

Известия Дагестанского государственного педагогического университета
серия «Естественные и точные науки»

Т. 16. № 2. 2022

Журнал входит в **Перечень рецензируемых научных изданий**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки: 02.00.03 – Органическая химия (химические науки), 02.00.04 – Физическая химия (химические науки), 25.00.01 – Общая и региональная геология (геолого-минералогические науки), 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика (геолого-минералогические науки), 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки), 25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки), 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель (географические науки), 25.00.36 – Геоэкология (по отраслям) (географические науки).

Учредитель журнала:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный педагогический университет». Издаётся по решению ученого совета ДГПУ с 2007 г. Периодичность – 4 номера в год.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-65760 от 20 мая 2016 г.

**Редакционный совет
серии «Естественные и точные науки»:**

Атаев Загир Вагитович, канд. геогр. наук, проф., начальник управления научных исследований ДГПУ – главный редактор;
Асхабов Асхаб Магомедович, д-р геол.-минерал. наук, проф., директор Института геологии, председатель Президиума Коми НЦ УрО РАН, акад. РАН, Сыктывкар;
Магомедов Магомед-Расул Дибирович, д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории экологии животных Прикаспийского института биологических ресурсов ДФИЦ РАН, чл.-корр. РАН;
Муртазаев Акай Курбанович, д-р физ.-мат. наук, проф., директор ДФИЦ РАН, чл.-корр. РАН;
Омарова Наида Омаровна, д-р физ.-мат. наук, проф., зам. директора по науке Института национальных проблем образования, чл.-корр. РАО;
Сфиева Диана Касумовна, канд. тех. наук, доц., начальник РИО ДГПУ;
Темботова Фатимат Асланбиевна, д-р биол. