поля до 430 м^3 воды. Прощелеванная почва даже в мерзлом состоянии может поглотить 250 - 270 м^3 воды [5].

В районах с продолжительными зимними оттепелями эффективность щелевания снижается из-за заполнения щелей льдом. Дополнение щелевания кротованием, вертикальное мульчирование щелей измельченной соломой повышает его эффективность. На склоне крутизной 8° при запасах воды в снеге около 75м этот агрономический прием снижает непродуктивные потери влаги по сравнению с отвальной вспашкой и поверхностной обработкой соответственно на 23 и 34%, при этом смыв почвы уменьшается на 39 и 49%. Однако площади щелевания пашни не соответствуют реальным потребностям.

Водоудерживающие неровности (лунки, прерывистые борозды, микролиманы) затрудняют выполнение на поле последующих работ, а при дефиците осадков могут способствовать дополнительному иссушению почвы, поэтому применение этих приемов в районах с высокой ветровой нагрузкой должно быть ограничено [7].

На склонах 2 - 3°, покрытых стерней, пожнивными остатками пропашных, коэффициент поверхностного стока уменьшается в несколько раз. Противоэрозионные культиваторы, плоскорезы - щелеватели, дисколаповые агрегаты сохраняют на поверхности поля 40 - 70% пожнивных остатков, что благоприятствует накоплению влаги.

Обогащение почвы органикой, также является эффективным средством уменьшения стока благодаря улучшению водопроницаемости и влагоемкости почвы. Суммарные потери гумуса на пашне России составляют около 100 млн т в год, что эквивалентно 3200 - 3300 млн т органики [8]. За последние 15 лет потери гумуса составили в среднем 20%, за послевоенный период – 20 - 40%, за 100 лет - в среднем 50%. Для воспроизводства плодородия почвы требуется ежегодно вносить 6 - 10 т/га органики, а для этого необходимо, возродить отрасль животноводства и больше отводить места сидератам. Если в почве будет больше органики и гумуса, то будет больше и влаги.

При бесплужном земледелии заделывать навоз, другую органику рекомендуется дисковыми боронами, а при заделке растительных остатков почву необходимо обогащать азотными удобрениями из расчета 10 - 15 кг д. в. на 1 т их сухой массы. Внесение минеральных удобрений, известкование кислых почв, активизируют процессы гумификации, способствуют накоплению органического вещества и оструктуриванию почвы [9].

При безотвальной обработке без дискования поверхностное разбрасывание мелиорантов и удобрений на склонах недопустимо из-за опасности их смыва. Нужны высокопроизводительные агрегаты для внесения известковых материалов, а также совмещающие обработку почвы с внутрипочвенным внесением основной дозы минеральных сыпучих и жидких удобрений на глубину 10 - 16 см. В России такие машины не производят [10].

Плохая водопроницаемость у солонцовых почв. Мелиорации улучшают их агрофизические свойства, уменьшают потери влаги на сток и испарение. Площади химических мелиораций, таких угодий недоста-

точны, а орудия для мелиоративной обработки солонцов, за исключением рыхлителя РСН 2,9, в промышленных масштабах не производят.

Улучшить водопроницаемость и уменьшить поверхностный сток на бесструктурных почвах можно путем внесения полимеров - структурообразователей, стабилизаторов агрегатов, щелочных силикатов, пенопластов с открытыми ячейками. Например, в США для улучшения почв, в первую очередь - орошаемых, применяют полиакриламид или соли полиакриловой кислоты, повышающие в 100 раз и более впитывание влаги почвой [1]. Стабилизированные агрегаты сохраняются в почве до шести лет, предохраняют ее от смыва и дефляции, повышают биологическую активность. Такие вещества можно вносить полосно, в щели и на дно борозд.

ВЫВОДЫ

1. Полученные аналитические выражения, характеризующие процесс накопления влаги в почве и образования поверхностного стока, позволяют теоретически обосновать необходимость проведения различных агрономических приемов воздействия на почву.

2. Выбор орудия и технологии воздействия на почву с целью сохранения и накопления влаги должен осуществляться с учетом конкретных агроландшафтных условий характерных для данных полей.

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Халилов М.Б., Жук А.Ф., Спирин А.П. Почвовлагосберегающие технологии возделывания сельхозкультур // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Современные проблемы механизации сельскохозяйственного производства». Махачкала: Изд-во ДГСХА. 2006. С. 21-29.
2. Халилов М.Б., Жук А.Ф., Спирин А.П. Ресурсосберегающие технологии и агроприемы // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Современные проблемы механизации сельскохозяйственного производства». Махачкала: Изд-во ДГСХА. 2006. С. 29-32.
3. Халилов М.Б. Механизация обработки почвы. Махачкала: Изд-во ДГСХА. 2010. 116 с.
4. Халилов М.Б., Байбулатов Т.С., Халилов Ш.М Анализ технологий и обоснование технологических схем машин для обработки почвы в условиях Республики Дагестан // Научное обозрение. 2011. N1. С. 4-8.
5. Халилов М.Б., Сулейманов С.А., Халилов Ш.М. Почвозащитные агротехнологии в Республике Дагестан // Проблемы развития АПК региона. 2013. Т. 16, N4-16. С. 78-80.
6. Джапаров Б.А., Халилов М.Б., Гимбатов А.Ш. Эффективные приемы предпосевной подготовки почвы под озимую пшеницу в предгорной зоне Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2014. Т. 17, N1-17. С. 2-5.
7. Халилов М.Б. Выбор орудий для основной обработки почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. N6. С. 35-36.
8. Айтемиров А.А. Способы обработки почвы в звене севооборота // Севообороты и эффективность использования орошаемых земель: Сб. науч. тр. ВНИИОЗ. Волгоград, 1998. С. 107-115.
9. Айтемиров А.А., Гасанов Г.Н., Гасанова С.М. Повышение плодородия почвы приемами ее обработки в Западном Прикаспии // Плодородие. 2009. N3. С. 37-39.
10. Айтемиров А.А., Гасанов Г.Н., Магомедов Н.Р. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Дагестане // Материалы республиканской научно-практической конференции. Махачкала, 2013. С. 61-64.

REFERENCES

1. Khalilov M.B., Zhuk A.F., Spirin A.P. Pochvovlagosberegayushchie tekhnologii vozdelyvaniya sel'khozkul'tur [Soil and moisture saving technology of cultivation of agricultural crops]. *Materialy mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovremennye problemy mekhanizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva». Makhachkala, 2006* [Materials of interregional scientific-practical conference "Modern problems of mechanization of agricultural production"]. Makhachkala, Dagestan State Agricultural Academy Publ., 2006. pp. 21-29. (In Russian)
2. Khalilov M.B., Zhuk A.F., Spirin A.P. *Resursosberegayushchie tekhnologii i agropriemy* [Resource-saving technologies and agricultural methods]. *Materialy mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovremennye problemy mekhanizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva». Makhachkala, 2006* [Materials of interregional scientific-practical conference "Modern problems of mechanization of agricultural pro-

duction"]. Makhachkala, Dagestan State Agricultural Academy Publ., 2006. pp. 29-32. (In Russian)
3. Khalilov M.B. *Mekhanizatsiya obrabotki pochvy* [Mechanization of soil cultivation]. Makhachkala, Dagestan State Agricultural Academy Publ., 2010. 116 p. (In Russian)
4. Khalilov M.B. Baybulatov T.S., Khalilov Sh.M. Analysis of technologies and substantiation of manufacturing sc hemes for tilling machines in the Republic of Dagestan conditions. Nauchnoe obozrenie [Science Review]. 2011. no. 1. pp. 4-8. (In Russian)
5. Khalilov M.B., Suleimanov S.A., Khalilov Sh.M. Soil protection agrotechnologies in the Republic of Dagestan Problemy razvitiya APK regiona [Problems of agricultural development in the region]. 2013, vol. 16, no. 4-16. pp. 78-80. (In Russian)
6. Khalilov M.B., Dzhaparov B.A., Gimbatov A.Sh. Effective methods of seedbed preparation for winter wheat in the piedmont zone of Dagestan. Problemy razvitiya APK regiona [Problems of agricultural development in the region]. 2014, vol. 17, no. 1-17. pp. 2-5. (In Russian)
7. Khalilov M.B. Choosing tools for basic soil cultivation. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva [Mechanization and electrification of agriculture]. 2005. no. 6. pp. 35-36. (In Russian)
8. Aytemirov A.A. [Methods of soil cultivation in crop rotation link]. *Sb. nauch. tr. VNIIOZ "Sevooboroty i effektivnost' ispol'zovaniya oroshaemykh zemel"* [Proceedings VNIIOZ "Rotations and efficiency of irrigated lands"]. Volgograd, 1998. pp. 107-115. (In Russian)
9. Aytemirov A.A., Gasanov G.N., Gasanova S.M. Improvement of soil fertility by the methods of its treatment in Western Caspian. Plodorodie [Plodorodie]. 2009. no. 3. pp. 37-39. (In Russian)
10. Aytemirov A.A., Gasanov G.N., Magomedov N.R. *Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Dagestane* [Resource-saving technologies of cultivation of crops in Dagestan]. *Materialy respublikanskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Makhachkala, 2013* [Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference, Makhachkala, 2013]. Makhachkala, 2013. pp. 61-64. (In Russian)

СТАТЬЯ ИЗЪЯТА
RETRACTED

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Магомеднур Б. Халилов - к.т.н., доцент, заведующий кафедрой эксплуатации, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия.

Алексей Ф. Жук - к.т.н., заведующий отделом почвообрабатывающих машин Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, Москва, Россия.

Айтемир А. Айтемиров* - профессор каф. кафедра рекреационной географии и устойчивого развития, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет. Россия 367001, Махачкала, ул. Дахадаева, 21.
e-mail: aytemir951@mail.ru

Раиса Х. Гайрабекова – к.б.н., доцент
кафедра клеточной биологии, морфологии и микробиологии, Чеченский государственный университет, Грозный, Россия.

Критерии авторства

Все авторы, в равной степени участвовали в написании работы, в ее концепции, в научном дизайне, в сборе материала, в анализе и интерпретации. Айтемир А. Айтемиров корректировал рукопись до подачи в редакцию и несет ответственность при обнаружении плагиата или других неэтических проблем.

Конфликт интересов

Конфликт интересов отсутствует.

Поступила в редакцию 03.02.2016
Принята в печать 17.03.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Magomednur B. Khalilov - candidate of engineering sciences, Associate Professor, Head of the sub-department of operations, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala Russia.

Alexey F. Zhuk - candidate of engineering sciences, Head of the department of tillage machinery, All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia.

Aytemir A. Aytemirov* - professor, sub-department of Recreational Geography and Sustainable Development, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University. 21 Dahadaeva str., Makhachkala, 367001 Russia. e-mail: aytemir951@mail.ru

Raisa Kh. Gayrabekova - Cand. Sc. (Biology), associate professor of Department of cell biology, morphology and microbiology, Chechen State University, Grozny, Russia.

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the paper, building its concept and scientific design, collecting materials, making the analysis and interpretation. Aytemir A. Aytemirov corrected manuscript prior to submission to the editor and is responsible for avoiding the plagiarism or other unethical issues.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 03.02.2016
Accepted for publication 17.03.2016

Сельскохозяйственная экология / Agricultural ecology
Оригинальная статья / Original article
УДК 633.111+631.527
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-160-169

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ПРОЯВЛЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КОЛОСА У ГЕКСАПЛОИДНОЙ ТРИТИКАЛЕ

[1]Киштили У. Куркиев, [2]Мизенфер Г. Муслимов*,
[3]Мадина С. Мирзабекова, [4]Зарина М. Алиева, [2]Галина И. Арнаутова,
[2]Башир Г. Магарамов, [5]Алимбек Б. Исмаилов, [3]Вясиля З. Гасанова
[1]филиал Дагестанской Опытной станции, (ВИР) Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Дербент, Россия
[2]кафедра ботаники, генетики и селекции, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия, mizenfer@mail.ru
[3]кафедра естественнонаучных дисциплин, Дагестанский государственный педагогический университет, филиал, Дербент, Россия
[4]кафедра физиологии растений и теории эволюции, Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия
[5]кафедра растениеводства и кормопроизводства, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия

Резюме. ***Цель***. Изучение влияния различных условий внешней среды на проявление морфологических признаков колоса у сортообразцов гексаплоидного тритикале. ***Методы.*** Анализ был проведен у 507 образцов тритикале различного эколого-географического происхождения, по разным годам изучения и при различных сроках посева. Для исследования влияния условий внешней среды на фенотипическое проявление изучаемых признаков был проведен сравнительный анализ показателей колоса по двум годам и, кроме того, у яровых тритикале при озимом и яровом посевах. Анализ признаков проводился на главных колосьях. Изучались следующие морфологические признаки колоса: длина, число колосков и плотность. ***Результаты и их обсуждение.*** Изучение различий у отдельных сортообразцов показало, что более 60% образцов тритикале имели достоверные отличия длины колоса в зависимости от условий года – при озимом посеве число колосков в колосе достоверно выше, чем при яровом. Сравнительный анализ влияния условий года у сортообразцов тритикале показал, что по плотности колоса достоверные различия отмечены у менее чем 30%. ***Заключение.*** Исследование влияния условий года и сроков посева на основные признаки колоса у тритикале показало, что признак плотность колоса наименее подвержен влиянию внешней среды. Длина колоса и число колосков в колосе достоверно отличались при произрастании в различных условиях выращивания.
Ключевые слова: продуктивность, тритикале, длина колоса, число колосков в колосе, плотность колоса, условия выращивания.

Формат цитирования: Куркиев К.У., Муслимов М.Г., Мирзабекова М.С., Алиева М.З., Арнаутова Г.И., Магарамов Б.Г., Исмаилов А.Б., Гасанова В.З. Влияние различных условий выращивания на проявление морфологических признаков колоса у гексаплоидной тритикале // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.160-169. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-160-169

EFFECTS OF DIFFERENT GROWING CONDITIONS ON THE MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE SPIKE OF HEXAPLOID TRITICALE

[1]Kishtili U. Kurkiev, [2]Mizenfer G. Muslimov*,
[3]Madina S. Mirzabekova, [4]Zarina M. Alieva, [2]Galina I. Arnautova,
[2]Bashir G. Magaramov, [5]Alimbek B. Ismailov, [3]Vyasilya Z. Gasanova
[1]Branch of the Dagestan Experimental Station, N.I. Vavilov Federal Research Center of Russian Institute of genetic resources of plants, Derbent, Russia

[2] *Department of Botany, Genetics and Breeding, M.M. Dzhambulamov*
Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia, mizenfer@mail.ru
[3]*Sub-department of Natural Sciences,*
branch of the Dagestan State Pedagogical University, Derbent, Russia
[4] *Department of Plant Physiology and the theory of evolution,*
Dagestan State University, Makhachkala, Russia
[5] *Sub-department of Crop and Forage production, M.M. Dzhambulamov*
Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia

Abstract. ***Aim.*** The aim is to study the effect of different environmental conditions on the morphological traits of the spike of hexaploid triticale varieties. ***Methods.*** We analyzed 507 samples of triticale of various eco-geographical origins, in different years of study and at different seeding times. To investigate the influence of environmental conditions on the phenotypic expression of the studied traits we held a comparative analysis of the spike of two years and, in addition, of spring triticale during winter and spring crops. Analysis on the features was carried out on the main spikes. We studied the following morphological characteristics of the spike: length, number of spikelets and density. ***Results and discussion.*** The study of differences in individual variety samples showed that more than 60% triticale samples had significant differences in the length of the spike, depending on the weather conditions of the year – with the winter crops number of spikelets per spike was significantly higher than with the spring crops. A comparative analysis of the impact of the weather conditions of the year on triticale showed that significant differences in the density of the spike were observed in less than 30%. ***Conclusion***. Study of the influence of conditions of the year and sowing dates on the main features of the spike of triticale showed that the density of the spike is the least affected by the external environment. The length of the spikes and the number of spikelets per spike differed significantly when growing in a various conditions.
Keywords: productivity, triticale, Triticale spike length, number of spikelets per spike, spike density, growing conditions.

For citation: Kurkiev K.U., Muslimov M.G., Mirzabekova M.S., Alieva Z.M., Arnautova G.I., Magaramov B.G., Ismailov A.B., Gasanova V.Z. Effects of different growing conditions on the morphological features of the spike of hexaploid triticale. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 160-169. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-160-169

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность растения - это его способность использовать имеющиеся в наличии условия окружающей среды таким образом, что в благоприятных условиях росту этих возможностей соответствует последовательное увеличение количества продукта вплоть до максимального урожая, величина которого находится в прямом соотношении со степенью продуктивности.

Если рассматривать растение как агрегат по переработке доступных ему факторы окружающей среды в продукты, в которых прямо или косвенно нуждается человек для удовлетворения своих потребностей, то выбор и конструирование (посредством гибридизации) такого механизма должны иметь целью получение максимально возможного урожая в соответствии с физическим и агротехническим факторами внешней среды. Урожай не есть абсолютная величина. Это результат взаимодействия между продуктивностью и устойчивостью растения к неблагоприятным условиям внешней среды.

В целях получения максимального урожая признаки продуктивности и устойчивости должны быть выбраны и отрегулированы так, чтобы в каждом отдельном случае они наилучшим образом соответствовали условиям внешней среды. Продуктивность колоса зерновых культур связана с его длиной и числом колосков. Однако, размер этих признаков зависит от многих факторов. К основным из них относятся продолжительность и интенсивность светового дня, спектральный состав, недостаток элементов питания в почве, особенно в период формирования колоса.

В этом отношении большой интерес представляет влияние различных условий выращивания на признаки колоса нового синтетического злака тритикале. Установлено, что в колосьях тритикале удается сочетать такие морфологические признаки растений, влияющие на продуктивность зерна, как многоколосковость колоса ржи и многоцветковость колоска пшеницы. Это указыва-

ет на еще большие, чем у ржи и пшеницы потенциальные возможности тритикале в повышении продуктивности зерновой массы [1-6].

В связи с этим нами было проведено изучение влияния различных условий среды Республики Дагестан на проявление морфологических признаков колоса у сортообразцов гексаплоидного тритикале. Изученные нами признаки, хотя напрямую и не являются продуктивными, однако во многом определяют будущий урожай. Закладка и формирование длины колоса и числа колосков наступает гораздо раньше чем непосредственно зерновки и от того какой в качественном и количественном отношении будет основа для оплодотворения и развития семени зависит будущий урожай.

МАТЕРИАЛ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ

Работа проведена на Дагестанской опытной станции ВИР в 2013-2014 гг. Исходным материалом для исследований служила мировая коллекция гексаплоидных форм тритикале ВИР. Для изучения было использовано 507 образцов тритикале различного эколого-географического происхождения. Посев проводили в оптимальные для данной культуры сроки - озимый в середине октября, яровой в конце марта.

Для исследования влияния условий внешней среды на фенотипическое проявление изучаемых признаков был проведен сравнительный анализ показателей колоса по двум годам и кроме того у яровых тритикале при озимом и яровом посевах. Анализ признаков проводился на главных колосьях. Изучались следующие морфологические признаки колоса: длина, число колосков и плотность. Длина колоса и плотность напрямую не относятся к элементам продуктивности, но их показатели используются при селекционном отборе. Число колосков в колосе, определяя в большей степени озерненность, является элементом структуры урожая. Выборка от каждого образца составляла 15-20 растений. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по Доспехову [7]. Достоверность различий определяли по t – критерию Стьюдента. Плотность колоса определяли по формуле:

$$P = ЧК/ДК*10$$

где: Р – плотность колоса, ЧК – число колосков, ДК – длина колоса.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с применением пакета статистических программ (MS Excel).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Колос зерновых культур, в том числе и тритикале, состоит из членистого стержня, который является продолжением стебля, и колосьев, размещенных на выступлениях этого стержня. Собственно, от количества члеников и зависит длина колоса.

Длина колоса у сортообразцов гексаплоидного тритикале варьировала от 8 до 18 см (рис. 1).

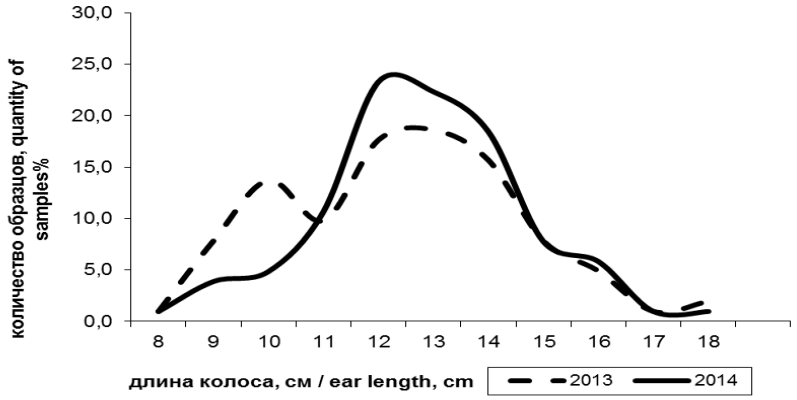


Рис.1. **Разнообразие гексаплоидных тритикале по длине колоса**
Fig.1. **A variety of hexaploid triticale by the length of the spike**

Внутрисортовое варьирование данного признака составляет от 5 до 15%. Анализ по двум годам изучения показывает, что размах фенотипической изменчивости по годам фактически не меняется.

Изученные образцы тритикале были сгруппированы нами по степени выраженности длины колоса в 3 группы:

- короткоколосые с длиной колоса от 7 до 10 см;
- среднеколосые от 11 до 14 см;
- длинноколосые от 15 см и выше.

Большинство образцов тритикале являются среднеколосыми. В среднем по выборке длина колоса в 2013 г. была равна 12,0 см, а в 2014 12,3 см, достоверных различий между средними значениями всей выборки по двум годам изучения не обнаружено (табл. 1).

Таблица 1

Средние статистические показатели основных признаков колоса у гексаплоидного тритикале

Table 1

Average statistics of the main features of the spike of hexaploid triticale

Признак / Feature	**2013**				**2014**				t-критерий / t - criterion
	X, см	Sx	Cv, %	min-max, см / cm	X, см/cm	Sx	Cv, %	min-max, см/cm	
Длина колоса / The length of the spike	12,0	0,20	17,2	7,8-17,5	12,3	0,18	14,6	7,5-17,8	1,18
Число колосков / The number of spikelets	30,9	0,55	17,9	20,0-39,2	30,0	0,53	16,0	17,5-37,7	1,16
Плотность колоса / Spike density	25,9	0,38	14,7	19,7-41,5	24,8	0,45	16,6	18,1-42,9	1,77

Примечание*:** t-теорет при 0,05 = 2,00 / ***Note: t-theoretically at 0,05 = 2,00

Изучение же различий у отдельных сортообразцов показало, что более 60% образцов тритикале имели достоверные отличия длины колоса в зависимости от условий года. Наиболее длинный колос из всей выборки имеет образец ПРАГ 184/1 (ДОС ВИР) – 17,5 см в 2013 г и 17,8 см в 2014 (табл. 2). Наименьшую длину колоса в оба года изучения имел образец из Мексики Kla “S” - 7,8 см в 2013 и 7,5 см в 2014 гг.

Таблица 2

Образцы гексаплоидного тритикале, имеющие крайние значения по длине, числу колосков и плотности колоса

Table 2

Samples of hexaploid triticale with extreme values for the length, number of spikelets and the spike density

Образец / Sample	**1995**				**1996**			
	X, см	Sx	Cv, %	min-max, см	X, см	Sx	Cv, %	min-max, см /cm
Длина колоса/ The length of the spike								
ПРАГ 184 /	17,5	0,31	6,32	16,5-19,0	17,8	0,34	5,10	16,5-19,5
ПРАГ 180/1 /	15,5	0,41	8,42	14,0-18,0	16,3	0,33	6,12	15,0-18,5
(Tomzsi x Aurora) x Kavkas	14,5	0,32	8,55	13,0-17,0	17,2	0,52	9,63	15,0-20,0
№ 57	15,9	0,29	6,25	14,0-18,5	15,2	0,34	7,12	13,5-18,0
Kla “S”	7,8	0,13	5,41	7,0-9,0	7,5	0,17	7,03	7,0-8,5
Снегиревский з/к / Snegirevsky z/k	8,9	0,13	5,82	8,0-10,0	8,6	0,16	6,00	7,5-9,5

АД 1422 /	8,3	0,28	9,75	7,0-9,0	9,6	0,22	7,17	9,0-11,0
Alamos	8,9	0,12	4,43	8,0-10,0	8,1	0,16	6,18	8,0-9,0
Число колосков в колосе / The number of spikelets per spike								
Alamos	21,0	0,43	7,70	18,0-24,0	17,5	0,87	9,9	16,0-20,0
Kla "S"	20,1	0,28	4,36	19,0-22,0	19,3	0,85	8,87	16,0-20,0
Эфиопия / Ethiopia	21,2	0,55	8,26	19,0-25,0	19,5	0,96	9,82	18,0-22,0
АД 1422	20,0	0,53	7,56	17,0-22,0	25,3	0,48	3,79	24,0-26,0
ПРАГ 152	34,4	0,58	5,34	32,0-38,0	35,7	0,52	4,22	32,0-38,0
ПРАГ 160	38,9	0,71	7,10	33,0-43,0	37,7	0,79	6,62	34,0-41,0
ПРАГ 218	39,2	0,53	4,30	37,0-41,0	37,5	0,68	7,21	36,0-40,0
ПРАГ 46/4	38,8	0,58	5,13	36,0-43,0	32,8	0,83	7,59	31,0-37,0
Плотность колоса / Spike density								
BR 451	19,7	0,43	5,74	18,0-21,0	19,3	0,52	5,61	17,0-20,0
Stier	20,2	0,31	6,03	17,3-21,7	18,1	0,64	11,16	16,0-21,8
ПРАГ 180/1 /	19,7	0,27	4,34	18,3-21,5	19,1	0,46	4,69	16,0-20,0
ПРАГ 184/1 /	21,0	0,41	7,13	19,0-25,0	20,6	0,88	8,59	18,0-23,0
Снегиревский з/к / Snegirevsky z/k	41,5	0,83	7,75	36,0-46,0	42,9	1,8	13,28	35,0-55,0
ПРАГ 218 /	37,6	0,55	4,65	35,0-42,0	36,5	0,88	7,68	32,6-39,4
Т 64/84	35,5	0,84	7,45	30,0-40,0	36,7	0,92	5,02	34,0-37,9
Ставропольский 1 / Stavropolsky 1	33,2	0,54	5,38	31,0-36,0	31,3	0,7	6,69	27,5-33,0

Примечание: t-теорет при 0,05 = 2,04 / ***Note:*** t-theoretically at 0,05 = 2,04

Как показали результаты исследования при различных сроках посева у всех образцов яровых тритикале, посеянных весной, длина колоса была достоверно меньшей (табл. 3).

Урожайность зерновых культур находится в прямой зависимости от количества колосков в колосе. Чем больше колосков в колосе, тем она выше. Варьирование гекса-плоидного тритикале по числу колосков в колосе отмечено от 20,0 до 39,2 в 2013 и от 17,5 до 37,7 в 2014 гг (табл. 1, рис. 2). Распределение по данному признаку была трехвершинной в оба года изучения с максимумами в 22-23, 26-28 и 33-35. В среднем варьирование данного признака было больше в 2013 г – 17,9% по сравнению с 2014 г – 16,0%. Достоверных различий по данному признаку в среднем по всей выборке по годам не обнаружено (табл. 1). Среднее значение признака по выборке составляло в 2013 г - 30,9, а в 2014 - 30,0. Сравнительный анализ числа колосков в колосе отдельно у каждого образца по годам выявил достоверные различия у 70% изученных форм.

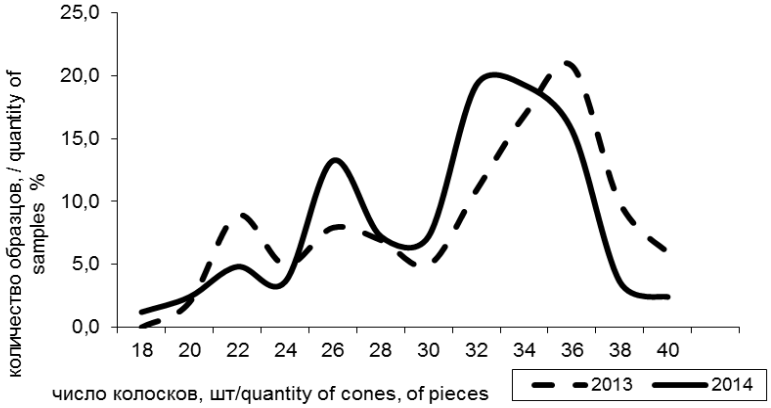


Рис.2. **Разнообразие гексаплоидного тритикале по числу колосков в колосе**
Fig.2. **A variety of hexaploid triticale by the number of spikelets per spike**

Наибольшее число колосков в колосе в 2013 г (39,2) выявлено у образца ПРАГ 218 (Дагестан), в 2014 г выделен ПРАГ 160 – 37,7 (табл. 2). Наименьшее значение данного признака отмечено в 2013 г у образцов АД 1422 (20,0) и Kla “S” (20,1), а в 2013 у Alamos (17,5).

Таблица 3

Сравнительный анализ длины, числа колосков и плотности колоса у гексаплоидных тритикале при озимом и яровом посевах

Table 3

Comparative analysis of the length, number of spikelets and the density of the spike of hexaploid triticale at winter and spring crops

Образец / Sample	**Озимый посев** / Winter crops				**Яровый посев** / Spring crops				t-крит./ t-criterion
	X, см /cm	Sx	Cv, %	min-max, см/cm	X, см	Sx	Cv, %	min-max, см/cm	
Длина колоса / The length of the spike									
Cin-Cno x Bgl/Merinos	12,4	0,21	5,41	11,5-13,5	9,8	0,46	14,88	8,0-12,0	5,14
Cin - PI 62 x Pato...	13,9	0,37	7,91	12,5-15,5	9,7	0,32	10,38	8,0-11,5	8,59
Аист Харьковский / Aist Kharkovsky	11,8	0,33	8,98	10,0-13,0	9,1	0,27	8,92	8,5-11,0	6,33
Guadajira	12,2	0,47	12,25	10,0-14,5	10,0	0,24	7,66	9,0-11,0	4,17
IA - M2A x Pi 62 / Bgl	11,9	0,35	8,87	11,0-14,0	10,2	0,37	11,39	9,0-12,0	3,34
СЛ3МР6/	12,1	0,49	12,74	10,5-15,0	8,1	0,43	16,92	6,5-10,0	6,14
ПРАГ 402 (Отб из Yago) /	9,7	0,24	7,76	8,5-10,5	8,5	0,28	9,75	7,0-9,5	3,25
Число колосков в колосе / The number of spikelets per spike									
Cin-Cno x Bgl/Merinos	28,3	0,6	6,67	26,0-32,0	20,6	0,79	12,15	17,0-25,0	7,76
Cin - PI 62 x Pato...	27,3	0,59	6,12	24,0-29,0	21,2	0,98	14,55	16,0-25,0	5,33
Аист Харьковский / Aist Kharkovsky	30,4	0,72	7,47	27,0-33,0	23,6	0,56	7,08	21,0-27,0	7,45
Guadajira	24,9	0,70	8,39	22,0-27,0	21,8	0,39	5,64	20,0-23,0	3,87
IA - M2A x Pi 62 / Bgl	26,8	0,49	5,53	25,0-30,0	21,1	0,57	8,92	18,0-23,0	7,58
СЛ3МР6/	28,8	0,85	5,94	27,0-31,0	18,7	0,70	11,84	15,0-22,0	9,17
ПРАГ 402 (Отб из Yago)/	26,0	0,58	7,02	23,0-29,0	21,8	0,78	10,71	19,0-26,0	4,32
Плотность колоса / Spike density									
Cin-Cno x Bgl/Merinos	23,0	0,50	6,83	19,3-24,6	21,3	0,72	10,66	17,5-23,8	1,94
Cin - PI 62 x Pato...	19,5	0,73	9,20	17,1-22,3	22,0	0,76	10,96	16,8-25,0	-2,37
Аист Харьковский / Aist Kharkovsky	25,8	0,23	2,77	24,6-27,0	26,1	0,54	6,26	24,2-28,2	-0,51
Guadajira	20,8	0,51	7,41	18,6-22,7	22,0	0,33	4,81	20,0-23,3	-1,98
IA - M2A x Pi 62 / Bgl	22,6	0,58	7,65	19,3-24,8	20,9	0,89	13,45	16,7-25,6	1,60
СЛ3МР6/	22,9	0,65	5,65	21,5-24,3	23,5	1,17	15,72	18,8-28,6	-0,45
ПРАГ 402 (Отб из Yago)/	26,8	0,37	4,39	24,8-28,0	25,8	1,08	12,52	20,0-32,5	0,88

Примечание: t-теорет при 0,05 = 2,04 / ***Note:*** t-theoretically at 0,05 = 2,04

Изучение степени проявления данного признака в зависимости от сроков посева показало, что при озимом посеве число колосков в колосе достоверно выше, чем при яровом (табл. 3).

Плотность колоса — густота расположения в колосе колосков — является важным и довольно постоянным признаком характеристики сорта. Плотность колоса представляет частное от деления числа колосков в нем, включая все недоразвитые колоски без одно-

го самого верхнего, на длину стержня в сантиметрах. Оно показывает, какое количество колосков приходится в среднем на 10 см длины стержня.

Варьирование гексаплоидного тритикале по плотности колоса находится в пределах от 19,7 до 41,5 в 2013 и от 18,1 до 42,9 в 2014 гг. (табл. 1). Распределение по данному признаку в 2013 г была одновершинной с максимумом в 27-30, а в 2014 г двухвершинная с максимумами в 21-23 и 27-29 (рис. 3). Среднее значение признака в 2013 г составляло 25,9, а в 2014 24,8. В среднем по двум годам изучения достоверного отличия по данному признаку не было. В 2014 г было отмечено большее варьирование данного признака по всей выборке - 16,6% против 14,7% в 2013 г (табл. 1).

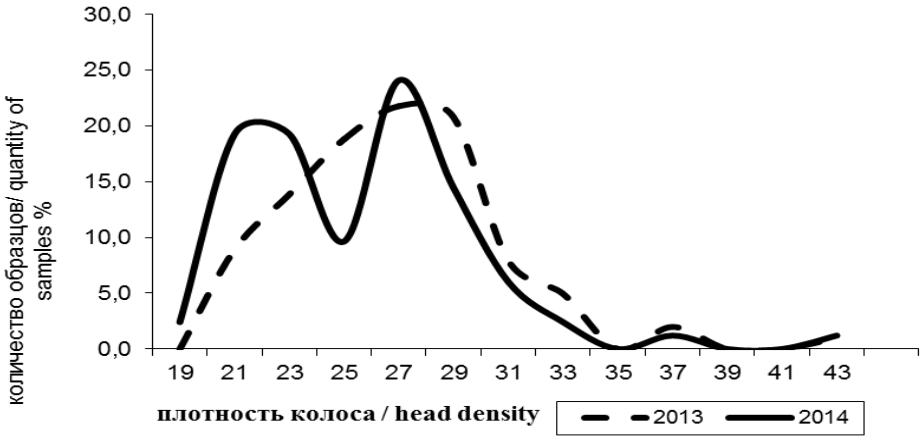


Рис.3. **Внутривидовое разнообразие гексаплоидного тритикале по плотности колоса**

Fig. 3. **Intraspecific diversity of hexaploid triticale by the spike density**

В зависимости от степени выраженности признака нами проведена группировка образцов гексаплоидного тритикале согласно следующей градации:

- рыхлоколосые – от 17 до 25 колосков на 10 см;
- средней плотности от 26 до 35;
- плотноколосые – от 36 и выше.

Согласной данной группировке среди изученных форм тритикале большинство имеют среднюю плотность колоса.

Сравнительный анализ влияния условий года у сортообразцов тритикале показал, что по плотности колоса достоверные различия отмечены у менее чем 30%. Наиболее плотный колос среди изученных образцов гексаплоидного тритикале имеет образец Снегиревский зернокормовой – 41,5 в 2013 и 42,9 в 2014 гг. Самый рыхлый колос в 2013 г отмечен у образцов BR 451 и ПРАГ 180/1 – 19,7, в 2014 г наименьшим этот показатель был у Stier – 18,1 (табл. 2).

Изучение влияния сроков посева на проявление данного признака у яровых образцов тритикале показало, что по плотности колоса достоверные отличия имел только образец Cin - PI 62 x Pato... (табл. 3).

Корреляционный анализ основных признаков колоса гексаплоидных тритикале с другими признаками выявил наличие слабой положительной взаимосвязи (0,32-0,40) длины колоса с числом колосков в колосе, числом колосков в колосе с высотой растения и длиной 2-го сверху междоузлия, плотностью колоса с длиной 2-го сверху междоузлия. Слабая отрицательная корреляция (-0,40) отмечена между длиной колоса и плотностью. Средняя положительная связь (0,67) отмечена между числом колосков в колосе и плотность колоса (табл. 4).

Таблица 4

Корреляционный анализ основных признаков колоса гексаплоидных тритикале с другими признаками

Table 4

Correlation analysis of the main features of the spike of hexaploid triticale with other features

Признаки / Features	Высота растений / Plant height	Длина 2-го сверху междоузлия / Length of the 2nd top interstices	Длина 1-го сверху междоузлия / The length of the 1st top interstices	Черезерница / Incomplete seed setting	Оценка зерна / Evaluation of grain	Плотность колоса / Spike density	Число колосков в колосе / The number of spike-lets per spike
Длина колоса / The length of the spike	0,19	0,14	0,13	0,01	0,11	-0,40	0,40
Число колосков / The number of spikelets	0,34	0,39	-0,09	0,08	0,20	0,67	
Плотность колоса / Spike density	0,19	0,32	-0,21	0,08	0,14		

Таким образом, длина колоса больше всего зависит от многих факторов, как сортовых, так и внешних. В одних сортов колос плотный, колоски в колосе размещены близко друг к другу. В других — наоборот, неплотный, рыхлый, между колосьями есть большие промежутки. Понятно, что сорта с рыхлым колосом будут иметь большую длину, но это не значит, что сорта с меньшей длиной колоса (плотные) имеют низкую производительность. Так, старые высокорослые сорта в основном имели длинный колос, но были менее урожайные сравнению с новыми низкорослыми интенсивными сортами с колосом меньшей длины, но плотным. Поэтому о зависимости урожайности зерна от длины колоса правомерно говорить в пределах одного генотипа растений.

Изучение влияния внешних условий на формирование морфологических признаков показало, что в среднем по всей совокупности достоверных различий по годам исследования не выявлено. Однако если рассматривать проявление признаков колоса отдельно у каждого образца, то по признакам длина колоса и число колосков у большинства отмечена достоверная изменчивость обусловленная влиянием внешних условий. По плотности колоса влиянию среды подвержена всего треть сортообразцов. Изучение влияния сроков посева на основные признаки колоса у яровых тритикале также показал, что признак плотность колоса наименее подвержен влиянию внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате наших исследований показано, что изменчивость тритикале по данному признаку находится в пределах изменчивости родов *Triticum* L. и *Secale* L. Длина колоса у пшеницы и ржи варьирует примерно в одинаковых пределах от 5 до 18 см и выше [8, 9]. Такие же результаты отмечены при изучении числа колосков в колосе и плотности колоса.

Также исследования выявили, что морфологические признаки колоса длина и число колосков подвержены влиянию внешних условий. Поэтому необходимо проводить предварительные исследования по фенотипическому проявлению данных признаков у различных сортообразцов не только тритикале, но и других зерновых злаков. Данное изучение позволит выделить ценные генотипы имеющие максимальное морфологических проявление признаков колоса, влияющие на потенциальную урожайность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Писарев В.Е., Жилкина М.Д. Использование полиплоидии в перестройке геномного состава мягкой пшеницы // Селекция и семеноводство. 1963. N4. С. 52-57.
2. Махалин М.А., Груздева Е.Д. Получение новых форм пшенично-ржаных амфидиплоидов. В кн.: Отдаленная гибридизация растений (зерновые и зернобобовые культуры). М.: Колос, 1970. С. 93-100.
3. Куркиев У.К. Актуальные проблемы селекции тритикале и создание нового исходного материала // Труды по прикладной ботанике генетике и селекции. С.-Пб.: ВИР. 2000. Т. 158. С. 44-58.
4. Triticale. Promising addition to the worlds Cereal Grains // National Academy Press Washington, 1989. 105 p.
5. Куркиев К.У., Магомедов А. М., Куркиева М.А., Гаджимагомедова М.Х., Магомедова А.А. Агроэкологическое изучение сортообразцов пшеницы и тритикале в Республике Дагестан // Проблемы развития АПК региона. 2013. N2 (14). С. 18-22.
6. Куркиев К.У., Мукаилов М.Д., Джанбулатов М.М. Сравнительная характеристика сортобразцов пшеницы и тритикале при выращивании в различных агро-экологических условиях Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2014. N2 (18). С. 25-28.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 416 с.
8. Дорофеев В.Ф., Якубцинер М.М., Руденко М.И. и др. Пшеницы мира: видовой состав, достижения селекций, современные проблемы и исходный материал. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, 1987. 559 с.
9. Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекций. М.: Колос. 1982. 221 с.

REFERENCES

1. Pisarev V.E., Zhilkina M.D. The use of polyploidy in the reconstruction of the genomic composition of soft wheat. Selektsiya i semenovodstvo [Breeding and Seed]. 1963, no. 4, pp. 52-57. (In Russian)
2. Makhalin M.A., Gruzdeva E.D. *Poluchenie novykh form pshenichno-rzhanykh amfidiploidov* [Obtaining of new forms of wheat-rye amphidiploids. In: Distant hybridization of plants (cereals and grain legumes)]. Moscow, Kolos Publ., 1970, pp. 93-100. (In Russian)
3. Kurkiev M.K. Actual problems of breeding triticale and creating a new of the starting material. Trudy po prikladnoi botanike genetike i selektsii [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding]. SPb, VIR Publ., 2000, vol. 158, pp. 44-58. (In Russian)
4. Triticale. Promising addition to the worlds Cereal Grains. National Academy Press Washington, 1989. 105 p.
5. Kurkiev K.U., Magomedov A.M., Kurkieva M.A., Gadzhimagomedova M.Kh., Magomedov A.A. Agro-ecological study of variety samples of wheat and triticale in the Republic of Dagestan. Problemy razvitiya APK regiona [Problems of agricultural development in the region]. 2013, no. 2(14), pp. 18-22. (In Russian)
6. Kurkiev K.U., Mukailov M.D., Dzhanbulatov M.M. Comparative characteristic sortobraztsov of wheat and triticale when grown in different agro-ecological conditions of Dagestan. Problemy razvitiya APK regiona [Problems of agricultural development in the region]. 2014, no. 2(18), pp. 25-28. (In Russian)
7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, Kolos Publ., 1979, 416 p.
8. Dorofeev V.F., Yakubtsiner M.M., Rudenko M.I. *Pshenitsy mira: vidovoi sostav, dostizheniya selektsii, sovremennye problemy i iskhodnyi material. Izd. 2-e, pererab. i dop.* [Wheat of the world: species composition, achieving of selections, modern problems of starting material. 2nd ed., rev. and exp.]. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1987. 559 p. (In Russian)
9. Kobylyanskiy V.D. *Rozh'. Geneticheskie osnovy selektsii* [Rye. Genetic basis of breeding]. Moscow, Kolos Publ., 1979, pp. 25-28. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Киштили У. Куркиев – доктор биологических наук, профессор, Филиал Дагестанской Опытной станции, (ВИР) Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Дербент, Россия,
e-mail: kkish@mail.ru

Мизенфер Г. Муслимов* - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра ботаники, генетики и селекции, Дагестанский государственный аг-

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Kishtili U. Kurkiev - Doctor of Biological Sciences, Professor, branch of the Dagestan Experimental Station, Federal Research Centre of N.I. Vavilov Russian Institute of genetic resources of plants, Derbent, Russia, e-mail: kkish@mail.ru

Mizenfer G. Muslimov* - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Sub-department of Botany, Genetics and Breeding, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricul-

рарный университет имени М.М. Джамбулатова, ул. М. Гаджиева, 180, Махачкала, 367032 Россия.
E-mail: mizenfer@mail.ru

Мадина С. Мирзабекова – кандидат педагогических наук, кафедра естественнонаучных дисциплин, Дагестанский государственный педагогический университет, филиал, Дербент, Россия.

Зарина М. Алиева – кандидат биологических наук, доцент, кафедра физиологии растений и теории эволюции, Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия.

Галина И. Арнаутова - кандидат биологических наук, доцент, кафедра ботаники, генетики и селекции, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия.

Башир Г. Магарамов - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия.

Вясиля З. Гасанова – преподаватель, кафедра естественнонаучных дисциплин, Дагестанский государственный педагогический университет, филиал, Дербент, Россия.

Алимбек Б. Исмаилов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра растениеводства и кормопроизводства, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия.

Критерии авторства

Ответственность за работу и предоставленные сведения несут все авторы. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 02.02.2016
Принята в печать 01.03.2016

tural University, 180, M. Gadzhiev st., Makhachkala, 367032 Russia.
E-mail: mizenfer@mail.ru.

Madina S. Mirzabekova - Candidate of Pedagogical Sciences, Sub-department of Natural Sciences, branch of the Dagestan State Pedagogical University, Derbent, Russia.

Zarina M. Aliyeva - Candidate of Biological Sciences, associate professor, sub-department of plant physiology and evolution, Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

Galina I. Arnautova - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Sub-department of Botany, Genetics and Breeding, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia.

Bashir G. Magaramov - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia.

Vyasilya Z. Gasanova - Lecturer, Sub-department of Natural Sciences, branch of the Dagestan State Pedagogical University, Derbent, Russia.

Alimbek B. Ismailov - Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Sub-department of crop and forage production, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, Makhachkala, Russia.

Contribution

All authors were equally involved in the research and carry the responsibility for the content of the paper.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 02.02.2016
Accepted for publication 01.03.2016

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК: 595.767.29(479)
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-170-177

О ФАУНОГЕНЕЗЕ ЖУКОВ-ЧЕРНОТЕЛОК (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) СРЕДНЕЙ АЗИИ

[1,2]Гайирбег М. Абдурахманов*, [2]Максим В. Набоженко
[1]кафедра биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета, Махачкала, Россия, abgairbeg@rambler.ru
[2]Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук, Махачкала, Россия

Резюме. ***Цель.*** Провести критический анализ работ по генезису фауны чернотелок Средней Азии с учетом новых опубликованных данных по филогеографии некоторых средиземноморских родов; проанализировать причины дизъюнкций в ареалах некоторых тенебрионид. ***Методы.*** Для критического обзора мы использовали ранее опубликованные работы по фауногенезу жесткокрылых Средней Азии, собственные сборы и материалы коллег из Казахстана и Туркменистана. ***Заключение.*** Гипотеза о древних очагах формирования фауны чернотелок Средней Азии на берегах моря Тетис подтверждается и современными филогеографическими исследованиями, однако время возникновения современных таксонов, возможно, значительно более ранее, чем предполагаемое плиоцен-плейстоценовое. Приводятся новые данные по распространению двух видов трибы Helopini, *Eustenomacidius laevicollis* и *Catomus niger* (впервые приводится для Туркменистана), которые были известны только из Тянь-Шаня и Гиссаро-Дарваза. Небольшие популяции этих двух видов обнаружены в Восточном Прикаспии. Предполагается, что дизъюнкция их ареалов связана с экологическими причинами (сокращением пищевых ресурсов, конкуренций со стороны близких видов), а не с географической изоляцией.
Ключевые слова: жуки-чернотелки, Средняя Азия, Тетис, фауна, ареалы, дизъюнкции.

Формат цитирования: Абдурахманов Г.М., Набоженко М.В. О фауногенезе жуков-чернотелок (Coleoptera: Tenebrionidae) Средней Азии // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.170-177. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-170-177

ON FAUNOGENESIS OF TENEBRIONID BEETLES (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) OF MIDDLE ASIA

[1,2]Gayirbeg M. Abdurakhmanov*, [2]Maxim V. Nabozhenko
[1]Department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development of Dagestan State University, Makhachkala, Russia, abgairbeg@rambler.ru
[2]Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Centre RAS, Makhachkala, Russia

Abstract. ***Aim.*** The critic analyses of works about faunogenesis of tenebrionid beetles of Middle Asia considering the new data about phylogeography of some Mediterranean Tenebrioidae; analyses of causes of disjunction in distribution of some darkling beetles. ***Methods.*** We used important published from 1965 to 2015 works on tenebrionid faunogenesis of Middle Asia and Mediterranean and partly author's and colleague's material for the critic analyses. ***Conclusions.*** The hypothesis about ancient centers of origin of tenebrionid fauna of Middle Asia on coasts of Tethys Sea is confirmed by modern phylogeographic studies, but the time of the origin of recent taxa is possibly much earlier

than previously assumed Pliocene-Pleistocene. New data on distribution of two species of the tribe Helopini, *Eustenomacidius laevicollis* and *Catomus niger* (the first record for Turkmenistan), which were previously known only from Tien Shan and Hissar Darvaz Mts are given. Small populations of these two species were found in the Eastern Caspian Region. We assume that the disjunction of its ranges is related with environmental factors (reduction of food resources, competition from close species), but not with geographic isolation.
Keywords: darkling beetles, Middle Asia, Tethys, fauna, ranges, disjunctions.

For citation: Abdurakhmanov G.M., Nabozhenko M.V. On faunogenesis of tenebrionid beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) of Middle Asia. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 170-177. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-170-177

ВВЕДЕНИЕ

Формирование и исторические связи фауны тенебрионид Средней Азии неоднократно обсуждались в работах Крыжановского и соавторов [1, 2], Медведева [3], Абдурахманова [4, 5]. Несмотря на то, что знания об ареалах и центрах разнообразия некоторых крупных родов, анализируемых в этих работах, к настоящему времени существенно изменились, основные положения, основанные на анализе обширного и разностороннего материала, остаются прежними. Появление специализированных ксерофильных таксонов, давших начало возникновению современных групп ранга трибы, связывается с воздействием возрастающей аридности северо-восточного побережья Тетиса, начиная с Палеогена [1]. Работы последних лет, ревизии и филогенетические исследования крупных родов позволяют по-новому взглянуть на возраст и условия формирования фауны тенебрионид Средней Азии.

Недавние исследования, основанные на методе молекулярных часов и калибровке с учетом данных по ископаемым тенебрионидам, позволили предположить, что основные ксерофильные надродовые таксоны жуков-чернотелок сложились еще в юре, а начиная с середины мела (меловой эволюционный кризис, или, в зарубежной литературе, «революция») диверсификация семейства пошла на спад одновременно с увеличением темпов видообразования [6]. Авторы связывают это с сокращением аридных территорий, начавшимся в раннем мелу (110–120 млн лет назад). Несмотря на то, что гумидизация суши в позднем мезозое, связанная с распадом континентов и уменьшением их площадей, повышением уровня и потеплением океанов, не подвергается сомнению [7], гипотеза о диверсификации семейства Tenebrionidae требует дальнейших исследований, так как данные по юрским и меловым тенебрионидам основаны на очень скудном материале. К моменту выхода работы [6] было достоверно известно только 2 вида пыльцеедов из юры и 1 вид трибы Alphitobiini из нижнего мела. К настоящему времени достоверно известно 2 вида юрских тенебрионид из подсемейства Alleculinae и 3 вида нижнемеловых тенебрионид (2 из подсемейства Alleculinae и 1 из Tenebrioninae) [8, 9]. Остальные меловые таксоны, описанные в начале XX века по остаткам надкрылий и отнесенные к пыльцеедам, весьма сомнительны [10]. Среди всех описанных юрских и меловых видов нет ни одного геобионта и ксерофила, а известные (вероятно, дендробионтные) виды весьма сходны морфологически с современными таксонами, что свидетельствует об их консервативности. Таким образом, при всей полноте формализованных компилятивных методов результаты для ранних этапов эволюции семейства Tenebrionidae, полученные с использованием молекулярных часов, могут содержать большие погрешности. В то же время косвенная поддержка этой гипотезы встречается в других работах похожего состава авторов, рассматривавших филогеографию крупнейшего рода *Blaps* в Средиземноморье, начиная с эоцена [11]. В этом случае результаты кажутся более достоверными, так как ископаемых палеогеновых и неогеновых чернотелок известно достаточно много и их разнообразие позволяет более надежно откалибровать данные по молекулярной филогении. Темпы диверсификации рода *Blaps* выдвигают на первый план гипотезу о том, что разнообразие фауны Средиземноморья гораздо более древнее, чем считалось ранее (плиоцен-плейстоцен), а радиация по крайней мере этого крупнейшего модельного рода связана территориально с восточной частью предкового ареала [11], то есть с территорией со-

временной Средней Азии. При этом предполагается, что многочисленные средиземноморские виды *Blaps* произошли от переднеазиатского предкового вида в период между поздним эоценом и поздним олигоценом. Эти выводы свидетельствуют о том, что в эоцене большинство ксерофильных родовых таксонов и даже основные ветви внутри крупных родов, вероятно, уже существовали на континентальных побережьях и островах моря Тетис. В некоторой степени это подтверждается и наличием преимущественно современных родов дендробионтных чернотелок в эоценовом балтийском янтаре [12, 13].

В противовес мнению о том, что умеренно ксерофильные роды чернотелок возникли на территории Тетийской области (термин обсуждается в работе Абдурахманова и др., [14]) в плиоцене, а плейстоценом можно датировать возникновение множества узколокальных эндемиков в «горных и предгорных» родах [2, 3], Кондаминэ с соавторами [11] установили, что плейстоцен характеризовался, наоборот, снижением темпов диверсификации рода *Blaps* (и *Pimelia* на примере островных средиземноморских видов), а от миоцена до плейстоцена поддерживалась постоянная скорость формообразования. При этом возраст даже филогенетически близких видов *Blaps* колеблется от 8,8 до 3 млн лет; максимальный возраст для видовых и подродовых таксонов островных *Pimelia* установлен в пределах от 16 до 1 млн лет [6]. Подобные модели диверсификации были получены и для других групп средиземноморских насекомых [15]. К сожалению, эти результаты не дают ответа на вопрос, каков возраст небольших высокоспециализированных псаммофильных таксонов родового ранга (из Blaptini это *Tagona* Fischer von Waldheim, 1821, *Remipedella* Semenov, 1907), могли ли они сформироваться в миоцене параллельно с дифференциаций крупных родов или возникли на берегах Тетиса еще в раннем палеогене. Тем не менее можно предположить, что и другие крупные группы чернотелок в разных частях тетийской области имели сходные темпы эволюции. Таким образом, мнение Крыжановского [1] о древних очагах формирования фауны чернотелок Средней Азии на берегах моря Тетис подтверждается и современными филогеографическими исследованиями, однако возраст возникновения современных таксонов, возможно, значительно более древний, чем считалось ранее. При этом роль морских трансгрессий и регрессий неогена и плейстоцена в диверсификации надвидовых таксонов (связанной, вероятно, с морфоэкологической специализацией, а не географической изоляцией) преувеличена. В противном случае наличие эндемичных и субэндемичных бескрылых высокоспециализированных родов (таких как *Remipedella*, *Petria* Semenow, 1893, *Habrobates* Semenow, 1903, *Earophanta* Semenov, 1903, *Meladiesia* Reitter, 1909, *Alcinoeta* Strand, 1929, *Dengitha* Reitter, 1887, *Eschatostena* Kelejnikova, 1977, *Weisea* Semenow, 1891, *Asiocaedius* G. Medvedev et Nepesova, 1985, *Xanthohelops* Nabozhenko, 2006) на песчаных равнинах Средней Азии не находит удовлетворительного объяснения. Морфоэкологическая специализация пустынных чернотелок наглядно показана в работах Медведева [1] и Абдурахманова с соавторами [14].

В этой связи интересными являются находки двух тянь-шаньских и гиссаро-дарвазских видов трибы Helopini в Восточном Прикаспии.

МАТЕРИАЛ

В работе использован материал Зоологического музея МГУ (ZMMU, Москва, Россия), коллекции М.В. Набоженко (CN, Ростов-на-Дону, Россия), коллекции Мартина Лиллига (Martin Lillig, CL, Saarbrücken, Germany).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

***Eustenomacidius laevicollis* (Kraatz, 1882)** (Рис. 1)

Материал. 2♀ (ZMMU): Казахстан, Мангышлак, Шевченко, 7.05.1967, плотные супеси; 1♀ (CN): Казахстан, 15 км Ю Форта-Шевченко, 15–17.06.2013 (сб. Г.М. Абдурахманов, студенты ДГУ).

Замечания. Вид широко распространен в низко- и среднегорьях Западного Тянь-Шаня и Гиссаро-Дарваза. Ранее указывался для Мангышлака под вопросом [17]. Сборы

2013 года на восточном побережье Каспийского моря подтвердили обитание этого вида в Восточном Прикаспии.

***Catomus niger* (Kraatz, 1882)** (Рис. 2)

Материал. 1♂, 4♀ (CL): W Turkmenistan, Dzhebel, 39°33′ N, 54°20′ E, 31.03.1995; 1♂ (CL): Turkmenistan, Repetek, 9.05.1995, Biza lgt.

Замечания. Вид распространен в предгорьях и низкогорьях Тянь-Шаня и Гиссаро-Дарваза, отмечен также в пустыне Бетпак-Дала. Впервые указывается для Туркменистана.

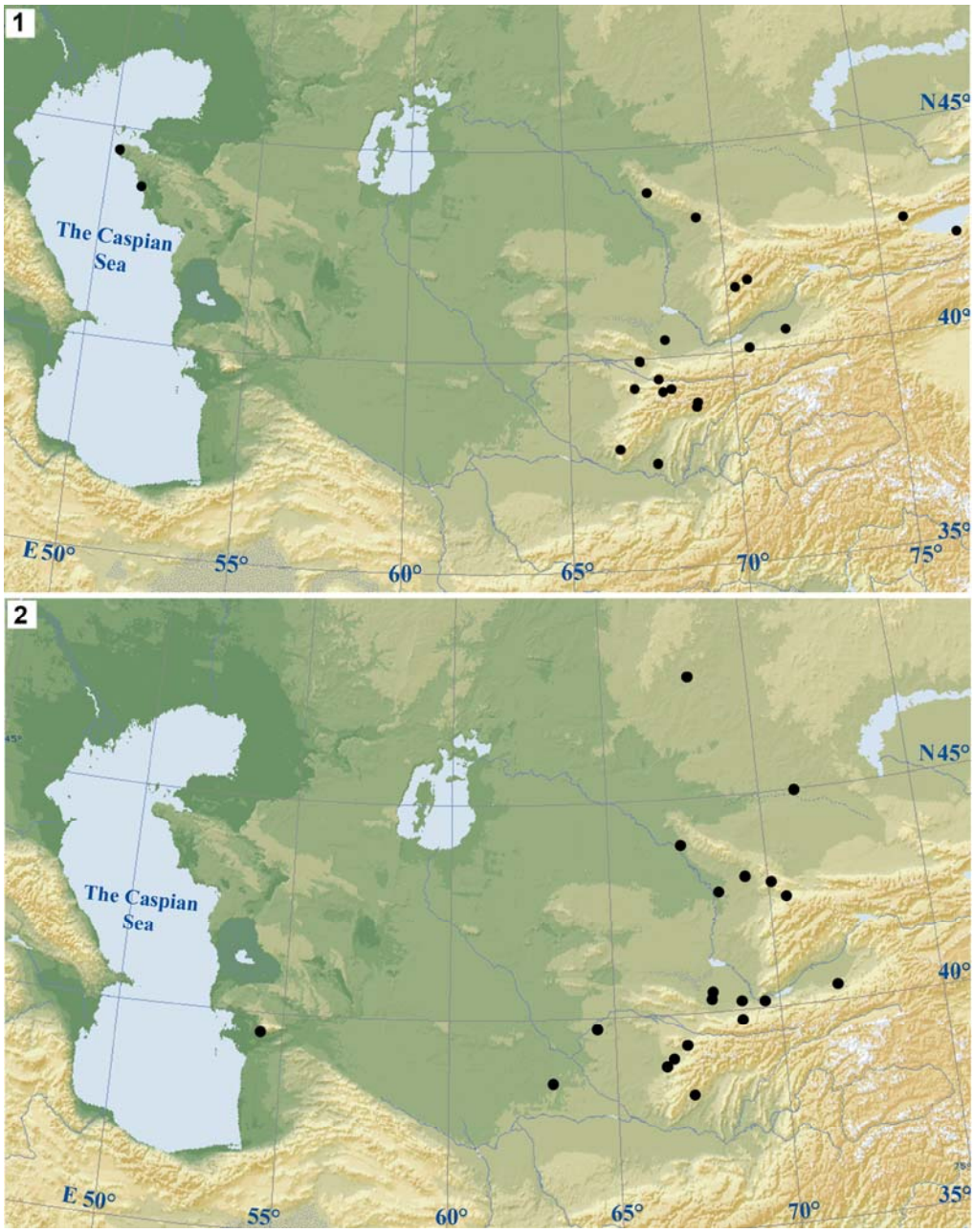


***Рис. 1–2.* Распространение некоторых видов чернотелок трибы Helopini в Средней Азии и Казахстане.**

1 – *Eustenomacidius laevicollis*; 2 – *Catomus niger*.

***Fig. 1–2.* Distribution of some tenebrionid species of the tribe Helopini in Middle Asia and Kazakhstan.**

1 – *Eustenomacidius laevicollis*; 2 – *Catomus niger*.

Виды трибы Helopini в фауне Средней Азии и Казахстана представлены 11 родами, из которых 3 являются эндемичными (*Reitterohelops* Skopin, 1960, *Turkmenohelops* Medvedev, 1987 и *Xanthohelops*), а остальные очень богаты по числу видов. Так, из рода *Zophohelops* Reitter, 1902 28 видов (из 31) описаны с Тянь-Шаня и Гиссаро-Дарваза, *Eustenomacidius* s. str. Nabozhenko, 2006 известен в Средней Азии по 3 из 5 видов (2 вида в Центральной Азии), род *Catomus* Allard, 1876 представлен эндемичным подродом с 6 видами, а *Nalassus* Mulsant, 1854 образует родовой анклав в пустынях Восточного Казахстана. Представители некоторых родов трибы освоили открытые пространства и перешли на фитофагию, что позволило некоторым из них освоить обширные равнины Средней Азии. Достоверно фитофагия установлена для родов *Hedyphanes* Fischer von Waldheim, 1820, *Entomogonus* Solier, 1848, *Xanthomus* Mulsant, 1854, *Ectropomsis* Antoine, 1949 [18]. Некоторые представители рода *Catomus* (например *C. fragilis* (Ménétriés, 1848)) также отмечены в качестве фитофагов. При этом многие *Catomus* Передней Азии питаются лишайниками-геофитами и эпифитами (личные наблюдения М.В. Набоженко в Турции). Подавляющее большинство Helopini – узкоареальные лихенофаги, не способные к активному передвижению. Кроме того, многие виды являются олигофагами и монофагами, что также ограничивает миграционные способности.

Один из двух найденных в Западном Казахстане видов – *Eustenomacidius laevicollis* – в восточной части ареала является лихенофагом и связан с древесно-кустарниковой растительностью в среднегорьях и высокогорьях (до 2500 м) и ксерофитными ландшафтами в низкогорьях [17]. На Мангышлаке вид отмечен на плотных песчаных супесях и камнях с лишайниками. Второй вид, *Catomus niger*, вероятно, имеет более широкий спектр питания [17] и, соответственно, более широкие возможности к расселению. Дизъюнктивные ареалы этих видов (по крайней мере *E. laevicollis*) свидетельствуют о более широком распространении их в прошлом и последующей фрагментации ареала, связанной, вероятно, с экологическими причинами (сокращением пищевых ресурсов, конкуренций со стороны близких видов), а не географической изоляцией, так как на пространстве между восточной и западной частями ареалов указанных таксонов распространены другие виды этих же родов или близкие роды. Так, с запада (с побережья Каспийского моря) на восток до Тянь-Шаня друг друга сменяют ареалы *C. niger* – *C. fragilis* – *C. karakalensis* – *C. niger*. Сходная картина наблюдается и в отношении *Eustenomacidius*. Полумесяцем от Мангышлака через Большой и Малый Балхан, Копет-Даг и Хорасан на восток до Тянь-Шаня сменяются ареалы *E. laevicollis* – *Turkmenohelops* (очень близкий к *Eustenomacidius* род) – *E. turcmenicus* – *E. laevicollis*.

Благодарности: 1. Авторы благодарят Н.Б. Никитского (ZMMU) и М. Лиллига (Martin Lillig) за предоставленный на изучение материал.
2. Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) – RFMEFI57414X0109).

Acknowledgements: 1. The authors thank to N.B. Nikitsky (ZMMU) and Martin Lillig for the provided material.
2. The study was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Agreement No. 14.574.21.0109 (an unique identifier for Applied Scientific Researches (Project) – RFMEFI57414X0109).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крыжановский О.Л. Состав и происхождение наземной фауны Средней Азии (главным образом на материале по жесткокрылым насекомым). М.-Л.: Наука, 1965. 419 с.
2. Крыжановский О.Л., Непесова М.Г. Опыт реконструкции генезиса пустынной фауны чернотелок Туркменистана // Известия Академии наук Туркменской ССР. Серия биологических наук. 1990. Вып. 4. С. 3–9.
3. Медведев Г.С. Жуки-чернотелки (Tenebrionidae). Подсемейство Opatrinae. Трибы Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini,

Pachypterini, Opatrini (часть) и Heterotarsini. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 19. Вып. 2. Л.: Наука, 1968. 285 с.
4. Абдурахманов Г.М. О связях фаун жесткокрылых (Coleoptera) аридных районов восточной части Большого Кавказа и Средней Азии // Энтомологическое обозрение. 1983. Т. 62, вып. 3. С. 481–497.
5. Абдурахманов Г.М. Восточный Кавказ глазами энтомолога. Махачкала: Дагестанское книжное издательство, 1988. 136 с.
6. Kergoat G.L., Bouchard P., Clamens A.L., Abbate J.L., Jourdan H., Jabbour-Zahab R., Genson G., Soldati L., Condamine F.L. 2014. Cretaceous environmental changes led to high extinction rates in a hyperdiverse beetle family // BMC Evolutionary Biology. Vol. 14. P. 1–13.
7. Чумаков Н.М. Глава 7. Динамика и возможные причины климатических изменений в позднем мезозое // Климат в эпохи крупных биосферных перестроек (Труды ГИН РАН. Вып. 550). М.: Наука, 2004. С. 149–157.
8. Кирейчук А.Г., Набоженко М.В., Нель А. Первый мезозойский представитель подсем. Tenebrioninae (Coleoptera: Tenebrionidae) из Нижнего мела Исяня (Китай, пров. Ляонин) // Энтомологическое обозрение. 2011. Т. 90, вып. 3. С. 548–552.
9. Chang H. L., Nabozhenko M., Pu H. Y., Xu L., Jia S. H., Li T. R. First record of fossil comb-clawed beetles of the tribe Cteniopodini (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) from the Jehol Biota (Yixian formation of China), Lower Cretaceous // Cretaceous Research. 2016. Vol. 57. P. 289–293.
10. Nabozhenko M.V., Chang H., Li X., Pu H., Jia S. A new species and a new genus of comb-clawed beetles (Coleoptera: Tenebrionidae: Alleculinae) from Lower Cretaceous of Yixian (China, Laoning) // Paleontological Journal. 2015. Vol. 49, no. 13. P. 1420–1423.
11. Condamine F.L., Soldati L., Clamens A.-L., Rasplus J.-Y., Kergoat G.J. Diversification patterns and processes of wingless endemic insects in the Mediterranean Basin: historical biogeography of the genus *Blaps* (Coleoptera: Tenebrionidae) // Journal of Biogeography. 2013. Vol. 40, iss. 10. P. 1899–1913.
12. Kirejtshuk A.G., Merkl O., Kernegger F. A new species of the genus *Pentaphyllus* Dejean, 1821 (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperinae) from the Baltic Amber and check-list of the fossil Tenebrionidae // Zoosystematica Rossica. 2008. Vol. 17, no. 1. P. 131–137.
13. Nabozhenko M.V., Perkovsky E.E., Chernei L.S. A new species of the genus Nalassus Mulsant (Coleoptera: Tenebrionidae: Helopini) from the Baltic amber // Paleontological Journal. 2016. Vol. 50, no. 9. P. 1–6.
14. Абдурахманов Г.М., Шохин И.В., Теймуров А.А., Абдурахманов А.Г., Гаджиев А.А., Даудова М.Г., Магомедова М.З., Иванушенко Ю.Ю. Использование элементов морфоэкологических адаптаций организма к окружающей среде при палеогеографических реконструкциях биот (построение исторических схем формирования флоры и фауны) тетийской пустынно-степной области // Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 12, N2. С.9-31. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-9-31
15. Ruiz C., Jordal B.H., Serrano J. Diversification of subgenus *Calathus* (Coleoptera: Carabidae) in the Mediterranean region – glacial refugia and taxon pulses // Journal of Biogeography. 2012. Vol. 39. P. 1791–1805.
16. Медведев Г.С. Типы адаптаций строения ног пустынных чернотелок (Coleoptera, Tenebrionidae) // Энтомологическое обозрение. 1965. Т. 44, вып. 4. С. 803–826.
17. Набоженко М.В. Ревизия рода *Catomus* Allard, 1876 и сближаемых с ним родов (Coleoptera, Tenebrionidae) фауны Кавказа, Средней Азии и Китая // Энтомологическое обозрение. 2006. Т. 85, вып. 4. С. 798–857.
18. Набоженко М.В., Лебедева Н.В., Набоженко С.В., Лебедев В.Д. Таксоцеп чернотелок-лихенофагов (Coleoptera, Tenebrionidae: Helopini) в экотоне «лес-степь» // Энтомологическое обозрение. 2016. Т. 95, вып. 1. С. 137–152.

REFERENCES

1. Kryzhanovsky O.L. *Sostav i proiskhozhdenie nazemnoy fauny Sredney Azii (glavnym obrazom na materiale po zhestkokrylym nasekomym)* [Composition and origin of terrestrial fauna of Middle Asia (based on material of beetles)]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1965, 419 p. (In Russian).
2. Kryzhanovsky O.L., Nepesova M.G. Reconstruction experience of the genesis of tenebrionid desert fauna of Turkmenistan. Izvestiya Akademii nauk Turkmenskoy SSR. Seriya biologicheskikh nauk. 1990, iss. 4, pp. 3–9. (In Russian).
3. Medvedev G.S. *Zhuki-chernotelki (Tenebrionidae). Podsemeystvo Opatrinae. Triby Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini, Pachypterini, Opatrini (chast') i Heterotarsini. Fauna SSSR. Zhestkokrylye* [Darkling-beetles (Tenebrionidae). Subfamily Opatrinae. Tribes Platynotini, Dendarini, Pedinini, Dissonomini, Pachypterini, Opatrini (part)

and Heterotarsini.Fauna of the USSR. Coleoptera]. Vol. 19, iss. 2. Leningrad, Nauka Publ., 1968, 285 p.
4. Abdurakhmanov G.M. On relations of beetles (Coleoptera) of arid regions of eastern part of the Big Caucasus and Middle Asia. Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. 1983, vol. 62, iss. 3, pp. 481–497 (In Russian).
5. Abdurakhmanov G.M. *Vostochnyy Kavkaz glazami entomologa* [The Easten Caucasus through the eyes of an entomologist]. Makhachkala, Dagestan Book Publ., 1988. 136 p.
6. Kergoat G.L., Bouchard P., Clamens A.L., Abbate J.L., Jourdan H., Jabbour-Zahab R., Genson G., Soldati L., Condamine F.L. Cretaceous environmental changes led to high extinction rates in a hyperdiverse beetle family. BMC Evolutionary Biology, 2014. vol. 14, pp. 1–13.
7. Chumakov N.M. Chapter 7. Dynamics and possible causes of climate changes in the Late Mesozoic. *Klimat v epokhi krupnykh biosfernykh perestroek (Trudy GIN RAN. Vyp. 550)* [Climate in the epoches of major biospheric transformations (Transactions of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Issue 550)]. Moscow, Nauka Publ., 2004, pp. 149–157.
8. Kirejtshuk A.G., Nabozhenko M.V., Nel A. First mesozoic representative of the subfamily tenebrioninae (Coleoptera, Tenebrionidae) from the lower cretaceous of Yixian (China, Liaoning). Entomological review. 2012, vol. 92, pp. 97–100.
9. Chang H. L., Nabozhenko M., Pu H. Y., Xu L., Jia S. H., Li T. R. First record of fossil comb-clawed beetles of the tribe Cteniopodini (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) from the Jehol Biota (Yixian formation of China), Lower Cretaceous. Cretaceous Research. 2016, vol. 57, pp. 289–293.
10. Nabozhenko M.V., Chang H., Li X., Pu H., Jia S. A new species and a new genus of comb-clawed beetles (Coleoptera: Tenebrionidae: Alleculinae) from Lower Cretaceous of Yixian (China, Laoning). Paleontological Journal. 2015, vol. 49, no. 13. pp. 1420–1423.
11. Condamine F.L., Soldati L., Clamens A.-L., Rasplus J.-Y., Kergoat G.J. Diversification patterns and processes of wingless endemic insects in the Mediterranean Basin: historical biogeography of the genus *Blaps* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Biogeography. 2013, vol. 40, iss. 10. P. 1899–1913.
12. Kirejtshuk A. G., Merkl O., Kernegger F. A new species of the genus *Pentaphyllus* Dejean, 1821 (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperinae) from the Baltic Amber and check-list of the fossil Tenebrionidae. Zoosystematica Rossica. 2008, vol. 17, no. 1, pp. 131–137.
13. Nabozhenko M.V., Perkovsky E.E., Chernei L.S. A new species of the genus Nalassus Mulsant (Coleoptera: Tenebrionidae: Helopini) from the Baltic amber. Paleontological Journal. 2016, vol. 50, no. 9, pp. 1–6.
14. Abdurakhmanov G.M., Shokhin I.V., Teymurov A.A., Abdurakhmanov A.G., Gadzhiev A.A., Daudova M.G., Magomedova M.Z., Ivanushenko Yu.Yu. The use of the elements of morphoecological adaptations of organisms to the environment under paleogeographic reconstructions of biotas of Tetiysky desert-steppe region (building schemes of historical formation of flora and fauna). *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 9-31. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-9-31
15. Ruiz C., Jordal B.H., Serrano J. Diversification of subgenus *Calathus* (Coleoptera: Carabidae) in the Mediterranean region – glacial refugia and taxon pulses. Journal of Biogeography. 2012, vol. 39, pp. 1791–1805.
16. Medvedev G.S. Types leg adaptation structures of desert darkling beetles (Coleoptera, Tenebrionidae). Entomologicheskoe obozrenie. 1965, vol. 44, iss. 4, pp. 803–826. (In Russian).
17. Nabozhenko M.V. A revision of the genus *Catomus* Allard, 1876 and the allied genera (Coleoptera, Tenebrionidae) from the Caucasus, Middle Asia, and China. Entomological Review. 2006, vol. 86, no. 9, pp. 1024–1072.
18. Nabozhenko M.V., Lebedeva N.V., Nabozhenko S.V., Lebedev V.D. The Taxocene of Lichen-Feeding Darkling Beetles (Coleoptera, Tenebrionidae: Helopini) in a Forest-Steppe Ecotone. Entomological Review. 2016, vol. 96, no. 1, pp. 101–113.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гайирбег М. Абдурахманов* - академик РЭА, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой биологии и биоразнообразия, Институт экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета. ул. Дахадаева, 21,

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Gayirbeg M. Abdurakhmanov* - Academician of Russian Academy of Ecology, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, Head of the department of biology and biodiversity, Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University. 21 Dakhadaeva st., Makhachkala, 367001

Махачкала, 367001 Россия.
E-mail: abgairbeg@rambler.ru
Максим В. Набоженко - кандидат биологических наук, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала, Россия.
E-mail: nalassus@mail.ru

Russia. E-mail: abgairbeg@rambler.ru

Maksim V. Nabozhenko - PhD, Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia. E-mail: nalassus@mail.ru

Критерии авторства

Ответственность за работу и предоставленные сведения несут все авторы. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе. Максим В. Набоженко корректировал рукопись до подачи в редакцию.

Contribution

Responsibility for the work and information provided is carried by all the authors. All authors have been equally involved in this research.
Maxim V. Nabozhenko corrected the manuscript prior to submission to the editor.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 12.03.2016
Принята в печать 04.04.2016

Received 12.03.2016
Accepted for publication 04.04.2016

Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 631.147
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-178-184

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА В ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАЙОНАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Фируза М. Джафарова
отдел экономической и политической географии Азербайджана,
Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева
Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан, jafarova_firuza@mail.ru

Резюме. ***Цель***. Исследование политических, экономических и экологических аспектов продовольственной безопасности, являющейся важной составляющей национальную безопасность, вопросов использования экологически чистой сельскохозяйственной продукции, а также обеспечения экологической безопасности животноводческой продукции. ***Методика***. Определение динамики продукции животноводства на основе сравнительного статистического анализа, изучение территориальной организации животноводства путем системного подхода. ***Выводы***. В регионе имеются благоприятные условия для производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, с использованием экологически чистых кормовых. Должны развиваться производственные отрасли, отвечающие международным стандартам, и обеспечивающие население здоровой пищей. ***Заключение***. Выявлена экологическая безопасность продуктов животноводства в экономико-географических регионах Азербайджанской части Большого Кавказа.
Ключевые слова: Большой Кавказ, экономико-географические регионы, экологическая безопасность, сельское хозяйство, животноводство, агропромышленное производство, продукты питания

Формат цитирования: Джафарова Ф.М. Экологическая безопасность продукции животноводства в экономико-географических районах азербайджанской части Большого Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.178-184. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-178-184

ENVIRONMENTAL SAFETY OF LIVESTOCK PRODUCTS IN THE ECONOMIC AND GEOGRAPHIC AREAS OF THE AZERBAIJAN PART OF THE GREATER CAUCASUS

Firuza M. Jafarova
Department of economic and political geography of Azerbaijan,
G.A. Aliev Institute of Geography, National Academy of Sciences of Azerbaijan Baku,
Azerbaijan, jafarova_firuza@mail.ru

Abstract. ***Aim.*** The aim is to study the political, economic and environmental aspects of food security, which is an important component of national security; to study the issues of the use of environmentally friendly agricultural products, as well as the environmental safety of livestock products. ***Methods.*** Determination of the dynamics of livestock production on the basis of the comparative statistical analysis, the study of animal breeding territorial organization through a systematic approach. ***Results.*** The region has favorable conditions for the production of ecologically clean agricultural products, using environmentally friendly feed. We should develop manufacturing industries to meet international standards and provide the population with healthy food. ***Conclusion.*** We revealed the ecological safety of livestock products in the economic and geographic regions of the Azerbaijan part of the Greater Caucasus.
Keywords: Greater Caucasus, economic and geographic regions, environmental security, agriculture, animal husbandry, agro-industry, foods

For citation: Jafarova F.M. Environmental safety of livestock products in the economic and geographic areas of the Azerbaijan part of the Greater Caucasus. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 178-184. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-178-184

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая безопасность (безопасность в экологической сфере) – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от потенциальных или реальных угроз, создаваемых последствиями антропогенного воздействия на окружающую среду, а также от стихийных бедствий и катастроф [1].

В настоящее время одной из главных задач, стоящих перед каждым государством является обеспечение населения экологически чистыми продуктами питания. Это актуально особенно потому, что из-за глобальных климатических изменений и негативного влияния человека на окружающую среду, нарушаются принципы рационального использования природных ресурсов, ухудшается качество продуктов питания, наблюдается нехватка продовольствия. Еще Теодор Рузвельт, занимающий должность президента США в 1900-1909 гг., выдвинул идею обеспечения населения экологически чистыми продуктами, в связи с которым был принят законопроект. В 1974 году впервые на Генеральной Ассамблее ООН был использован термин «продовольственная безопасность», а в 1996 году был проведен первый глобальный саммит по продовольственной безопасности.

13 июня 2008 года в Азербайджане был принят Закон о «Об экологически чистых сельскохозяйственных продуктах». В законе, для обеспечения здоровья и безопасности населения, почвы, воды, растительности и животных предусмотрено регулирование отношений, связанных с производством, переработкой и оборотом экологически чистых сельскохозяйственных продуктов. Тем самым, проводятся меры по укреплению кормовой базы, охране, сохранению и улучшению состояния пастбищ и сенокосов, обеспечения производства и переработки сельскохозяйственной продукции без химико-синтетических добавок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение динамики продукции животноводства на основе сравнительного статистического анализа, изучение территориальной организации животноводства путем системного подхода.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В целом, обеспечение продовольственной безопасности в каждой стране является важной частью национальной безопасности и крепкой основой ее политической и экономической независимости. Высокий уровень производства сельского хозяйства и животноводства в значительной степени обеспечивает стабильность общества, создает благоприятные условия для динамического и всестороннего социального развития [2]. "Государственная программа по надежному обеспечению населения продуктами питания в 2008-2015 гг.» от 25 августа 2008 года, подписанная Указом Президента Азербайджанской Республики определила одну из основных направлений экономической политики страны в эти годы.

Для решения вопроса обеспечения населения страны продуктами питания необходимо увеличить производство животноводческой продукции. Система управления исторически существующего в стране животноводства, которая включает в себя скотоводство, овцеводство и птицеводство, основывается как на социально-экономические и почвенно-климатические условия, так и на сложный рельеф [3]. В этой отрасли почвенный фактор напрямую влияет на объем производства и расходы, тогда как сырьевая база определяет стоимость производственных издержек, а качество проводимых работ зависит от квалифицированности трудовых ресурсов. Что же касается сферы рынка, то здесь сырьевая и материальная обеспеченность напрямую влияет на цены и определяет возможность повышения производительности.

К показателям, характеризующим производственные ресурсы можно отнести – земли, используемые в сельском хозяйстве, посевные площади, пастбища и сенокосы, площади кормовых культур, поголовье скота и птицы, а также численность сотрудников работающих в животноводстве, животно-

водческих ферм и уровень их технической оснащенности.

К показателям, характеризирующим уровень производства, относят производство мяса (в живом и убойном весе), рост веса, производство молока, яиц, шерсти, меда и др.

К исследуемой нами Азербайджанской части Большого Кавказа относятся Абшеронский, Горно Ширванский, Губа-Хачмазкий и Шеки-Загатальский экономико-географические районы. Общая территория этих экономико-географических районов составляет 27408 км^2 или 31,63% всей территории страны. Население же этих районов составляет 4084,5 тыс. человек или 43,65% всего населения. Основная часть населения (65,83%) сконцентрирована в Абшеронском экономико-географическом районе.

Основной хозяйственной деятельностью населения, проживающего в высокогорьях Большого Кавказа является животноводство. Более высокими темпами развивается животноводство, особенно овцеводство, в Шеки-Загатальском и Горно-Ширванском экономико-географических районе. Овцеводство развивается более высокими темпами. Основная часть крупного рогатого скота сконцентрирована в Шеки-Загатальском, Губа-Хачмазском и Горно-Ширванском экономико-географических районах. Абшеронский экономико-географический район отстает от других районов. Однако в развитию птицеводства этот район, наряду с Губа-Хачмазским, занимает одну из ведущих позиций в стране.

Вынос скота проводится в основном на пастбищах, относящихся государственному земельному фонду, присельских сенокосах, а также лесных и неконтролируемых запретных участках. По статистическим данным в 2013 году, 30,2% территории республики составляют пастбища и сенокосы, 23,5% занимают сельскохозяйственные посевные площади.

В настоящее время потенциал природных кормовых угодий полностью не реализуется. Потому что современная продуктивность природных кормовых угодий не отвечает требованиям времени. Большие площади кормовых угодий находятся в неудовлетворительном состоянии. [4]. В исследовании было выявлено, что использование пастбищ и сенокосов в регионе превышает норму в несколько раз. Многие из них используются в сельском хозяйстве не по назначению. На некоторых зимних пастбищах посевные работы проводятся беспрерывно в течение года и используются нецелесообразно. Необходимые работы по повышению плодородия почвы не проводятся. В результате этого определенные участки, а именно предгорные территории, склоны гор, речные долины, водозащитные лесные участки подвергаются деградации. Усилилась интенсивность разрушительных селей.

Особенность кормопроизводства состоит в том, что это самая масштабная и многофункциональная отрасль сельского хозяйства, которая играет важнейшую, решающую роль не только в животноводстве, но и в управлении сельскохозяйственными землями [5]. В целом нарушения обмена веществ у сельскохозяйственных животных приводят к снижению санитарных и технологических показателей их продукции (мясо, молоко), что отражается на пищевой и питательной ценности последней [6]. Таким образом, при ведении животноводства в экологически неблагополучных регионах воздействие техногенных факторов на сельскохозяйственных животных предлагается оценивать на разных уровнях биологической организации [7].

В исследованном регионе на долю крупного рогатого скота приходится 686,7 тыс. гол (из них 324,6 тыс. гол коровы и буйволы) или 25,4% (в том числе 24,9% коров и буйволов) от общереспубликанских показателей овец и коз – 2,3 млн. гол или 27,1%; птицы – 7,1 млн. гол или 28,1%. А также на долю этого экономически-географического района приходится производство мяса 27%, молока 26,1%.

Таблица 1

Производство продукции животноводства на территории Азербайджанской части Большого Кавказа

Table 1

Livestock production in the territory of the Azerbaijan part of the Greater Caucasus

	Мясо (убойном весе), тонн / Meat (carcass weight), tones	**Молоко, тонн** / Milk, tones	**Шерсть (в физическом весе), тонн** / Wool (physical weight), tones	**Яйцо млн. штук** / Egg, mln. pcs
2000-й год / 2000 year				
Абшерон Absheron	1959	18360	313	41757
Шеки-Загатала Sheki -Zagatala	14588	121143	1116	49114
Губа-Хачмаз Guba- Khachmaz	8430	93046	923	48692
Горный Ширван Mountain Shirvan	6122	61169	1057	22410
Всего: Total:	***31099***	***293718***	***3409***	***161973***
Азербайджанская Республика The Republic of Azerbaijan	153599	1031114	10916	542604
2013-й год / 2013 year				
Абшерон Absheron	8224	59000	460	181098
Шеки-Загатала Sheki -Zagatala	19916	184212	1510	74776
Губа-Хачмаз Guba- Khachmaz	41150	130782	1005	78774
Горный Ширван Mountain Shirvan	11243	101012	1401	40165
Всего: Total:	***80533***	***475006***	***4376***	***374813***
Азербайджанская Республика The Republic of Azerbaijan	297916	1820474	16776	1401472

Источник: Сельское хозяйство Азербайджана. 2014. Госкомстат АР [8].
Source: Agriculture of Azerbaijan. 2014. The State Statistics Committee [8].

Как видно из таблицы, в регионе наблюдается рост продукции животноводства. С 2000 по 2013 гг. производство мяса в Азербайджанской части Большого Кавказа выросло в 2,6 раз, молока в 2,6 раз, шерсти в 1,3 раза, яиц в 2,3 раза [8].

В 2000 г. на территории исследуемого района 50,9% производства мяса приходилось на долю Загаталы, Хачмаз, Шеки, Габала, Губа; 53,1% производимого молока приходилось на долю Загаталы, Шеки, Габала, Хачмаз, Губа, Гусары; 38,4% шерсти на долю Губа, Гобустан, Шамахы, Гах; 52,5% на долю Абшерона, Хачмаз, Шеки, Гусары; а в 2013 г. 61,7% мяса производилось в Сиязани, Шабране, Хачмаз, Абшероне, Шеки, Загата-

лы и Хызы; 49% молока производилось в Шеки, Загаталы, Хачмаз, Абшерон, Губа; 49,1% шерсти в Габала, Губа, Шеки, Исмаилы, Шамахы; 63,3% яиц в Хызы, Абшероне, Шеки, Сиязане и Загаталы. Быстрый рост производства продукции животноводства в Азербайджане в ближайшее будущее создает возможность для страны интегрировать в мировой рынок.

Одним из основных показателей обеспечения населения продуктами питания является производство этих продуктов на душу населения. Годовая норма питания одного человека составляет 81 кг мяса, 340 л молока и 365 яиц [9]. В Азербайджане соответствующие показатели на одного человека в 1995 г. составили 14 кг мяса, 109 л молока и 60 яиц, а в 2013 г. больше 32 кг мяса, 196 л молока и 151 яйца. Несмотря на рост продукции животноводства на душу населения за 1995-2013 гг., данные показатели значительно ниже общепринятых норм. Например, несмотря на значительный рост производства молока в стране, потребность населения в молоке и молочных продуктах полностью не удовлетворяются. Поэтому для устранения несоответствия между отмеченным производством и потреблением, наряду с определением специализированных зон необходимо увеличить удельный вес отраслей животноводства в общей сельскохозяйственной структуре.

Хочу отметит что значительное ухудшение экологической обстановки приводит к поступлению и накоплению токсичных веществ (пестициды, тяжелые металлы, нитраты) в организме сельскохозяйственных животных и – как следствие – в получаемой продукции животноводства. В связи с этим, особенно остро стоит вопрос об обеспечении экологической безопасности мясной и молочной продукции [10].

Надо отметить, что еще в 1989 году ученые США выступили с инициативой создания Национального Центра Безопасности продуктов питания и технологий. Ученые уверяли, что основной причиной снижения производительности труда и генетического потенциала людей, а также рост смертности является невысокое качество производимых продуктов питания, связанное с экологией. Проблемам продовольственной безопасности и производства экологически чистых продуктов питания большое внимание уделяют также страны Европейского Союза. Законодательство этих стран строится на охране здоровья потребителя и защиты от обмана во время купли-продажи продуктов, а также предоставлении правдивой информации на рынке.

Продовольственная безопасность и обеспечение производства экологически чистой и экологически безопасной сельскохозяйственной продукцией в современных условиях практически однозначны [11]. В Азербайджане законодательная база в этой области направлена на повышение эффективности производства сельхозпродуктов и соответствующего сырьевого обеспечения, а также на восстановление посевов на неиспользуемых землях, развитие животноводства и его кормовой базы. Государством поддерживается деятельность по повышению производительности в этой отрасли, регулируется рынок, реализуются социальные программы в сельских местностях и увеличивается финансирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показали, что Азербайджанская часть Большого Кавказа имеет благоприятные условия для развития экологически чистого сельского хозяйства и организации производства продовольственной продукции, международным отвечающим стандартом. С рациональным использованием имеющихся природных возможностей страна может развить данную отрасль, обеспечить население качественным продовольствием и найти свое место на мировом рынке за счет экспорта экологически чистой продукции. Для этого животноводство должно развиваться в первую очередь на основе использования экологически чистого корма.

Проведенные нами исследования показывают, что Азербайджан не относится к странам, испытывающим нехватку продовольствия и переживающим голод. Вместе с тем, уровень потребления продуктов питания среди населения значительно ниже соответствующих норм, рекомендуемых FAO и Всемирной организацией здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гостева С.Р. Экологическая безопасность России и устойчивое развитие // Вестник Тверского государственного технического университета. 2010. Т. 16. N3. С. 704-718.
2. Гулиев Э. Обеспечение продовольственной безопасности страны и возможности кооперации в этой отрасли // Экономика и аудит. 2010. N3. С. 18-23.
3. Саттаров С.Х. и др. Состояние кормового хозяйства и животноводства, перспективы их развития. Баку: Чашоглу, 2002, 178 с.
4. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). Москва: Типография, 2014. 135 с.
5. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство в развитии сельского хозяйства России // Адаптивное кормопроизводство. 2011. N1. С. 4-8.
6. Донник И.М., Шкуратова И.А., Верещак Н.А. и др. Экологический мониторинг здоровья продуктивных животных в условиях Среднего Урала // Международный симпозиум «Агроэкологическая безопасность в условиях техногенеза». Казань. 2006, С. 180-186.
7. Мирзоев Э.Б. Воздействие техногенных факторов на сельскохозяйственных животных при ведении животноводства в экологически неблагополучных регионах // Сельскохозяйственная биология. 2007, N2. С. 73-78.
8. Сельское хозяйство Азербайджана, 2014. Госкомстат АР. Баку: Малое предприятие. 2014, N9. 664 с.
9. Зейналлы А.Т. Анализ и оценка финансовой деятельности предпринимателя // Экономика и аудит. 2002, N7(25). С. 14-21.
10. Догарева Н.Г., Ажмулдинов Е.А., Царенко А.А. Производство экологически чистой животноводческой продукции // Вестник Оренбургского государственного университета. 2003, N6. С. 148-151.
11. Кундиус В.А., Кроневальд О.В. Ресурсный потенциал производства экологически чистой продукции в трансграничных регионах Алтая и Монголии по результатам ветеринарно-санитарной экспертизы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. N11(121). С. 156-161.

REFERENCES

1. Gosteva S.R. Environmental security of Russia and sustainable development. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Vestnik of Tver State Technical University]. 2010, Vol. 16, no. 3. pp. 704-718. (In Russian)
2. Guliyev E. Provision of food security of the country and the opportunities for cooperation in this sector. Ekonomika i audit [Economy and audit]. 2010, no. 3, pp. 18-23. (In Azerbaijan)
3. Sattarov S.H. et al. *Sostoyanie kormovogo khozyaistva i zhivotnovodstva, perspektivy ikh razvitiya* [Condition and perspectives of development of fodder farming and livestock]. Baku, Chashoglu Publ., 2002, 178 p. (In Azerbaijan)
4. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. *Kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaistve, ekologii i ratsional'nom prirodopol'zovanii (teoriya i praktika)* [Fodder production in agriculture, ecology and rational nature management (theory and practice)]. Moscow, Printing house Publ., 2014. 135 p. (In Russian)
5. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Fodder production in agriculture of Russia. Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive Fodder Production]. 2011, no. 1, pp. 4-8. (In Russian)
6. Donnik I.M., Shkuratova I.A., Vereshak N.A. et al. Ekologicheskii monitoring zdorov'ya produktivnykh zhivotnykh v usloviyakh Srednego Urala [Environmental monitoring of the health of productive animals in the condition of Middle Urals]. *Mezhdunarodnyi simpozium «Agroekologicheskaya bezopasnost' v usloviyakh tekhnogeneza»* [International Symposium "Agroecological security in the condition of technogenesis"]. Kazan, 2006, pp. 180-186. (In Russian)
7. Mirzoev E.B. The influence of technogenic factors on agricultural animals for animal farming in ecologically adverse regions. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agrobiology]. 2007, no. 2, pp. 73-78. (In Russian)
8. *Sel'skoe khozyaistvo Azerbaidzhana, 2014. Goskomstat AR* [Agriculture of Azerbaijan, 2014. The State Statistics Committee in Azerbaijan]. Baku, Small business Publ., 2014, no. 9, 664 p. (In Azerbaijan)
9. Zeynalli A.T. Analysis and assessment of financial activity of a businessman. Ekonomika i audit [Economics and audit]. 2002, no. 7(25), pp. 14-21. (In Azerbaijan)
10. Dogareva N.G. Azhmuldinov E.A., Tsarenko A.A. Production of environmentally friend livestock production. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Vestnik of Orenburg State University]. 2003, no. 6, pp. 148-151. (In Russian)
11. Kundius V.A., Kronevald O.V. Resource potential of environmentally safe agricultural production in the cross-border regions of Altai and Mongolia by the results of disease and sanitation examination. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Vestnik of Altai State Agriculture University]. 2014, no. 11(121). pp. 156-161. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Фируза М. Джафарова – диссертант отдела экономической и политической географии Азербайджана, Институт Географии имени акад. Г.А. Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана, тел. +994(51)442-07-05, AZ1143, ул. Г. Джавида 115, Баку, Азербайджан, e-mail: jafarova_firuza@mail.ru

Критерии авторства

Фируза М. Джафарова полностью подготовила всю статью и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 23.01.2016
Принята в печать 10.03.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Firuza M. Jafarova – dissertator at the Department of Economic and Political Geography of Institute of Geography after acad. H.A. Aliyev, Azerbaijan National Academy of Sciences. Tel: +994(51)442-07-05, AZ1143, H. Javid str. 115, Baku, Azerbaijan. e-mail: jafarova_firuza@mail.ru

Contribution

Firuza M. Jafarova is the sole author of the article and responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 23.01.2016
Accepted for publication 10.03.2016

Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 612.062:57.042
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-185-191

ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО СТРЕССА НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ АРКУАТНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕННОГО РЕЖИМА ОСВЕЩЕННОСТИ

Светлана В. Котельникова, Андрей В. Котельников, Вячеслав Ф. Зайцев*
кафедра гидробиологии и общей экологии,
Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования
Астраханского государственного технического университета,
Астрахань, Россия, kotas@inbox.ru

Резюме. ***Цель.*** Аркуатное ядро (АЯ) гипоталамуса является одним из интегративных центров, ответственных за энергетический метаболизм млекопитающих. Изучена реакция АЯ белых крыс на токсический стресс, вызванный введением хлорида кадмия в условиях естественного освещения, световой и темновой депривaций. ***Методы.*** Токсикант вводили перорально в дозе 2 мг на 100 г массы тела ежедневно в течение 15 дней после месяца адаптации к искусственному фоторежиму. Синтетическую активность оценивали методом кариолометрии на окрашенных гематоксилином и эозином срезах гипоталамуса. ***Результаты.*** Как световая, так и темновая депривации приводили к уменьшению размеров нуклеол АЯ у животных обоего пола. Соль кадмия в условиях естественного освещения вызвала уменьшение размеров нуклеол, но только у самцов. Напротив, на фоне темновой депривации хлорид кадмия приводил к снижению активности АЯ только у самок. Световая депривация способствовала увеличению синтетической активности нейроцитов АЯ под действием соли кадмия у самцов, но не изменяла таковую у самок. ***Заключение.*** Влияние токсического стресса, вызванного введением хлорида кадмия, на гипоталамический центр, ответственный за энергетический метаболизм организма, зависит от режима освещенности и пола животного. Угнетение синтетической деятельности АЯ хлоридом кадмия при естественном освещении более выражено у самцов, а при темновой депривации – у самок.
Ключевые слова: гипоталамус, аркуатное ядро, фоторежимы, кадмий, токсический стресс.

Формат цитирования: Котельникова С.В., Котельников А.В., Зайцев В.Ф. Влияние токсического стресса на морфофункциональное состояние аркуатного ядра гипоталамуса в условиях измененного режима освещенности // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.185-191. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-185-191

THE IMPACT OF TOXIC STRESS ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE HYPOTHALAMIC ARCUATE NUCLEUS IN THE CONDITIONS OF THE CHANGED MODE OF LIGHT EXPOSURE

Svetlana V. Kotelnikova, Andrey V. Kotelnikov, Vyacheslav F. Zaitsev*
Department of Hydrobiology and General ecology,
Institute of fisheries, biology and nature management
Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, kotas@inbox.ru

Abstract. ***Aim.*** Arcuate nucleus (AN) of the hypothalamus is one of the integrative centers responsible for energy metabolism in mammals. Reaction of the arcuatus nucleus of white rats on the toxic stress caused by introduction of cadmium chloride in the conditions of natural illumination, light and dark deprivations was studied. ***Methods.*** The toxicant was entered per os at a dose of 2 mg on 100 g of body weight a daily for 15 days after one month of adaptation to an the artificial photomode. Synthetic activity was estimated a method nucleoli volumes' measurement on hematoxylin and eosin sections of the hypothalamus. ***Results.*** As light and dark deprivations led to the reduction of the nucleoli volumes of AN at animals of both sexes. Salt of cadmium in the conditions of natural illumination has caused reduction of the nucleoli sizes, but only in males. On the contrary, on the background of dark deprivation

cadmium chloride led to decrease in activity of AN only in females. Light deprivation promoted increase in synthetic activity of AN neurocytes under the influence of cadmium salt in males, but did not change that in females. ***Conclusion.*** The impact of toxic stress induced by administration of cadmium chloride on the hypothalamic centre responsible for energy metabolism of the organism depends on light intensity and sex of the animal. Inhibition of the synthetic activity of AN by cadmium chloride in natural lighting is more pronounced in males, and in the dark of deprivation it is more pronounced in females.
Keywords: hypothalamus, arcuatus nucleus, photomodes, cadmium, toxic stress.

For citation: Kotelnikova S.V., Kotelnikov A.V., Zaitsev V.F. The impact of toxic stress on the morphofunctional state of the hypothalamic arcuate nucleus in the conditions of the changed mode of light exposure. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 185-191. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-185-191

ВВЕДЕНИЕ

Наличие циркадианной функциональной активности различных физиологических систем и органов в настоящее время рассматривается как один из диагностических критериев состояния здоровья человека. Установлено, что десинхроноз является не только обязательным компонентом стресса, но и способен сам по себе приводить к снижению адаптационных возможностей организма [1]. Нарушение ритмической активности физиологических систем, вызванное помещением животного в условия постоянных темноты или освещения, изменяет его реакцию на воздействие внешних экстремальных факторов, в том числе такого опасного экополлютанта как кадмий [2].

Среди эффектов кадмия установлены его нефротоксичность, иммуносупрессивное действие, канцерогенный и тератогенный эффекты. Длительное поступление кадмия в организм сопровождается нарушениями в иммунной системе, некрозом нервных клеток чувствительных ганглиев и аксональной дегенерацией и демиелинизацией периферических нервных стволов [3].

Показано, что многие эффекты кадмия зависят от длительности фотопериода. Накопление и токсичность кадмия в короткий фотопериод (8 ч освещения) была выше, чем в длинный (16ч) [4].

Реализация стресс реакции идет с участием гипоталамуса, обеспечивается взаимодействием его интегративных центров, одним из которых является дугообразное (аркуатное) ядро. Этот нейроэндокринный центр контролирует ряд жизненно важных гомеостатических параметров и приспособительных реакций. В аркуатном ядре синтезируются соматолиберин и пролактостатин (дофамин), здесь присутствуют гипофизотропные нейроны, секретирующие кортиколиберин – центральный гормон стресса.

Нейроны аркуатного ядра вовлечены в фотопериодическое регулирование рациона питания, массы тела и размножения зимующих млекопитающих [5, 6]. Нарушения функциональной активности аркуатного ядра наблюдается при развитии десинхронозов в связи с нарушениями ритмов сна и бодрствования [7].

Целью исследования стало изучение изменения морфометрических показателей ядрышек нейроцитов аркуатного ядра гипоталамуса самцов и самок белых крыс под влиянием хлорида кадмия в условиях естественного и искусственных фотопериодов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперимент поставлен на 67 половозрелых крысах Вистар, самцах и самках, в осенний период. Животные содержались при свободном доступе к воде и пище, самцы и самки отдельно. Были сформированы 3 группы: первая содержалась при естественном освещении, вторая была помещена в условия постоянного искусственного освещения (темновая депривация), животные третьей группы находились в помещении, лишенном источников света (световая депривация). Все работы с крысами последней группы осуществлялись при красном свете. После месяца содержания животных в указанных условиях, половине крыс каждой из групп вводили перорально с помощью зонда хлорид кадмия ($CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$) в дозе 2 мг на 100 г массы тела ежедневно в течение 15 дней. По окончании эксперимента крыс декапитировали под хлоралгидратным наркозом (5%-ный раствор в дозе 25 мг/100 г массы тела, внутрибрюшинно). В постановке опытов бы-

ли учтены «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных». Гипоталамус извлекали и фиксировании в жидкости Буэна. После стандартной проводки орган заливали в парафин, приготавливали серийные срезы толщиной 7 мкм и окрашивали гематоксилином и эозином. Срезы фотографировали при увеличении 900^x и проводили измерение диаметров ядрышка нейроцитов. Рассчитывали объемы ядрышка по формуле эллипсоидовращения

$$S = \frac{\pi}{6} d_1 d_2^2,$$

где d_1 и d_2 – два взаимно перпендикулярных диаметра ядрышка нейроэндокринных клеток, причем $d_1 > d_2$. Измерения выражали в мкм с помощью объект-микрометра. Все результаты статистически обработаны с использованием критерия Стьюдента. На основании данных кариометрии был также проведен трехфакторный дисперсионный анализ (факторы: фоторежим, пол животного, токсический стресс). Достоверность силы влияния факторов и их сочетаний оценена по критерию Фишера. Для отличий, достоверных по Стьюденту или Фишеру приведен уровень значимости p.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У животных, содержащихся при естественном освещении, половые отличия в синтетической активности нейроцитов АЯ не выявлялись (рис. 1). Введение соли кадмия подопытным животным привело к уменьшению размеров нуклеол на 18% у самцов (p<0,05) и отсутствию реакции со стороны самок.

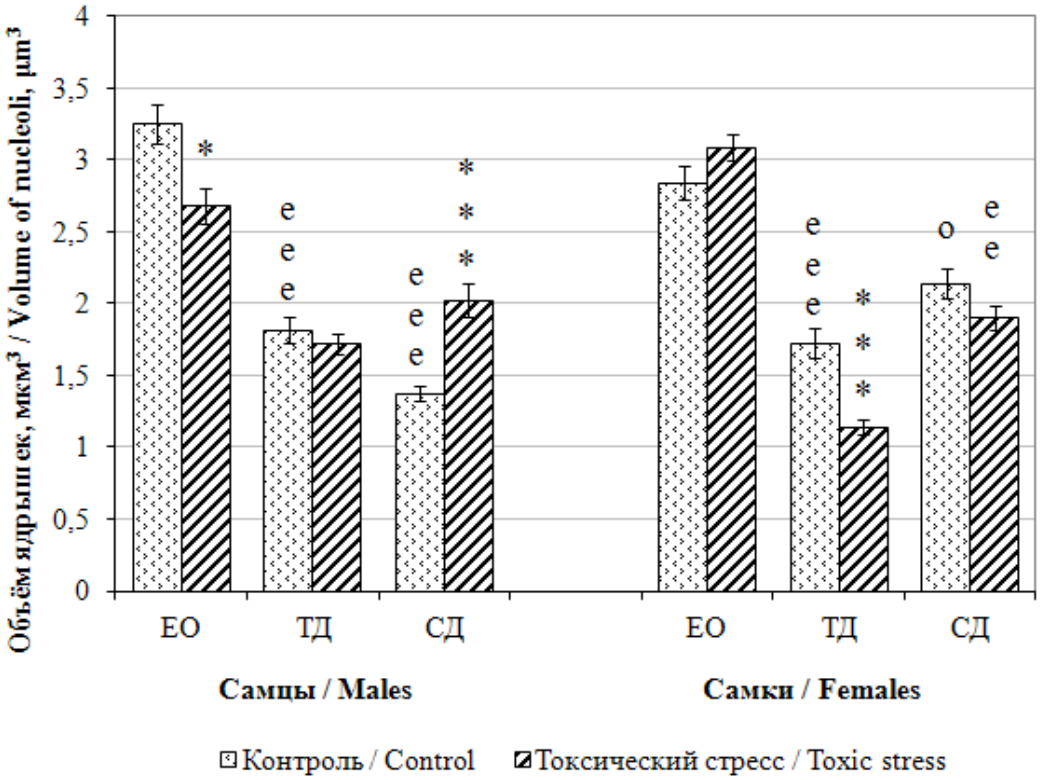


Рис. 1. **Объемы ядрышек самцов и самок белых крыс в условиях естественного освещения и искусственных фоторежимов**

Fig. 1. **The volume of nucleoli of white rats males and females in conditions of natural lighting and artificial photomodes**

ЕО – естественное освещение / natural lighting; ТД – темновая депривация / dark deprivation; СД – световая депривация / light deprivation;
* - отличия группы животных с токсическим стрессом от своего контроля по Стьюденту / differences between groups of animals with toxic stress from its control by the Student t-test:
* – $p < 0,05$, *** – $p < 0,001$;
^{o} – половые отличия / gender differences: ^{o} – $p < 0,05$;
^{e} – отличия искусственных фоторежимов от естественного освещения / differences artificial photomodes from natural lighting: ^{ee} – $p < 0,01$; ^{eee} – $p < 0,001$.

Помещение животных в условия искусственных фоторежимов приводило к значительному уменьшению размеров ядрышек клеток АЯ как у самцов, так и у самок. Так, постоянное освещение вызывало снижение синтетической активности нейроцитов АЯ у самцов на 44%, а у самок – на 39% (p<0,001 для обоих случаев). Реакция самцов и самок на введение токсиканта на фоне темновой депривации оказалась диаметрально противоположной по сравнению с естественным освещением: на этот раз у самцов соль кадмия не вызывала изменения интенсивности синтеза белка, в то время как у самок объем ядрышек уменьшался на 34% по сравнению с контролем (p<0,001).

Световая депривация вызывала более значительную реакцию самцов по сравнению с самками, у них синтетическая активность нейроцитов АЯ снизилась на 58% по отношению к животным, содержащихся при естественном освещении (p<0,001). У самок этот показатель снизился только на 25% (p<0,01), в связи с чем у крыс при световой депривации выявлялись половые отличия, отсутствующие при естественном освещении и при темновой депривации: объемы ядрышек самцов составляли только 64% от объема ядрышек самок (p<0,001). Введение токсиканта на фоне световой депривации увеличивало синтетическую активность нейроцитов АЯ самцов на 46% (p<0,001), но не изменяло таковую у самок.

Дисперсионный анализ влияния организованных в комплекс факторов показал, что они составляют не менее 37% общей изменчивости нуклеол нейроцитов АЯ гипоталамуса. Высокое значение взаимосвязанности изучаемых факторов (сила влияния 9,00±0,116%, p<0,001) свидетельствует о зависимости реакции АЯ на интоксикацию хлоридом кадмия у организмов разного пола от фоторежима. Среди индивидуально действующих факторов наиболее значимым является фоторежим (сила влияния 27,04±0,116 %, p<0,001), что свидетельствует об определяющем значении этого фактора для дисперсии изучаемого признака.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Как показали результаты, реакция аркуатного ядра гипоталамуса на токсический стресс, вызванный введением соли кадмия, различна у самцов и самок подопытных животных. В условиях естественного освещения к токсиканту оказались более резистентны особи женского пола, что согласуется с литературными данными, полученными как для кадмия, так и для других тяжелых металлов [8, 9]. За половые различия в реакции на токсический стресс считают ответственными половые гормоны, подобные прогестерону и β-эстрадиолу [10], рецепторы к которым имеют различную плотность в аркуатном ядре гипоталамуса самцов и самок [11].

Световая и темновая депривации приводят к нарушению ритмической активности функциональных систем организма развитию десинхроноза. Показано, что воздействие постоянного освещение способно повышать частоту новообразований и сокращать продолжительность жизни подопытных животных [12]. Увеличение длительности темного периода суток считают ответственным за развитие зимней депрессии [13]. В нашем случае содержание животных в течение полутора месяцев в условиях как постоянного освещения, так и постоянной темноты подавляло синтетическую активность нейроцитов аркуатного ядра, которое можно отнести к стресслимитирующим центрам гипоталамуса. Несмотря на внешне похожую реакцию нервного центра на искусственные фоторежимы, интоксикация солью кадмия выявляет неоднозначность этой реакции. Так, световая депривация, приводящая к гиперфункции эпифиза, не изменяет реакцию на введение соли кадмия у самок и повышает синтетиче-

скую активность ядра у самцов, что может быть следствием мобилизации резервных возможностей адаптационных систем подопытных животных. Однако темновая депривация не обладает такой способностью. Повышенная выработка кортизола на свету угнетает иммунную систему, что может способствовать деструктивному действию кадмия [14]. Наиболее неблагоприятная ситуация создается у самок, которые повидимому, реагируют на изменение фоторежима более негативно, чем самцы. Так, снижение синтетической активности АЯ в условиях темновой депривации у самок можно трактовать как срыв адаптации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Как световая, так и темновая депривации приводят к уменьшению размеров нуклеол АЯ, что свидетельствует о снижении его синтетической активности у животных обоего пола.
2. Химический стресс, вызванный введением хлорида кадмия, оказывает существенное влияние на морфофункциональное состояние аркуатного ядра гипоталамуса. Вместе с тем это влияние зависит от режима освещенности и пола животного. Угнетение синтетической деятельности АЯ хлоридом кадмия при естественном освещении более выражено у самцов, а при темновой депривации – у самок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анисимов В.Н. Мелатонин и его место в современной медицине // Русский медицинский журнал. 2006. Т. 14, N4. С. 1-4.
2. Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В. Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека. М.: Наука, 2004. 280 с.
3. Власова Ю.Ю. Роль гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы в патогенезе экзогенно–конституционального ожирения // Русский медицинский журнал. 2009. Т. 17, N24. С. 1610-1613.
4. Włostowski T., Krasowska A., Bonda E. Joint effects of dietary cadmium and polychlorinated biphenyls on metallothionein induction, lipid peroxidation and histopathology in the kidneys and liver of bank voles // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2008, vol. 69, no. 3. pp. 403-410.
5. Li Q., Rao A., Pereira A., Clarke I.J., Smith J.T. Kisspeptin cells in the ovine arcuate nucleus express prolactin receptor but not melatonin receptor // Journal of Neuroendocrinology. 2011, vol. 23, no. 10, pp. 871-882. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2011.02195.x
6. Ross A.W., Johnson C.E., Bell L.M., Reilly L., Duncan J.S., Barrett P., Heideman P.D., Morgan P.J. Divergent regulation of hypothalamic neuropeptide Y and agouti-related protein by photoperiod in F344 rats with differential food intake and growth // Journal of Neuroendocrinology. 2009, vol. 21, no. 7, pp. 610-619. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2009.01878.x
7. Scott C.J., Tilbrook A.J., Simmons D.M., Rawson J.A., Chu S., Fuller P.J., Ing N.H., Clarke I.J. The distribution of cells containing estrogen receptor-alpha (ERalpha) and ERbeta messenger ribonucleic acid in the preoptic area and hypothalamus of the sheep: comparison of males and females // Endocrinology. 2000, vol. 141, no. 8. pp. 2951-2962.
8. Betharia S., Maher T.J. Neurobehavioral effects of lead and manganese individually and in combination in developmentally exposed rats // Neurotoxicology. 2012, vol. 33, no. 5, pp. 1117-1127. DOI: 10.1016/j.neuro.2012.06.002
9. Hazelhoff M.H., Bulacio R.P., Torres A.M. Gender related differences in kidney injury induced by mercury // International Journal of Molecular Sciences. 2012, vol. 13, no. 8, pp. 10523-10536. DOI: 10.3390/ijms130810523
10. Salgado-Delgado R, Nadia S, Angeles-Castellanos M, Buijs RM, Escobar C.In a rat model of night work, activity during the normal resting phase produces desynchrony in the hypothalamus // Journal of Biological Rhythms. 2010, vol. 25, no. 6. pp. 421-431. DOI: 10.1177/0748730410383403
11. Shimada H., Hashiguchi T., Yasutake A., Waalkes M.P., Imamura Y. Sexual dimorphism of cadmium-induced toxicity in rats: involvement of sex hormones // Archives of Toxicology. 2012, vol. 86, no. 9, pp. 1475-1480. DOI: 10.1007/s00204-012-0844-0
12. Виноградова И.А., Букалев А.В., Забежинский М.А., Семенченко А.В., Хавинсон В.Х., Анисимов В.Н. Геропротекторный эффект пептида Ala-Glu-Asp-Gly у самцов крыс, содержавшихся при разных режимах освещения // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2008. Т. 145, N4. С. 455-460.
13. Стрельник С.Н. Экологическая и эндогенная составляющие в регуляции биоритмов при депрессивных расстройствах: мелатониновая гипоте-

за // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11, N 1(5). С. 1043-1046.

14. Ковальзон В.М. Мелатонин без чудес // Биология. 2003. Т. 709, N 37. С. 2-6.

REFERENCES

1. Anisimov V.N. Melatonin and its place in modern medicine. Russkii meditsinskii zhurnal [Russian Medical Journal]. 2006, vol. 14, no. 4, pp. 1-4. (In Russian)

2. Abdurakhmanov G.M., Zaitsev I.V. *Ekologicheskie osobennosti soderzhaniya mikroelementov v organizme zhivotnykh i cheloveka* [Ecological features of trace elements in human and animal organism]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 280 p. (In Russian)

3. Vlasova Yu.Yu. The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal system in pathogenesis of exogenous–constitutional obesity. Russkii meditsinskii zhurnal [Russian Medical Journal]. 2009, vol. 17, no. 24, pp. 1610-1613. (In Russian)

4. Włostowski T., Krasowska A., Bonda E. Joint effects of dietary cadmium and polychlorinated biphenyls on metallothionein induction, lipid peroxidation and histopathology in the kidneys and liver of bank voles. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2008, vol. 69, no. 3. pp. 403-410.

5. Li Q., Rao A., Pereira A., Clarke I.J., Smith J.T. Kisspeptin cells in the ovine arcuate nucleus express prolactin receptor but not melatonin receptor. *Journal of Neuroendocrinology*. 2011, vol. 23, no. 10, pp. 871-882. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2011.02195.x

6. Ross A.W., Johnson C.E., Bell L.M., Reilly L., Duncan J.S., Barrett P., Heideman P.D., Morgan P.J. Divergent regulation of hypothalamic neuropeptide Y and agouti-related protein by photoperiod in F344 rats with differential food intake and growth. *Journal of Neuroendocrinology.* 2009, vol. 21, no. 7, pp. 610-619. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2009.01878.x

7. Scott C.J., Tilbrook A.J., Simmons D.M., Rawson J.A., Chu S., Fuller P.J., Ing N.H., Clarke I.J. The distribution of cells containing estrogen receptor-alpha (ERalpha) and ERbeta messenger ribonucleic acid in the preoptic area and hypothalamus of the sheep: comparison of males and females. Endocrinology. 2000, vol. 141, no. 8. pp. 2951-2962.

8. Betharia S., Maher T.J. Neurobehavioral effects of lead and manganese individually and in combination in developmentally exposed rats. *Neurotoxicology.* 2012, vol. 33, no. 5, pp. 1117-1127. DOI: 10.1016/j.neuro.2012.06.002

9. Hazelhoff M.H., Bulacio R.P., Torres A.M. Gender related differences in kidney injury induced by mercury. *International Journal of Molecular Sciences.* 2012, vol. 13, no. 8, pp. 10523-10536. DOI: 10.3390/ijms130810523

10. Salgado-Delgado R, Nadia S, Angeles-Castellanos M, Buijs RM, Escobar C.In a rat model of night work, activity during the normal resting phase produces desynchrony in the hypothalamus. *Journal of Biological Rhythms.* 2010, vol. 25, no. 6. pp. 421-431. DOI: 10.1177/0748730410383403

11. Shimada H., Hashiguchi T., Yasutake A., Waalkes M.P., Imamura Y. Sexual dimorphism of cadmium-induced toxicity in rats: involvement of sex hormones. *Archives of Toxicology.* 2012, vol. 86, no. 9, pp. 1475-1480. DOI: 10.1007/s00204-012-0844-0

12. Vinogradova I.A., Bukalev A.V., Zabezhinskiĭ M.A., Semenchenko A.V., Khavinson V.Kh., Anisimov V.N. Geroprotective effect of the peptide Ala-Glu-Asp-Gly in male rats kept under different lighting modes. Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. 2008, vol. 145, no. 4, pp. 455-460. (In Russian)

13. Strel'nik S.N. Endogenous and environmental constituents in the regulation of biorhythms in depressivnyj disorders: melatonina hypothesis. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk [Izvestiya of Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences]. 2009, vol. 11, no. 1(5), pp. 1043-1046. (In Russian)

14. Koval'zon V.M. Melatonin without miracles. Biologiya [Biology]. 2003, vol. 709, no. 37, pp. 2-6. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Светлана В. Котельникова – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Гидробиология и общая экология», Институт рыбного хозяйства биологии и природопользования Астраханского государственного технического университета, Астрахань, Россия.

Андрей В. Котельников – д.б.н., профессор кафедры «Гидробиология и общая экология», Институт рыбного хозяйства биологии и природопользования Астраханско-

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Svetlana V. Kotelnikova – Ph.D in Biological Science, Assistant professor, Astrakhan State Technical University, Sub-Department of Hydrobiology and General Ecology, Astrakhan, Russia.

Andrey V. Kotelnikov – Doctor of Biological Science, Professor, Astrakhan State Technical University, Sub-Department of Hydrobiology and General

го государственного технического университета. Тел. +79033493307, ул. Татищева, 16, Астрахань, Россия, e-mail: kotas@inbox.ru

Вячеслав Ф. Зайцев* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Гидробиология и общая экология», Институт рыбного хозяйства биологии и природопользования Астраханского государственного технического университета. Тел. +79086172200, ул. Татищева, 16, Астрахань, 414025Россия, e-mail: viacheslav-zaitsev@yandex.ru

Ecology, Phone: +7903349330716 Tatishchev st., Astrakhan, 414025 Russia, e-mail: kotas@inbox.ru

Vyacheslav F. Zaitsev* – Doctor of Agricultural Science, Professor, Astrakhan State Technical University, Head of the Sub-Department of Hydrobiology and General Ecology, Phone: +79086172200, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025 Russia, e-mail: viacheslav-zaitsev@yandex.ru

Критерии авторства

Светлана В. Котельникова сформулировала концепцию, организовала исследование, участвовала в сборе, анализе и интерпретации экспериментального материала, отвечает за оригинальность исследования. Андрей В. Котельников учувствовал в сборе и обработке результатов исследования, отвечает за достоверность математического анализа. Вячеслав Ф. Зайцев отвечает за корректировку рукописи и перевод до подачи статьи в редакцию.

Contribution

Svetlana V. Kotelnikova formulated the concept, organized the study, participated in collection, analysis and interpretation of experimental data, she is responsible for the originality of this research. Andrey V. Kotelnikov took part in the collection and processing of research results, he is responsible for the accuracy of the mathematical analysis. Vyacheslav F. Zaitsev is responsible for the correction of the manuscript and the translation before submitting the article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 20.02.2016
Принята в печать 30.03.2016

Received 20.02.2016
Accepted for publication 30.03.2016

Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 621.315.592
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-192-198

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ CdS – $AgInS_2$

[1] Магомед А. Абдуллаев, [2] Джамиля А. Алхасова*
[1]лаборатория оптических явлений в конденсированных средах,
Институт Физики, Дагестанский Научный Центр РАН, Махачкала, Россия;
[2]лаборатория комплексного освоения возобновляемых источников энергии,
Институт проблем геотермии, Дагестанский Научный Центр РАН,
Махачкала, Россия, alkhasova.dzhamilya@mail.ru

Резюме. ***Цель.*** Изучение оптоэлектронных свойств солнечных элементов CdS – $AgInS_2$ путем проведения экспериментальных исследований. ***Методы.*** Пленки $AgInS_2$ для солнечных элементов CdS-$AgInS_2$ получены методом магнетронного распыления кристаллических мишеней, полученных из объемных слитков. Слои сульфида кадмия наносились на пленки $AgInS_2$ электрохимическим методом в растворе солей кадмия, аммиака и тиомочевины. Объёмные кристаллы $AgInS_2$ получали в два этапа: непосредственным сплавлением исходных компонентов (99,999) в стехиометрическом соотношении с последующей направленной кристаллизацией в вертикальной печи; повторный синтез осуществляли ступенчатым нагреванием полученных слитков с выдержкой при температурах близких к температурам плавления элементов в двухзонной горизонтальной печи. ***Результаты.*** В работе приводятся результаты экспериментальных исследований электрических свойств и фоточувствительности пленочных гетеропереходов CdS-$AgInS_2$, полученных методом магнетрона. Измерены вольтамперные характеристики и квантовая эффективность фотопреобразования при температурах 250-356 К. Определены токи короткого замыкания до 25 mA/см^2 и напряжения холостого хода 0,38 В. ***Выводы.*** Вопросы изучения свойств солнечных фотоэлементов в последнее время занимают важное место. Результаты, представленные в работе, будут способствовать более эффективному преобразованию солнечной энергии в электрическую.
Ключевые слова: солнечные фотоэлементы, пленочные гетеропереходы, кристаллическая решетка, метод магнетрона, квантовая эффективность фотопреобразования.

Формат цитирования: Абдуллаев М.А., Алхасова Д.А. Оптоэлектронные свойства солнечных элементов CdS – $AgInS_2$ // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. С.192-198. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-192-198

OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF CdS – $AgInS_2$ SOLAR CELLS

[1]Magomed A. Abdullaev, [2]Dzhamilya A. Alkhasova*
[1]Laboratory of optical phenomena in condensed medium, Institute of Physics,
Dagestan Scientific Center, RAS, Makhachkala, Russia;
[2]Laboratory of comprehensive development of renewable energy sources,
Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center, RAS,
Makhachkala, Russia, alkhasova.dzhamilya@mail.ru

Absatract. ***Aim.*** To conduct experimental studies of optoelectronic properties of CdS - $AgInS_2$ solar cells. ***Methods.*** $AgInS_2$ films for solar cell CdS-$AgInS_2$ were obtained by magnetron sputtering of crystalline targets derived from bulk ingots. Cadmium sulfide layers were deposited on the $AgInS_2$ films by an electrochemical method in cadmium salts solution, thiourea and ammonia. $AgInS_2$ bulk crystals were obtained in two stages: a direct fusion of the primary components (99,999) in a stoichiometric ratio, followed by directional solidification in a vertical furnace; re-synthesis has been performed on a staggered basis by heating the obtained ingots at temperatures close to the melting points of elements in the two-zone horizontal furnace. ***Findings.*** The paper presents the results of experimental studies of the electrical properties and photosensitivity of CdS-$AgInS_2$ film heterojunction obtained by the magnetron. We measured the current-voltage characteristics and quantum efficiency of photoconversion at temperatures up to 250-356 K. We also identified the short circuit current of up to 25 mA/cm^2 and open circuit voltage of 0.38 V. ***Conclu-***

sions. The study of the properties of solar cells in recent years has an important place. The results presented in the work would contribute to more efficient conversion of solar energy into electricity.
Keywords: solar cells, film heterojunctions, crystal lattice, method of the magnetron, quantum efficiency of photoconversion.

For citation: Abdullaev M.A., Alkhasova D.A. Optoelectronic properties of CdS – $AgInS_2$ solar cells. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 192-198. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-192-198

ВВЕДЕНИЕ

В общем комплексе исследований по ВИЭ изучение солнечных фотоэлементов занимает важное место [1, 2]. В последнее время большое внимание уделяется получению фотоэлементов на базе тройных полупроводниковых соединений A^2 B^3 C^6, где достигнуты значения КПД 20% и более. Соединения этой группы и их твёрдые растворы благодаря прямозонной структуре энергетических зон, высоким значениям коэффициента оптического поглощения (до 10^7 $м^{-1}$), устойчивости кразличного рода внешним воздействиям могут быть хорошими абсорберами для эффективных и недорогих солнечных фотоэлементов.

Одним из способов практического осуществления эффективного преобразования солнечной энергии является использование каскадных солнечных элементов на основе нескольких полупроводниковых материалов с соответствующим образом подобранными зонами, значительно отличающимися по ширине, т.е. фотоны имеющие большую энергию поглощаются в первом элементе, остальная часть излучения попадает во второй элемент, в котором также поглощаются наиболее высокоэнергетические фотоны, а непоглощённое излучение поступает в третий элемент и т. д. [3].

Гетероструктуры на объёмных кристаллах и плёнках $AgInS_2$ практически не исследованы и изучение фотоэлектрических свойств этого материала, как одного из компонентов каскадного преобразователя солнечной энергии, представляет научный и практический интерес.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований электрических свойств и фоточувствительности плёночных гетеропереходов CdS-$AgInS_2$, полученных методом магнетрона [4].

Объёмные кристаллы $AgInS_2$ получали в два этапа: непосредственным сплавлением исходных компонентов (99,999) в стехиометрическом соотношении с последующей направленной кристаллизацией в вертикальной печи, описанной в [5, 6]; повторный синтез осуществляли ступенчатым нагреванием полученных слитков с выдержкой при температурах близких к температурам плавления элементов в двухзонной горизонтальной печи. После выдержки 10-12 часов первую зону печи охлаждали со скоростью 3 К/ч до температуры кристаллизации соответствующего образца, не изменяя температуру второй зоны. При этой температуре выращивали кристаллы, одновременно плавно изменяя наклон печи до 60 градусов. После прохождения зоны температурного градиента кристаллы отжигали в нижней зоне в течение 120 часов.

Плёнки $AgInS_2$ получали методом магнетронного распыления кристаллических мишеней, полученных из объёмных слитков. Расстояние между катодом и анодом - 9 мм, между катодом и подложкой - 34 мм. Перед включением рабочая камера откачивалась до давления $6 \cdot 10^{-3}$ Па. Время распыления составляло 1,5-2 часа, толщина плёнок 1,5-2 мкм, напряжение электрического поля 200 В/см, рабочий ток 16 мА.

Структуру и фазовый состав определяли используя рентгендифрактометр ДРОН-2, CuK_α - излучение, в диапазоне углов $2\theta=10\div90^\circ$. Идентификация фаз проводилась сравнением межплоскостных расстояний с данными картотеки JCPDS. Элементный состав, морфологию и дисперсию изучали микроскоп-микроанализатором LEO-1450 с разрешением до 10 нм, увеличением до 14•103, кварцевым кристалл-анализатором, приставкой для рентгеновско-

го микроанализа EDS. Анализировались пленки, однородные по структуре (рентгендифрактограммы, рис. 1) и электросопротивлению на поверхности.

Для получения p-n гетеропереходов пленки $AgInS_2$ отжигали в вакууме за 60 мин при 200 ^{0}C.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Термическое воздействие в процессе сборки солнечных элементов имеет важное значение не только как средство определения изменений характеристик уже изготовленных приборов, но и как процесс, позволяющий получить информацию об их термостойкости. Установление взаимосвязи между свойствами области границы раздела и рабочими характеристиками элементов позволяет выявить возможные механизмы деградации. Например, выходные параметры элемента, отжигавшегося при температуре 60 ^{0}C в атмосфере аргона в течение 2 часов, а затем охлаждённого до 28 ^{0}C практически не изменяются. Отжиг элементов на основе CdS-$AgInS_2$ при температуре более чем 200 ^{0}C приводит к ухудшению их характеристик [7].

На рис. 1 приводятся дифрактограммы полученных монокристаллов (а) и пленок методом магнетрона (б).

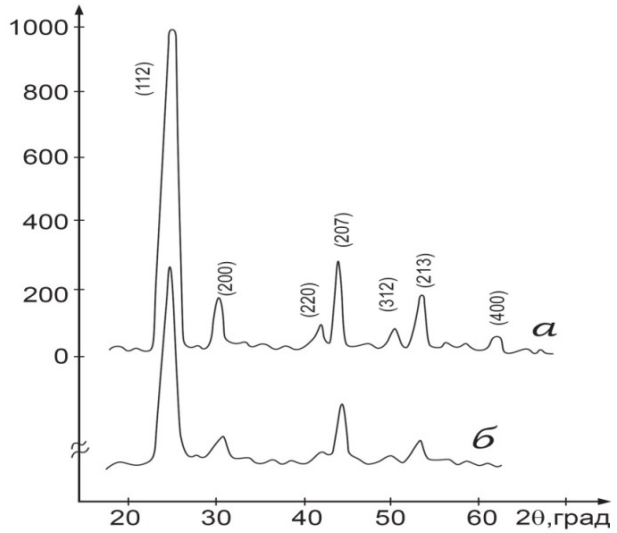


***Рис. 1.* Дифрактограммы монокристаллов (а) и пленок (б)**
***Fig. 1.* Difractogramms of monocrystals (a) and films (b)**

На слоях (а) наблюдается больше рентгеновых рефлексов, близких к данным объемного монокристалла. В слоях ярко выражены 112 и 220, а в пленках магнетрона - рефлексы 112 и 204.

На поверхность $AgInS_2$ наносились низкоомные пленки CdS методом электрохимического разложения, толщиной менее 1мкм. Раствор содержал соли кадмия, аммиак и тиомочевину. Сульфид кадмия и дисульфид индия серебра имеют близкие значения постоянных кристаллической решетки, что уменьшает рекомбинационные процессы на интерфейсе. Различный тип кристаллической решетки не препятствует образованию качественной гетероструктуры, т.к. межатомные расстояния мало различаются.

В полученных структурах наблюдается эффект выпрямления, пропускное направление отвечает отрицательной полярности внешнего смещения на CdS. На рис. 2 приводятся графики вольтамперных характеристик (ВАХ) двух из исследованных структур. Прямая ветвь этих характеристик выше напряжения отсечки V_0 описывается выражением $V=V_0+RI$, где R - последовательное сопротивление структуры. Механизмы токопрохождения определялись по ВАХ в модели Андерсона, поскольку рассогласование кристаллических решеток в CdS-$AgInS_2$ по-

рядка 1%. Тогда прямой ток описывается суммой трех составляющих I_{1-3}:

$$I = I_1 \exp\left(\frac{eV}{kT}\right) + I_2 \exp\left(\frac{eV}{2kT}\right) + I_3 \exp\left(\alpha - \beta\sqrt{\varphi - eV}\right), \quad (1)$$

где I_{1-3} - токи отсечки при нулевом напряжении на барьере φ, α и β – коэффициенты.

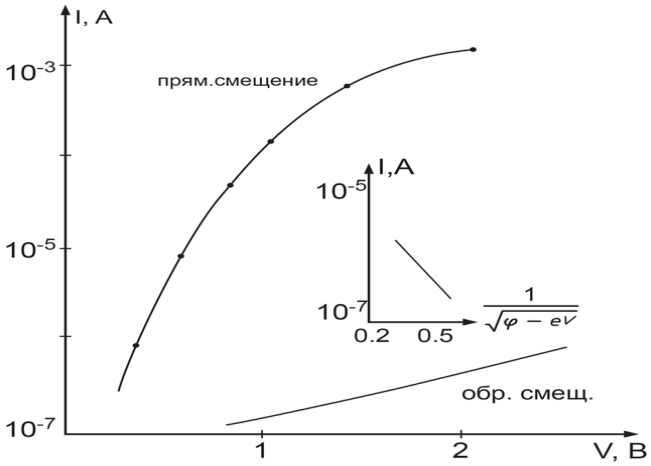


Рис. 2. **ВАХ структуры CdS - $AgInS_2$**
На вставке: туннелирование, обратное смещение
Fig. 2. **Current-voltage characteristics of CdS - $AgInS_2$ structure**
Insert: tunneling, reverse bias

Зависимости вида exp(eV/кт) на ВАХ не наблюдаются. Тогда основным механизмом можно считать токи генерации - рекомбинации в обеднённом слое. Толщина обеднённой области d~0,5 мкм определяется в модели Андерсона.

Туннелирование в малых прямых смещениях проявляется током менее одного порядка и причиной зависимостиI(V) можно считать переход через ряд уровней в области пространственного заряда (ОПЗ) структуры. При 300 К диффузионный потенциал 0,55 эВ близок к опытной величине токового напряжения отсечки, а значения тока насыщения I_S определяются по формуле:

$$I_S = s p N_d (D_n \tau_n)^{\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{eV}{kT}\right), \quad (2)$$

где s - площадь диода, индекс n относится к неосновным носителям, p – коэффициент пропускания через границу раздела. Принимая s~0,1 см^2, $N_d=10^{16}$ см$^{-3}$, D_n=1 см^2/с, $\tau_n=10^{-9}$ с, V=0,5 эв получим при 300 КI_S~p·10^{-9} А. Опытное значение тока насыщения составляет 10^{-8}А, а экспериментальные зависимости lnI_S от 10^3/T аппроксимируются прямой с наклоном 1,85эв, что соответствует ширине запрещенной зоны $AgInS_2$. На границе раздела между обеднённым слоем и нейтральной областью x=d фотогенерированные дырки втягиваются сильным полем ОПЗ и время жизни без рекомбинации (захвата) определяется их подвижностью μ, средняя длина пути дрейфа $\mu\tau E=x_p$. Для $AgInS_2 \mu_n >> \mu_p$ и разделение зарядов происходит эффективно на границах ОПЗ 0 и d.

В обратных смещениях наблюдаются токи генерации и туннелирования. Для генерации в ОПЗ I_2 - exp(eV/2кт), что подтверждается температурной зависимостью I_2. Туннельный ток с повышением обратного смещения имеет корневую зависимость от напряжения (вставка на рис. 2). Параметры α и β не зависят от температуры, т.е. туннельные переходы происходят в валентной зоне абсорбера. Отклонение опытных ВАХ от зависимости (1) при низких V связано с вкладом токов генерации.

Измерения электрических параметров свидетельствуют о том, что в p-$AgInS_2$ про-

исходит существенная самокомпенсация акцепторных и донорных уровней [8]. В результате уменьшается время жизни неосновных носителей заряда и ухудшаются как темновые, так и световые ВАХ. С другой стороны несоответствие параметров кристаллических решёток $AgInS_2$ и CdS хотя относительно и не велико, но в определённой степени тоже способствует снижению $I_{кз}$. В идеальном случае механические напряжения, вызванные несоответствием решёток, компенсируются сосредоточенными в тонком слое дислокациями. Оборванные связи приводят к появлению ловушек в запрещённой зоне. Такие ловушки могут возникать даже при различии периодов решётки в 1%, влияют на энергетическую зонную диаграмму у поверхности раздела и в обеднённой области [9].

Полученные структуры фоточувствительны, знак фотонапряжения соответствует плюсу на $AgInS_2$, что совпадает с направлением выпрямления. На рис. 3 приводятся графики квантовой эффективности фотопреобразования в режиме напряжения холостого хода.

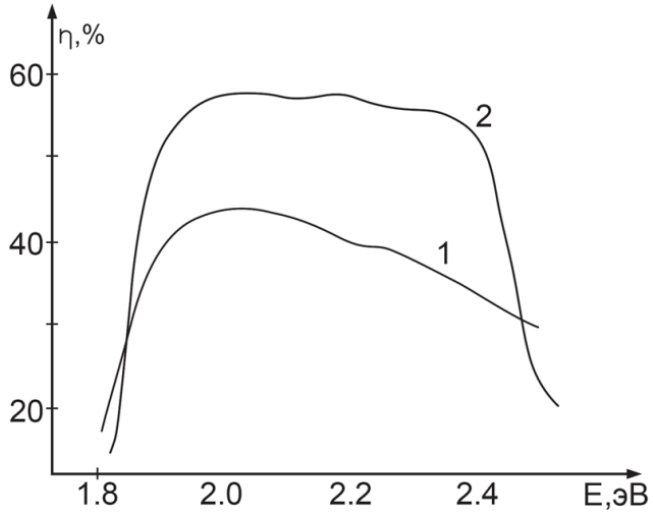


Рис. 3. **Спектральная зависимость коэффициента заполнения η носителей заряда в гетероструктуре CdS - $AgInS_2$ до и после отжига (кривые 1, 2)**
Fig. 3. **Spectral dependence of the fill factor of the η charge carriers in the heterostructure of CdS - $AgInS_2$ before and after annealing (curves 1, 2)**

Фоточувствительность наблюдается в интервале 1,9-2,4 эВ, что соответствует границам поглощения составляющих гетероструктуры. Экстраполяцией зависимости η^2 от энергии фотона было получено значение 1,85 эВ, близкое к данным литературы по ширине запрещенной зоны $AgInS_2$.

Суммарное напряжение холостого хода, включающее потери на ОПЗ, интерфейсе и межкристаллических прослойках составляет 460 mV и зависит в основном от времени жизни носителей заряда τ, коэффициента диффузии D и мощности светового потока [10].

$$V_{XX} = \frac{Eg}{e} - \frac{kT}{e}\ln\left(\frac{eDN_C N_V}{I_{K3} L N_A}\right) \qquad (3)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полагаем $L=\sqrt{D\tau}$, $D = кT/eμ$, $μ= 150 см^2/Вс$, $τ \geq 10^{-11}$с. В эксперименте V_{xx} для пленок магнетрона составляет 0,38 В, а $I_{кз}$ зависит от последовательного сопротивления

структуры и увеличивается с легированием слоя $AgInS_2$. При освещении светом вольфрамовой лампы накаливания с температурой нити ~2000 ^{0}C, освещенности, близкой к солнечной, $1{,}4 \cdot 10^5$ лк в структурах нагрузочная характеристика дает коэффициент заполнения до 60%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коутс Т., Микин Д. Современные проблемы полупроводниковой фотоэнергетики. М.: Мир, 1988. 365 с.
2. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика. М.: Физматлит, 2010. 256 с.
3. Ariezo M. and Loferski J.J. Proceedings of the 13th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Washington, DC. 1978, 898 p.
4. Абдуллаев М.А., Ахмедов А.К., Магомедова Дж.Х., Хохлачев П.П. Свойства пленок $AgInSe_2$, полученных методом магнетронного распыления // Неорганические материалы. 2012. Т. 48. N10. С. 1114-1117.
5. Абдуллаев М.А., Амирханова Д.Х., Гаджиева Р.М., и др. Получение и исследование кристаллов и пленок $CuInSe_2$ // Неорганические материалы. 1992. Т. 28. N5. С. 961-964.
6. Абдуллаев М.А., Алхасов А.Б., Магомедова Дж.Х. Получение и свойства каскадного преобразователя солнечной энергии с двумя гетеропереходами $CuInSe_2$-$AgInSe_2$-CdS // Неорганические материалы. 2014. Т. 50. N3. С. 250-255.
7. Палчаева Ф.Д., Абдуллаев М.А., Магомедова Дж.Х., Хохлачев П.П. Локализация электронов в диспергированных кристаллах $AgInSe_2$ при отжиге и компенсации // Сборник трудов международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах», Махачкала, 2012. С.105-108.
8. Arredonto C.A., Gordillo G. Photoconductive and electrical transport properties of AgInSe2 thin films prepares by co-evaporation. Physica B, 2011, Vol. 405, P. 3694-3699.
9. Matare H. F. Defect Electronics in Semiconductors. Wiley (Interscience). New York. 1971. pp. 234.
10. Абдуллаев М.А., Камилов И.К., Исмаилов Ш.М., Магомедова Дж.Х., Хохлачев П.П. Влияние пленок оксида цинка на электросопротивление и фотоэдс в структурах $CuInSe_2$ // Международный симпозиум ОДРО-14. Сочи, Лоо, 2011. С. 62-65.

REFERENCES

1. Kouts T, Mikin D. *Sovremennye Problemy Poluprovodnikovoi Fotoenergetiki* [Current problems in the semiconductor photovoltaics]. Moscow, Mir Publ., 1988. 365 p. (In Russian)
2. Alkhasov A.B. Vozobnovlyaemaya Energetika [Renewable energy]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2010. 256 p. (In Russian)
3. Ariezo M. and Loferski J.J. Proceedings of the 13th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Washington, DC. 1978, 898 p.
4. Abdullayev M.A., Akhmedov A.K., Magomedova J.Kh., Khokhlachov P.P. Properties of films $AgInSe_2$ obtained by magnetron sputtering. Neorganicheskiye Materialy [Inorganic materials]. 2012, vol. 48, no. 10, pp. 1114-1117. (In Russian)
5. Abdullayev M.A., Amirkhanova D.H., Gadzhiyeva R.M., et al. Preparation and study of the crystals and films $CuInSe_2$. Neorganicheskiye Materialy [Inorganic Materials]. 1992, vol. 28, no. 5, pp. 961-964. (In Russian)
6. Abdullayev M.A., Alkhasov A.B., Magomedova J.Kh. Preparation and properties of a cascade solar power inverter with two heterojunctions $CuInSe_2$-$AgInSe_2$-CdS. Neorganicheskiye Materialy [Inorganic materials]. 2014, vol. 50, no. 3, pp. 250-255. (In Russian)
7. Palchayeva F.D., Abdullayev M.A., Magomedova J.Kh., Khokhlachov P.P. Localization of electrons in dispersed crystals $AgInSe_2$ during annealing and compensation. *Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii "Fazovye perekhody, kriticheskiye i nelineynye yavleniya v kondensirovannykh sredakh"* [Proceedings of the International Conference "Phase transitions, critical and nonlinear phenomena in condensed media"]. Makhachkala, 2012, pp. 105-108. (In Russian)
8. Arredonto C.A., Gordillo G. Photoconductive and electrical transport properties of AgInSe2 thin films prepares by co-evaporation. Physica B, 2011, Vol. 405, P. 3694-3699.
9. Matare H. F. Defect Electronics in Semiconductors. Wiley (Interscience). New York. 1971. pp. 234.
10. Abdullayev M.A., Kamilov I.K., Ismailov Sh.M., Magomedova J.Kh., Khokhlachov P.P. Influence of ZnO films on the electrical resistance and photo-emf in the structures of $CuInSe_2$. *Mezhdunarodnyy simpozium ODRO 14* [International symposium ODRO 14], Sochi, Loo, 2011, p. 62-65. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Магомед А. Абдуллаев – ведущий научный сотрудник Института физики ДНЦ РАН, доктор физико-математических наук, Махачкала, Россия,
e-mail: magomed-dnzran@rambler.ru

Джамиля А. Алхасова* – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Институт проблем геотермии, Дагестанский Научный Центр РАН.
Россия, 367030, Махачкала, пр. И. Шамиля, 39А,
e-mail: alkhasova.dzhamilya@mail.ru.

Критерии авторства

Магомед А. Абдуллаев – разработка научной концепции статьи, проведение экспериментальных исследований свойств пленочных гетеропереходов CdS-$AgInS_2$. Джамиля А. Алхасова – обзор литературных источников по исследуемой проблеме, анализ полученных экспериментальных данных. Оба автора ответственны за обнаружение плагиата.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 25.01.2016
Принята в печать 18.02.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Magomed A. Abdullaev – leading researcher at the Institute of Physics DSC RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Makhachkala, Russia, e-mail: magomed-dnzran@rambler.ru

Dzhamilya A. Alkhasova* – senior researcher, Candidate of Technical Sciences, Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center of RAS
39A, I. Shamil prospekt, Makhachkala, 367030, Russia, e-mail: alkhasova.dzhamilya@mail.ru.

Contribution

Magomed A. Abdullaev development of the concept of a scientific article, conducting experimental studies of the properties of CdS-$AgInS_2$ film heterojunction. Dzhamilya A. Alkhasova review of the literature sources on the researched topic, the analysis of the experimental data. Both authors are responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 25.01.2016
Accepted for publication 18.02.2016

Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 546.682.23:537.32
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-199-204

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПЛЕНОК $AgInS_2$

[1]Магомед А. Абдуллаев, [2]Джамиля А. Алхасова*
[1]лаборатория оптических явлений в конденсированных средах,
Институт Физики, Дагестанский Научный Центр РАН,
Махачкала, Россия;
[2]лаборатория комплексного освоения возобновляемых источников энергии,
Институт проблем геотермии, Дагестанский Научный Центр РАН,
Махачкала, Россия, alkhasova.dzhamilya@mail.ru

Резюме. ***Цель.*** Получение пленок $AgInS_2$ и изучение их электрофизических и оптических свойств. ***Методы.*** Образцы тонких пленок $AgInS_2$ для измерений получали методом магнетронного распыления на постоянном токе. Структуру, фазовый и элементный состав изучали с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-2 (CuK_a – излучение), микроскопа-микроанализатора LEO-1450 с приставкой EDS для рентгеновского микроанализа. Оптическое пропускание и поглощение исследовали на монохроматоре МДР-2 в интервале длин волн 400-800 нм с электрометром Keitley и ФД-10Г, спектральное разрешение ±1 мэВ. Электропроводность, эффект Холла определяли четырехзондовым методом на омических индиевых контактах. Измерения проводили в интервале температур 77-400 К. ***Результаты.*** Методом магнетронного распыления получены пленки дисульфида индия и серебра толщиной до 1 мкм на кварцевых подложках. Показано, что повышение температуры подложки до ~450 ^{0}C позволяет получить однофазные пленки со структурой халькопирита с шириной запрещенной зоны 1,88 эВ, с высоким (>10^4см$^{-1}$) коэффициентом поглощения. ***Выводы.*** Возможность получения пленок в широком интервале электрического сопротивления и вариации электрических параметров при неизменной стехиометрии представляет интерес для эффективных технологий фотопреобразования.
Ключевые слова: пленки $AgInS_2$, метод магнетронного распыления, кристаллическая решетка, эффект Холла, электропроводность, коэффициент поглощения, ширина запрещенной зоны

Формат цитирования: Абдуллаев М.А., Алхасова Д.А. Получение и свойства пленок $AgInS_2$ // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.199-204. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-199-204

OBTAINING AND PROPERTIES OF $AgInS_2$ FILMS

[1]Magomed A. Abdullaev, [2]Dzhamilya A. Alkhasova*
[1]Laboratory of optical phenomena in condensed medium, Institute of Physics,
Dagestan Scientific Center, RAS, Makhachkala, Russia;
[2]Laboratory of comprehensive development of renewable energy sources,
Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center, RAS,
Makhachkala, Russia, alkhasova.dzhamilya@mail.ru

Abstract. ***Aim.*** The aim is to obtain $AgInS_2$ films and study their electrical and optical properties. ***Methods.*** The samples of thin $AgInS_2$ films for measurement were obtained by the method of magnetron sputtering with direct current. The structure, phase and elemental composition were studied using DRON-2 X-ray diffractometer (CuK_a - radiation) and the microscope LEO-1450 with EDS attachment for X-ray microanalysis. The optical transmittance and absorption were examined using MDR-2 monochromator in the wavelength range of 400-800 nm with the Keitley electrometer and FD-10G; we applied the spectral resolution of ± 1 meV. The electrical conductivity, Hall effect was measured by the four-point probe method with indium ohmic contacts. Measurements were carried out in the temperature range of 77-400 K. ***Findings.*** We obtained indium disulfide and silver films with the thickness of up to 1 μm on quartz substrates by magnetron sputtering. It is shown that increasing the substrate temperature to about 450 ^{0}C allows to obtain single phase film with a chalcopyrite structure with a band gap of 1.88 eV and high absorption coefficient (>10^4см$^{-1}$). ***Conclusions.*** The possibility of obtaining films in a wide range of the electrical resistance and variation of the electrical parameters at constant stoichiometry is of interest for efficient technologies of phototransduction.

Keywords: $AgInS_2$ films, magnetron sputtering method, crystal lattice, Hall effect, electrical conductivity, absorption coefficient, band gap.

For citation: Abdullaev M.A., Alkhasova D.A. Obtaining and properties of $AgInS_2$ films. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 199-204. (In Russian) DOI: 10.18470 /1992-1098-2016-2-199-204

ВВЕДЕНИЕ

Дисульфид индия серебра относится к группе полупроводников $A^{I}B^{III}C_2^{VI}$, которые перспективны в солнечной фотоэнергетике [1, 2]. Этот полупроводник интересен для применения в фотоэлементах концентрированного солнечного излучения, в каскадных структурах с градиентом ширины запрещенной зоны. Сочетание дисульфида индия серебра, и, например, диселенида индия меди с общей базой из CdS может привести к росту КПД до нескольких десятков процентов [3, 4]. $AgInS_2$ обладает высоким коэффициентом оптического поглощения (>10^4 см$^{-1}$), высокой радиационной стойкостью и малым рассогласованием кристаллических решеток полупроводников, обозначенных выше. В многослойных структурах можно регулировать параметры объемного заряда и эффективность разделения носителей, что приводит к активным исследованиям таких сочетаний. Объемные кристаллы и пленки $AgInS_2$ практически не исследованы.

Целью данной работы является получение пленок $AgInS_2$ и изучение их электрофизических и оптических свойств.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Образцы тонких пленок $AgInS_2$ для измерений получали методом магнетронного распыления на постоянном токе. Распыляли кристаллические мишени, полученные из объемных слитков методом Бриджмена [5-7] из составляющих высокой чистоты в стехиометрии. Применяли двойные вакуумированные и запаянные кварцевые ампулы; внутренние ампулы графитизировали и откачивали до 10^{-3} Па. Ампулы нагревали медленно в вертикальной печи до температуры 950 ^{0}C. После выдержки температуру уменьшали со скоростью 2 ^{0}C/ч до температуры кристаллизации ~ 785 ^{0}C. Далее проводили вибрационное перемешивание, затем ампулы проводили через температурный градиент 35-40 ^{0}C и охлаждали в режиме выключенной печи.

Пленки получали с помощью магнетронного источника планарной конструкции. Расстояние между анодом и катодом 9 мм, между катодом и подложкой 34 мм. Рабочую камеру откачивали до давления $6\cdot10^{-3}$ Па и напускали газовую смесь $Ar+H_2$ с общим давлением 0,2 Па. Присутствие водорода приводит к заполнению сульфидных вакансий, и пленки получаются с более высоким сопротивлением. Парциальное давление водорода составляло $1{,}5\cdot10^{-3}$ Па, что при напуске аргона до 0,2 Па соответствовало концентрации водорода 2 моль%. Давление водорода в рабочей камере устанавливали перед включением магнетрона с помощью ионизационной лампы ПМИ-2, после чего напускался аргон. До поджига плазмы:

$$p_{H_2} = \frac{kqp}{1-k+kq}, \qquad (1)$$

где k (отн. ед.) =0,01CH_2; $q = \dfrac{q_{H_2}}{0{,}2q_{H_2} + 0{,}8q_{Ar}} \approx 1{,}2$; $q_{Ar} = 1{,}56$; $q_{H_2} = 0{,}6$ [8].

Время распыления 1ч, толщина пленок ~ 0,5 мкм, напряжение электрического поля 200 В/см, рабочий ток 16 мА. При положительных смещениях напряжения на катоде с подложкой толщина пленок возрастает до 1 мкм.

Пленки наносились на кварцевые подложки размером 1x1x0,1 см, которые химически очищались. Для варьирования сопротивления часть пленок отжигали в парах сульфида или в вакууме при 380-400 ^{0}C в течение 15 минут. До и после отжига пленки имели зеркальную поверхность и хорошую адгезию.

Структуру, фазовый и элементный состав изучали с помощью рентгеновского ди-

фрактометра ДРОН-2 (CuK_a – излучение), микроскопа-микроанализатора LEO-1450 с приставкой EDS для рентгеновского микроанализа.

Оптическое пропускание и поглощение исследовали на монохроматоре МДР-2 в интервале длин волн 400-800 нм с электрометром Keitley и ФД-10Г, спектральное разрешение ±1 мэВ.

Электропроводность, эффект Холла определяли четырехзондовым методом на омических индиевых контактах. Измерения проводили в интервале температур 77-400 К. Параметры, определяющие электронную проводимость, находили из уравнения

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-E_a/(kT)\right), \quad (2)$$

где σ- электропроводность, E_a – энергия активации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлена типичная дифрактограмма полученных пленок $AgInS_2$.

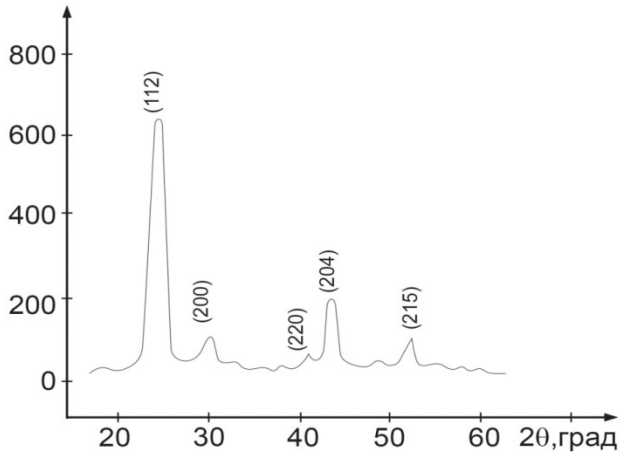


***Рис.1.* Дифрактограммапленок $AgInS_2$**
***Fig.1.* X-ray diffraction pattern of $AgInS_2$ films**

Из анализа следует, что пленки однофазны и имеют кристаллическую решетку халькопирита с постоянными решетки a=0,698 нм и c=0,665 нм, которые согласуются с параметрами объемных кристаллов [9]. Дополнительные рефлексы халькопиритной фазы в объемной форме (200, 220, 204, 312, 215) в пленках проявляются с меньшей интенсивностью: 220, 312, 215. Структура пленок зависит от температуры подложки: ниже 340 ^{0}C наблюдается аморфная структура. Тип проводимости определяли методом Холла и термопробыn=10^{18}-10^{15} см$^{-3}$, электропроводность 15-10^{-3} Ом/см при 300 К.

На рис. 2 приведены температурные зависимости электропроводности ряда исследованных образцов.

Видно, что с уменьшением концентрации электронов наблюдается переход металлической проводимости к полупроводниковой. Область перехода металл-диэлектрик в данном случае приходится на концентрации ниже 10^{18} см$^{-3}$, поскольку критерий r~3a выполняется при n=2·10^{17} см$^{-3}$. Здесь a-боровский радиус донора, равный $h^2/4\pi^2me^2$;

$r=((3/4\pi)(N_D- N_A)^{-1})^{1/3}$; h-постоянная Планка; e- заряд электрона; N_D, N_A– концентрации доноров и акцепторов; $m=0{,}095m_0$ – эффективная масса электрона в$AgInS_2$, определенная по термо-э.д.с.

В образцах 1 и 2 имеет место металлическая и полуметаллическая проводимость. В образцах 3 и 4, которые отличаются более высокой температурой подложки (450 и 500 ^{0}C), проводимость имеет полупроводниковый характер. С понижением температуры наблюдается вымораживание. Величина энергии активации находится в интервале 130-180 мэВ и возрастает с ростом температуры подложки. Значения подвижности возрастают в интервале температур 200-300 К по степенному закону. Ниже температур 150-

140 К в компенсированных образцах активационный закон (2) изменяется и наклон зависимостей $\sigma(T)$ уменьшается.

На рис. 3 приведены зависимости коэффициента поглощения от длины волны падающего излучения и ширина запрещенной зоны при комнатной температуре.

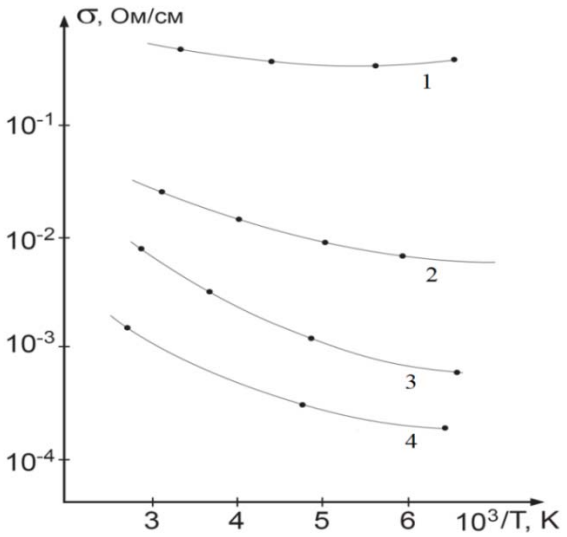


Рис.2. **Температурные зависимости электропроводности исследованных образцов $AgInS_2$: объемный кристалл (1), пленки (2-4)**

Fig.2. **Temperature dependence of the electrical conductivity of the $AgInS_2$ samples: bulk crystal (1), films (2-4)**

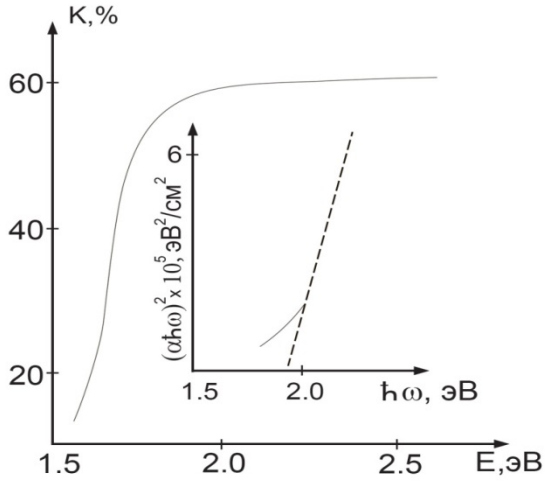


Рис.3. **Зависимость коэффициента поглощения от длины волны падающего излучения и ширина запрещенной зоны при комнатной температуре**

Fig.3. **The dependence of the absorption coefficient on the wavelength of incident radiation, and the band gap at room temperature**

Как видно из рисунка наблюдается экспоненциальный урбаховский край, а ход коэффициента поглощения в интервале 10-60 % не имеет особенностей, что свидетельствует об однородности и однофазности пленки. Ширину запрещенной зоны при T=300 К определяли экстраполяцией прямолинейного участка зависимости $[\alpha\hbar\omega]^2$ от энергии фотона $\hbar\omega$ (см. вставку на рис.3) до пересечения с осью абсцисс. Так как значения $[\alpha\hbar\omega]^2$ лежат на прямой линии в зависимости от $\hbar\omega$, можно заключить, что оптиче-

ские переходы прямозонные [10], а ширина запрещенной зоны равна 1,88 эВ и близка к данным объемного кристалла $AgInS_2$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методом магнетронного распыления получены пленки дисульфида индия и серебра толщиной до 1 мкм на кварцевых подложках. Показано, что повышение температуры до ~450 ^{0}C позволяет получить однофазные пленки со структурой халькопирита с шириной запрещенной зоны 1,88 эВ, с высоким (>10^4см$^{-1}$) коэффициентом поглощения.

Возможность получения пленок в широком интервале электрического сопротивления и вариации электрических параметров при неизменной стехиометрии представляет интерес для эффективных технологий фотопреобразования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чопра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы. М.: Мир, 1986. 440 с.
2. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика. М.: Физматлит, 2010. 256 с.
3. Ariezo M. and Loferski J.J. Proceedings of the 13th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Washington, DC. 1978, 898 p.
4. Абдуллаев М.А., Алхасов А.Б., Магомедова Дж.Х. Получение и свойства каскадного преобразователя солнечной энергии с двумя гетеропереходами $CuInSe_2$-$AgInSe_2$-CdS // Неорганические материалы. 2014. Т. 50. N3. С. 250-255.
5. Абдуллаев М.А., Амирханова Д.Х., Гаджиева Р.М., и др. Получение и исследование кристаллов и пленок $CuInSe_2$ // Неорганические материалы. 1992. Т. 28. N5. С. 961-964.
6. Палчаева Ф.Д., Абдуллаев М.А., Магомедова Дж.Х., Хохлачев П.П. Локализация электронов в диспергированных кристаллах $AgInSe_2$ при отжиге и компенсации // Сборник трудов международной конференции «Фазовые переходы, критические и нелинейные явления в конденсированных средах», Махачкала, 2012. С. 105-108.
7. Абдуллаев М.А., Ахмедов А.К., Магомедова Дж.Х., Хохлачев П.П. Свойства пленок $AgInSe_2$, полученных методом магнетронного распыления // Неорганические материалы. 2012. Т. 48. N10. С. 1114-1117.
8. Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. М.: Энергоатомиздат, 1989. 328 с.
9. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Под ред. Новоселовой А.В., Лазарева В.Б. М.: Наука, 1979. 480 с.
10. Уханов Ю.Н. Оптические свойства полупроводников. М.: Наука, 1977. 324 с.

REFERENCES

1. Chopra K., Das S. *Tonkoplenochnye solnechnye elementy* [Thinfilm solar cells]. Moscow, Mir Publ., 1986. 440 p.
2. Alkhasov A.B. *Vozobnovlyaemaya Energetika* [Renewable energy]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2010. 256 p. (In Russian)
3. Ariezo M. and Loferski J.J. Proceedings of the 13th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Washington, DC. 1978, 898 p.
4. Abdullayev M.A., Alkhasov A.B., Magomedova J.Kh. Preparation and properties of a cas-cade solar power inverter with two heterojunctions $CuInSe_2$-$AgInSe_2$-CdS. NeorganicheskiyeMaterialy [Inorganic materials]. 2014, vol. 50, no. 3, pp. 250-255. (In Russian)
5. Abdullayev M.A., Amirkhanova D.H., Gadzhiyeva R.M., et al. Preparation and study of the crystals and films $CuInSe_2$. Neorganicheskiye Materialy [Inorganic Materials]. 1992, vol. 28, no. 5, pp. 961-964. (In Russian)
6. Palchayeva F.D., Abdullayev M.A., Magomedova J.Kh., Khokhlachov P.P. Localization of electrons in dispersed crystals $AgInSe_2$ during annealing and compensation. Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii "*Fazovye perekhody, kriticheskiye i nelineynye yavleniya v kondensirovannykh sredakh*" [Proceedings of the International Conference "Phase transitions, critical and nonlinear phenomena in condensed media"]. Makhachkala, 2012, pp. 105-108. (In Russian)
7. Abdullayev M.A., Akhmedov A.K., Magomedova J. Kh., Khokhlachov P.P. Properties of films $AgInSe_2$ obtained by magnetron sputtering. Neorganicheskiye Materialy [Inorganic materials]. 2012, vol. 48, no. 10, pp. 1114-1117. (In Russian)
8. Danilin B.S. *Primeneniye nizkotemperaturnoy plazmy dlya naneseniya tonkikh plenok* [The use of low-temperature plasma for the deposition of thin films]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1989. 328 p. (In Russian)

9. Novoselova A.V., Lazarev V.B., eds. *Fiziko-khimicheskiye svoistva poluprovodnikovykh veschestv* [The physicochemical properties of semiconductor substances]. Moscow, Nauka Publ., 1979. 480 p. (In Russian)

10. Ukhanov Yu. N. *Opticheskie svoistva poluprovodnikov* [Optical properties of semiconductors]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 324 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Магомед А. Абдуллаев – ведущий научный сотрудник Института физики ДНЦ РАН, доктор физико-математических наук, Махачкала, Россия, e-mail: magomed-dnzran@rambler.ru

Джамиля А. Алхасова* – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Институт проблем геотермии, Дагестанский Научный Центр РАН.
Россия, 367030, Махачкала, пр. И. Шамиля, 39А, e-mail: alkhasova.dzhamilya@mail.ru.

Критерии авторства

Магомед А. Абдуллаев – разработка научной концепции статьи, проведение экспериментальных исследований свойств пленочных гетеропереходов CdS-$AgInS_2$.
Джамиля А. Алхасова – обзор литературных источников по исследуемой проблеме, анализ полученных экспериментальных данных. Оба автора ответственны за обнаружение плагиата.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.12.2015
Принята в печать 18.01.2016

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Magomed A. Abdullaev – leading researcher at the Institute of Physics DSC RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Makhachkala, Russia, e-mail: magomed-dnzran@rambler.ru

Dzhamilya A. Alkhasova* – senior researcher, Candidate of Technical Sciences, Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center of RAS
39A, I. Shamil prospekt, Makhachkala, 367030, Russia, e-mail: alkhasova.dzhamilya@mail.ru.

Contribution

Magomed A. Abdullaev development of the concept of a scientific article, conducting experimental studies of the properties of CdS-$AgInS_2$ film heterojunction.
Dzhamilya A. Alkhasova review of the literature sources on the researched topic, the analysis of the experimental data.
Both authors are responsible for avoiding the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 17.12.2015
Accepted for publication 18.01.2016

Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 691.32:620.191.33
DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-205-212

УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

[1]Владимир А. Перфилов, [2]Ольга Н. Вольская*
[1]кафедра нефтегазовые сооружения Института строительства и ЖКХ Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета, Волгоград, Россия
[2]кафедра строительные конструкции, основания и надежности сооружений Института строительства и ЖКХ Волгоградского архитектурно-строительного университета, Волгоград, Россия, olgavolska@mail.ru

Резюме. ***Цель.*** Утилизация промышленных отходов для повышения экологической безопасности окружающей среды путем их применения при производстве строительных материалов. ***Материалы и методика.*** Произведен подбор новых оптимальных составов фибробетонных смесей с использованием промышленных сажевых отходов теплогенерирующих производств, стеклянных фибровых волокон, пластифицирующих добавок, активированной воды затворения, приготовленных с применением ультразвуковой установки. ***Результаты.*** Разработаны новые составы фибробетонов с применением сажевых отходов в качестве добавки. В результате обработки полученных экспериментальных данных установлено, что введение добавки из сажевых отходов практически во всех представленных составах способствовало увеличению прочностных характеристик фибробетонов. Установлено, что микрочастицы сажевых отходов концентрируют на своей поверхности продукты гидратации портландцемента-гидросиликаты кальция и способствуют образованию прочной микроармирующей структуры бетона. ***Выводы.*** Использование промышленных сажевых отходов в фибробетонной смеси с применением реструктурированной воды улучшает её реологические свойства, уменьшает расслоение и повышает однородность бетона. Утилизация промышленных сажевых отходов при производстве строительных материалов и изделий позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды.
Ключевые слова: сажевые отходы, безопасность окружающей среды, утилизация, фибробетоны, прочность, реструктурированная вода.

Формат цитирования: Перфилов В.А., Вольская О.Н. Утилизация промышленных отходов для повышения экологической безопасности окружающей среды // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N2. C.205-212. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-205-212

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT TO IMPROVE ENVIRONMENTAL SECURITY

[1]Vladimir A. Perfilov, [2]Olga N. Volskaya*
[1]Sub-department of Oil and Gas Facilities, Institute of Construction and Housing, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Volgograd, Russia
[2]Sub-department of Building Construction, Foundation and Structural Safety, Institute of Construction and Housing, Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Volgograd, Russia, olgavolska@mail.ru

Abstract. ***Aim.*** Disposal of industrial waste to improve the environmental safety by means of recycling and re-using in the manufacture of building materials. ***Materials and methods.*** We made a selection of new optimum compositions of fiber-concretes using industrial carbon black from heat generating productions, glass fibers, plasticizers, activated mixing water produced using an ultrasonic unit. ***Results.*** New fiber-reinforced concrete compositions were developed using carbon black as an additive. As a result of the processing of the experi-

mental data, it has been revealed that introduction of carbon black as an additive contributed to the increase of the strength characteristics of nearly all fiber-reinforced concrete compositions. It has been found that microparticles of carbon black accumulate the products of hydration of portlandcement-hydrosilicate calcium on the surface and contribute to the formation of a solid microarming concrete structure. ***Conclusions.*** The use of industrial carbon black in fibrous concrete mixture using restructured water improves its rheological properties, reduces its segregation and improves the homogeneity of the concrete. Recycling and re-using carbon black in the production of building materials will improve the environmental ecology.
Keywords: carbon black, environmental safety, recycling, fibre concrete, strength, restructured water.

For citation: Perfilov V.A., Volskaya O.N. Industrial waste management to improve environmental security. *South of Russia: ecology, development.* 2016, vol. 11, no. 2, pp. 205-212. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-2-205-212

ВВЕДЕНИЕ

Ни для кого не секрет, что в настоящее время значительными темпами увеличивается количество площадей, занятых промышленными отходами [1-4], в число которых входят сажевые отходы теплогенерирующих установок, зола, образующаяся в результате сжигания каменного угля на теплоэлектростанциях (ТЭС), отходы котельных установок, а также сажа, образовавшаяся вследствие работы газоперерабатывающих предприятий. Все эти продукты отнюдь не благоприятно влияют на окружающую среду, а наоборот являются источником поступления в неё вредных химических и биологических образований, они воздействуют как на конкретные части природы, так и на биосферу в целом. В зону угрозы попадает подземная среда, в тот момент, когда сажа, образованная в результате очистки промышленных установок, попадает со стоками в водоёмы. Скопление вторичного сырья является насущной проблемой для современного общества. Темпы роста образований золоотвалов перерабатывающей промышленности видны не вооруженным глазом, а вот коэффициент использования так называемого «вторсырья» в свою очередь ничтожно низок. Очевидно, что данная ситуация представляет серьёзную угрозу окружающей среде, а следовательно здоровью человека. Так же следует отметить, что данные площади требуют значительных затрат на их содержание, что в свою очередь приводит к увеличению себестоимости тепло - энергоносителей. Решением данной проблемы предлагается утилизация сажевых отходов путем применения их в качестве добавки при производстве строительных материалов.

В настоящее время необходимо использование современных композиционных строительных материалов с высокой прочностью, как на сжатие, так и на изгиб. Для этих целей в бетонные смеси на стадии перемешивания вводят различные виды фибровых волокон [5-10]. Использование дисперсных фибровых волокон способствует пространственному упрочнению железобетонных элементов строительной конструкции, выполненной из фибробетона. В качестве дисперсно-армирующих компонентов наибольшее распространение получили базальтовые, полимерные и стеклянные фибровые волокна. Использование стальных фибровых волокон ограничено ввиду их сравнительно большой массы, низкой коррозионной стойкости и высокой стоимости. Поэтому применение вышеуказанных легких, стойких к коррозии волокнистых заполнителей в бетонах способствует улучшению процессов структурообразования смеси, сокращению расхода стальной арматуры, портландцемента и себестоимости полученного фибробетона.

В условиях современного строительства широкое применение находят промышленные отходы, которые используются в качестве инертных заполнителей или добавок, способствующих изменению реологических свойств бетонной смеси и улучшению физико-технических свойств затвердевшего бетона. В данной работе произведен подбор оптимальных составов фибробетонных смесей с использованием промышленных сажевых отходов с целью увеличения прочностных параметров и снижения себестоимости фибробетонов за счет утилизации многотонных

скоплений вредных веществ загрязняющих окружающую среду.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе проведенных научных исследований было установлено влияние тонкодисперсных сажевых отходов на изменение структурных характеристик мелкозернистых бетонов. Для этого производился подбор рабочих составов бетонов на основе цементно-песчаной смеси с дополнительным введением стеклянных фибровых волокон и сажевых отходов. Расход тонкодисперсной сажевой добавки производился в процентном соотношении к массе портландцемента. Количество воды затворения подбиралось таким образом, чтобы подвижность смеси была примерно одинаковой и находилась в пределах стандартных значений 107-115 мм. Подбирался стандартный состав цементно-песчаного раствора в соотношении 1:2. Расход стеклянных фибровых волокон был предварительно исследован 1,2 кг/м^3. Сажевые отходы представляли собой тонкодисперсный порошок, который отбирался из отвалов ТЭЦ.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе исследований был выявлен значительный пластифицирующий эффект смеси при введении сажевых отходов, что способствовало некоторому снижению водоцементного отношения. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние добавки в виде сажевых отходов на свойства мелкозернистого фибробетона

Table 1

Effect of carbon black on the properties of the fine fiber-reinforced concrete

№ состава Number of composition	**Количество добавки в виде сажевых отходов, % от массы цемента** The amount of carbon black % by weight of cement	**Расплыв конуса, мм** The Flow, in mm	**Прочность, Мпа** Strength, MPa	
			Изгиб Bending	**Сжатие** Compression
1	0	107	2,7	42,86
2	0,25	107	3,0	42,50
3	0,3	108	3,15	42,34
4	0.35	110	3,1	42,46
5	0,5	107	3,2	43,12
6	**0,75**	**107**	**3,5**	**46,88**
7	1,0	108	3,1	41,13
8	1,5	108	2,72	41,03

В результате обработки полученных экспериментальных данных установлено, что введение добавки из сажевых отходов практически во всех представленных составах способствовало увеличению прочностных характеристик фибробетонов. Наибольший прирост прочности на сжатие и растяжение при изгибе был получен в составе № 6, в котором расход сажи составлял 0,75 % от массы портландцемента. При дальнейшем увеличении количества сажевых отходов наблюдалось падение прочностных показателей, связанное с увеличением вязкости смеси. В результате для получения равноподвижных смесей необходимо было повышать расход воды затворения. Это привело к увеличению водоцементного отношения и, соответственно, снижению прочности затвердевшего бетона.

Испытания проводились с использованием в качестве вяжущего компонента портландцемента М 500 (ПЦ 500 – Д0) производства ЗАО «Осколцемент» г. Старый Оскол. В качестве мелкого заполнителя применялся кварцевый песок Орловского карьера Волгоградской области с модулем крупности 1,9, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-93.

Для увеличения структурной макропрочности мелкозернистого бетона использовали стеклянные фибровые волокна диаметром 15-35 мкм и длиной 12-15 мм, которые хорошо скрепляли цементно-песчаную матрицу и предотвращали образование и развитие макротрещин.

Введение тонкодисперсной добавки в виде сажевых отходов в повышенных дозах сопряжено с увеличением вязкости бетонной смеси, снижением эффективности ее перемешивания и достижения необходимой структурной однородности. Более того, потребуется увеличение расхода воды затворения, что приведет к возрастанию водоцементного отношения, что негативно отразится на физико-механических свойствах бетона. Поэтому для увеличения расхода сажевых отходов с целью более эффективной их утилизации и повышения прочностных характеристик бетонов предлагается использование химических пластифицирующих добавок. В ходе проведенных предварительных исследований наибольшую эффективность для фибробетонов показала пластифицирующая добавка «Полипласт СП-3», которая представляет собой водорастворимый порошок, изготовленный в соответствии с требованиями ТУ 5870-006-58042865-05.

Для затворения фибробетонной смеси применяли реструктурированную воду, используя способ дегазации. Данный способ получения реструктурированной воды основан на извлечении газов из жидкости с помощью вакуума. Установка для получения реструктурированной воды проста в изготовлении и эксплуатации. Она представляет собой стальной цилиндр, в который по ходу течения воды вставлен усеченный конический патрубок, переходящий в сопло определенного размера. При истечении воды из сопла происходит увеличение скорости и соответственно уменьшение давления в струе. В этот момент вокруг струи образовывается вакуумная зона, которая действует по кольцу цилиндра, заставляя газы, находящиеся в жидкости, вскипать. Именно этот процесс нарушает равновесие в газожидкостной среде, что приводит к разрушению цельности водяного потока и как следствие выделение из него. В этот момент в цилиндре происходит интенсивная десорбция газов, что делает этот процесс весьма эффективным. Далее газообразная жидкость попадает в емкость, ударяясь об рассекатель потока, газы, выделяясь, отводятся по воздуховоду, а уже реструктурированная вода в свою очередь заполняет емкость [11, 12]. Данный способ имеет значительные преимущества перед традиционными методами дегазации газов из жидкости. Во-первых, процесс протекает за считанные минуты, выделяя максимальное количество газов. Во-вторых, полученная, поменявшая структуру вода, сохраняет свои свойства длительное время, что дает возможность приготовить большое количество фибробетона, сделав этот процесс непрерывным. В-третьих, установка надежна в эксплуатации, являясь экологически безопасным звеном в технологическом процессе приготовления бетонов, в частности фибробетонов. В-четвертых, установка может работать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Применение активированной воды затворения способствует увеличению удобоукладываемости смеси и сокращению расхода дорогостоящего вяжущего в виде портландцемента. Кроме того, использование активированной воды позволяет производить бетонные работы при пониженных температурах замерзания, что особенно важно при монолитном строительстве в зимний период.

Для подбора экспериментальных составов фибробетонной смеси применяли специально разработанную компьютерную программу, включающую расчет количества основных компонентов бетона, в том числе, различных видов фибровых волокон, химических пластифицирующих добавок, промышленных отходов, наноуглеродных материалов. Перед приготовлением фибробетонной смеси отобранные из промышленных отвалов сажевые отходы подвергались просеиванию и, в некоторых случаях, измельчению до получения размера частиц 5-10 мкм. Также проводился контроль влажности сажи. Тонкодисперсные водонерастворимые сажевые отходы при смешивании с другими компонентами необходимо равномерно распределить по всему объему бетонной смеси. После приготовления смеси в процессе твердения гидратация минералов цементного камня будет осуществляться на поверхности высокопрочных частиц сажевых углеродных компонентов. В результате увеличится прочность микроструктуры цементно-песчаной матрицы. Применение стеклянных

фибровых волокон способствует упрочнению структуры бетона на макроуровне.

Технология приготовления фибробетонной смеси включала следующие операции. Предварительно перемешивали в смесителе принудительного действия сухие компоненты, включающие портландцемент, мелкий заполнитель виде кварцевого песка и наполнитель из стеклянных фибровых волокон. Учитывая, что сажа нерастворима в воде, ее вместе с водорастворимой добавкой - суперпластификатором предварительно подвергали обработке в ультразвуковом аппарате с водой затворения в течение 2-3 минут. По окончании ультразвуковой обработки, приготовленный водный раствор смешивали в бетоносмесителе с остальными компонентами бетонной смеси.

Затвердевший фибробетон, приготовленный по предлагаемой технологии, подвергался изучению микроструктуры. Микрофотография структуры изготовленного фибробетона представлена на рисунке 1. Установлено, что микрочастицы сажевых отходов концентрируют на своей поверхности продукты гидратации портландцемента-гидросиликаты кальция и способствуют образованию прочной микроармирующей структуры бетона. Стеклянные фибровые волокна (на фото не показаны) концентрируют на своей поверхности зерна кварцевого песка и цементного камня, что повышает прочность макроструктуры фибробетона. Таким образом, комплексное введение фибровых стеклянных волокон, сажевых отходов и пластифицирующей добавки в цементно-песчаный раствор с применением ультразвуковой технологии позволило получить прочную структуру бетона на микро- и макроуровне. Для изготовления образцов использовали металлические формы стандартных размеров 40x40x160 мм.

После приготовления и последующей распалубки фибробетонные образцы твердели в течение 28 суток при влажности 85-90% и температуре 20-23^{0}С. Испытания затвердевших образцов фибробетона производили в соответствии с ГОСТ 10180 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

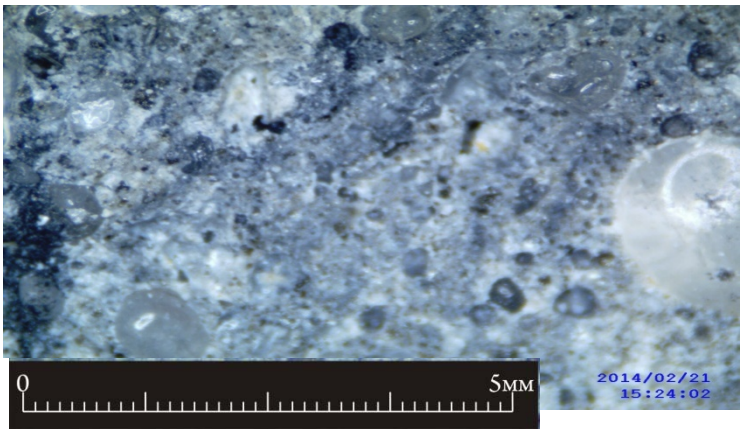


Рис. 1. **Микроструктура мелкозернистого бетона**
Fig. 1. **Microstructure of fine-grained concrete**

Разработанные составы фибробетонных смесей с использованием сажевых отходов и без них представлены в таблице 2. В составе фибробетонной смеси, включающей сажевые отходы, зафиксирован больший расход воды для получения равноподвижных смесей по сравнению с составом без участия отходов. Однако уменьшен расход относительно дорогой пластифицирующей добавки.

Таблица 2

Количественные составы бетонных смесей

Table 2

Quantitative composition of concrete mixtures

Компоненты смеси The components of the mixture	**Расход, кг на 1м^3** Consumption, kg per 1m^3	
	1	2
Портландцемент / Portland cement	600	600
Кварцевый песок / Quartz sand	1200	1200
Стеклянные волокна-фибры диаметром 15-35 мкм и длиной 12-15 мм Glass fiber with a diameter of 15-35 mm and length of 12-15 mm	1,2	1,2
Суперпластификатор «Полипласт СП-3» Superplasticizer "Polyplast SP-3"	6	5
Сажевые отходы / Carbon black	-	3
Вода л/м^3 / Water l/m^3	279	310,5

ВЫВОДЫ

Анализ результатов испытаний фибробетонных образцов показал, что при введении в смесь тонкодисперсных сажевых отходов совместно с пластифицирующей добавкой, а также армирующих стеклянных фибровых волокон прочность на сжатие увеличилась на 24 %, а прочность на растяжение при изгибе – на 67 %. Использование промышленных сажевых отходов в фибробетонной смеси с применением реструктурированной воды улучшает её реологические свойства, уменьшает расслоение и повышает однородность бетона. Это является огромным плюсом в современном строительстве где, как известно, преобладает монолитное строительство, в котором применяют довольно подвижные смеси, склонные к расслоению.

Таким образом, утилизация промышленных сажевых отходов при производстве строительных материалов и изделий позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды. Решится проблема освобождения огромных полигонов, занятых отходами, представляющих опасность, как для водной, так и для атмосферной среды. Так же виден экономический эффект, который выражается в снижении стоимости за счет использования вторичного сырья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перфилов В.А., Канавец У.В., Лукина И.Г. Утилизация отходов теплогенерирующих установок и бурового шлама для повышения экологической безопасности окружающей // Интернет-вестник ВолгГАСУ. 2013. N2(27). 38 с. URL: http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=1290 (дата обращения: 01.02.2016).
2. Oreshkin D.V., Chebotaev A.N., Perfilov V.A. Disposal of drilling sludge in the production of building materials. *Procedia engineering*, 2015, vol. 111, pp. 607-611. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.07.053
3. Баранов А.Е., Белов А.Е., Ерохин М.А., Мавров В.А., Муравьев И.В., Кузнецов С.В., Филатов Н.Н. Казанцева Н.Н. Комплексная переработка жидкой фазы буровых шламов нефтегазодобывающих предприятий: разработка технологии и опыт ее применения // Вода: химия и экология. 2011. N12. С. 29-37.
4. Орешкин Д.В., Сахаров Г.П., Чеботаев А.Н., Курбатова А.С. Геоэкологические проблемы утилизации бурового шлама на Ямале // Вестник Московского государственного строительного университета. 2012. N2. С. 125-129.
5. Перфилов В.А. Фибробетонная смесь // Патент на изобретение RUS. N 2420472, 08.02.2010.
6. Белов П.А., Гордеев А.В. Моделирование свойств композиционного материала, армированного короткими волокнами. Учет адгезионных взаимодействий // Композиты и наноструктуры. 2010. N1. С. 40-46.
7. Новохатская Н.И., Толстун А.Н., Кийко В.М., Колчин А.А., Милейко С.Т. Влияние неоднородности упаковки волокон на механические свойства оксид-никелевых композитов // Композиты и наноструктуры. 2011. N1. С. 5-17.
8. Ушаков А.Е., Кленин Ю.Г., Сорина Т.Г., Корниенко Е.И., Сафонов А.А. Оценка проницаемости

заготовок из сухого наполнителя, предназначенных для изготовления панелей вакуумной инфузией // Композиты и наноструктуры. 2013. N1(17). С. 46-56.
9. Кавун Н.С., Давыдова И.Ф., Гребнева Т.В. Влияние прошивки стеклянного и углеродного армирующих волокон на остаточную прочность композиционных материалов после удара // Композиты и наноструктуры. 2013. N1(17). С. 57-63.
10. Склезнев Ф.Ф., Разин А.Ф. Бетонные конструкции с сетчатой композитной арматурой // Композиты и наноструктуры. 2015. Т.7. N3. С. 145-150.
11. Алексеева Е.В., Трифонова Т.А. Установка для приготовления сверхчистой воды // Вода: химия и экология. 2014. N1(66). С. 36-40.
12. Котляревская А.В., Вольская О.Н., Перфилов В.А., Кусмарцева О.А. Влияние активированной воды затворения и модефицирующих добавок на прочность ячеистых бетонов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2011. Вып. 22(41). С. 65-68.

REFERENCES

1. Perfilov V.A., Kanavets U.V., Lukina I.G. [Recycling of wastes of heat-generating systems and drilling cuttings to increase environmental safety]. *Internet-vestnik VolgGASU*, 2013, no. 2 (27). 38 p. (In Russian). Available at: http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=1290/). (accessed 01.02.2016)
2. Oreshkin D.V., Chebotaev A.N., Perfilov V.A. Disposal of drilling sludge in the production of building materials. *Procedia engineering*, 2015, vol. 111, pp. 607-611. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.07.053
3. Baranov A.E., Belov A.E., Erokhin M.A., Mavrov V.A., Muravev I.V., Kuznetsov S.V., Filatov N.I., Kazantseva N.N. Integrated treatment of liquid phase of drilling cuttings of the oil-gas-production enterprises: process development and application experience. Voda: khimiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]. 2011, no. 12, pp. 29-37. (In Russian)
4. Oreshkin D.V., Saharov G.P., Chebotaev A.N., Kurbatova A.S. Geo-ecological problems of drilling waste disposal in the Yamal peninsula. Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 2, pp. 125-129. (In Russian)
5. Perfilov V.A. *Fibrobetonnaya smes'* [Fibre-concrete mixture]. Patent RF, no. 2420472, 08.02.2010.
6. Belov P.A., Gordeyev A.V. Modeling of properties of composite material reinforced with short fibers. Adhesive fiber to matrix interaction. Kompozity i nanostruktury [Composites and nanostructures]. 2010, no. 1, pp. 40-46. (In Russian)
7. Novokhatskaya N.I., Tolstun A.N., Kiiko V.M., Kolchin A.A., Mileiko S.T. An effect of non-homogeneous fibre packing on mechanical properties of oxide-nickel composites. Kompozity i nanostruktury [Composites and nanostructures]. 2011, no. 1, pp. 5-17. (In Russian)
8. Ushakov A.E., Klenin Y.G., Sorina T.G., Kornienko E.I., Safonov A.A. Permeability evaluation of dry fiber preforms designed for vacuum infusion production of composite panels. Kompozity i nanostruktury [Composites and nanostructures]. 2013, no. 1(17), pp. 46-56. (In Russian)
9. Cavun N.S., Davydova I.F., Grebneva T.V. An effect of stitching glass and carbon reinforcements on strength of composite materials after impact. Kompozity i nanostruktury [Composites and nanostructures]. 2013, no. 1(17), pp. 57-63. (In Russian)
10. Skleznev F.F., Razin A.F. Concrete structures with lattice composite reinforcement. Kompozity i nanostruktury [Composites and nanostructures]. 2015, vol. 7, no. 3, pp. 145-150.
11. Alekseeva E.V., Trifonova T.A. Installation for preparation of multi-clear water. Voda: khimiya i ekologiya [Water: chemistry and ecology]. 2014, no. 1(66), pp. 36-40.
12. Kotlyarevskaya A.V., Volskaya O.N., Perfilov V.A., Kusmartseva O.A. Influence of the tempering activated water and modifying agents on the durability of foamed concretes. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture]. 2011, iss. 22(41), pp. 65-68. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Владимир А. Перфилов – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые сооружения» Волгоградского архитектурно-строительного университета, Волгоград, Россия.

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Vladimir A. Perfilov– Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department "Oil and gas facilities", Volgograd University of architecture and construction, Volgograd, Russia, Russia.

Ольга Н. Вольская* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежности сооружений» Волгоградского архитектурно-строительного университета, тел. +7 (8442) 97-48-72, ул. Академическая,1, 400074, Волгоград, Россия, e-mail: olgavolska@mail.ru.

Olga N. Volskaya* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Sub-department of Building Construction, Foundation and Structural Safety, Volgograd University of Architecture and Construction, tel +7 (8442) 97-48-72, e-mail: olgavolska@mail.ru. 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia.

Критерии авторства

Владимир А. Перфилов проводил исследования совместной работы цементно-песчаной матрицы со стеклянным волокном и сажевыми отходами, проанализировал данные, написал статью и несет ответственность за плагиат; Ольга Н. Вольская описала установку по получению реструктурированной воды и несет ответственность за плагиат.

Contribution

Vladimir A. Perfilov conducted research in collaboration on cement-sand matrix with glass fiber and carbon black, analyzed the data and wrote the article and responsible for avoiding the plagiarism; Olga N. Volskaya gave the description of the unit for the production of restructured water; carries responsibility for avoiding plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 26.02.2016
Принята в печать 30.03.2016

Received 26.02.2016
Accepted for publication 30.03.2016

ПОТЕРИ НАУКИ

ПАМЯТИ РУДОЛЬФА ВЛАДИМИРОВИЧА КАМЕЛИНА

1 апреля 2016 года ушел из жизни Рудольф Владимирович Камелин, профессор, член-корреспондент РАН, президент Русского ботанического общества.

Рудольф Владимирович Камелин – советский и российский ботаник, специалист в области систематики и географии растений, сравнительной флористики и истории флор, доктор биологических наук, заслуженный деятель науки, более 15 лет являвшийся профессором кафедры ботаники биологического факультета Алтайского государственного университета.

Рудольф Владимирович родился 12 августа 1938 года в Перми. В 1955 году окончил среднюю школу в городе Кунгур Пермской области, а в 1961 году - биологический факультет Пермского госуниверситета.

С 1968 года работал научным сотрудником в Ботаническом институте им. Комарова РАН, а с 1992 года – заведующим отделом «Гербарий высших растений», с 2015 года – главный научный сотрудник этого же отдела.

Занимался преподавательской работой в Санкт-Петербургском государственном университете. В сентябре 1991 года назначен профессором кафедры ботаники университета, а с 1992 года по 2002 год занимал должность заведующего этой кафедрой. С 2002 г. преподавал на кафедре ботаники биологического факультета Алтайского государственного университета.

Камелин Р.В. автор (соавтор) более 500 научных работ в области флористики, систематики, географии растений, флорогенеза, охраны растительного мира, истории и методологии ботаники, в том числе фундаментальных монографий по флорогенезу Средней Азии и Алтайской горной страны, флористическому районированию и классификации растительности, а также крупных коллективных монографий. Он является одним из авторов международного издания «Flora of China», редактором и автором новой международной сводки «Флора Алтая». В качестве составителя и редактора принимал участие в издании Красных книг нескольких стран и регионов.

Под руководством Рудольфа Владимировича были организованы ботанические экспедиции в Среднюю Азию, Закавказье, Монголию, Южную Сибирь и завершен 10-томный «Определитель флоры Средней Азии».

Рудольф Владимирович – основатель научной ботанической школы. Обладатель премии им. В.Л. Комарова РАН за серию работ по флоре горной Средней Азии, диплома Русского географического общества за выдающиеся научные работы в области географии (1996), награжден серебряной (1987) и бронзовой медалями ВДНХ СССР, медалью «Ветеран труда» (1987) и другими медалями. За длительную и плодотворную работу на посту заместителя

научного руководителя Совместной советско-монгольской (ныне российско-монгольской) экспедиции РАН и АН Монголии награжден монгольским орденом «Полярной звезды».

В честь Рудольфа Владимировича названо около 50 видов высших растений и животных, им и в соавторстве с ним описано более 500 таксонов высших растений.

Человек светлого ума, он заслуживает доброго признания у широкой научной общественности. Высокий интеллект и личное обаяние обеспечивали ему сторонников и единомышленников.

Безупречная честность и преданность, простота и скромность, душевная щедрость – эти ценные нравственные начала привлекали к нему массу людей. Рудольфа Владимировича отличало чувство собственной ответственности, верность долгу, преданность узам дружбы и товарищества, радушие, гостеприимство, огромная любовь к России.

Рудольф Владимирович Камелин неоднократно бывал на Кавказе и в Дагестане. Он тесно взаимодействовал с кавказскими ботаническими научными школами, организуя и участвуя в совместных экспедициях и исследованиях, в подготовке кадров высшей квалификации, а также консультативную помощь.

Многие годы нас связывали не только научно-исследовательская работа, но и теплые дружеские отношения, которыми мы всегда очень дорожили. Сегодня мы его друзья, коллеги, многие и многие из тех, кому приходилось к нему обращаться за советом или помощью, вспоминаем Рудольфа Владимировича с чувством глубокой признательности и благодарности. Светлая память о Рудольфе Владимировиче Камелине навсегда останется в наших сердцах, а его жизненный путь будет примером настоящего служения науке.
Память о нем будет вечно жить…

Главный редактор журнала, директор Института Экологии и устойчивого развития ДГУ, Заслуженный деятель науки РФ, академик РЭА, д.б.н., профессор
Г.М. Абдурахманов
д.б.н., профессор кафедры ботаники КБГУ, депутат Парламента КБР, Заслуженный деятель науки КБР и РИ, академик РЭА
С.Х. Шхагапсоев
к.б.н., доцент кафедры биологии и биоразнообразия ДГУ, член-корреспондент РЭА
А.А. Теймуров

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

С ПРАВИЛАМИ ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНО-ОБЩЕСТВЕННОГО ЖУРНАЛА «ЮГ РОССИИ: ЭКОЛОГИЯ, РАЗВИТИЕ»
можете ознакомиться на сайте

http://ecodag.elpub.ru

По всем интересующим Вас вопросам обращаться в редакцию журнала по контактам:

Гусейнова Надира Орджоникидзевна
к.б.н., доцент, e-mail: dagecolog@rambler.ru ,
nadira_guseynova@mail.ru, моб. тел. +79285375323

Иванушенко Юлия Юрьевна
магистр экологии, e-mail: dagecolog@rambler.ru ,
yuliya.ivanushenko@mail.ru моб. тел. +79894778519

367001, Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21,
ГУ Институт прикладной экологии
тел./факс: +7(8722) 56-21-40

Ссылка на мобильное приложение журнала "Юг России: экология, развитие"
для телефонов на платформе Android
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.elpub.ecodag
для iPhone **https://appsto.re/ru/0YnP_.i**

CONTACT INFORMATION:
SCIENTIFIC AND PUBLIC JOURNAL
"SOUTH RUSSIA: ECOLOGY, DEVELOPMENT"
If you have any questions, please contact the editorial office:

Nadira Guseynova Ordzhonikidzevna,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
e-mail: dagecolog@rambler.ru , nadira_guseynova@mail.ru
tel. +79285375323
Yuliya Ivanushenko Yuryevna, master of ecology
e-mail: dagecolog@rambler.ru , yuliya.ivanushenko@mail.ru
tel. +79894778519

Editorial address:
367001, Russia, Makhachkala, 21 Dakhadaeva st.
tel. / fax: +7 (8722) 56-21-40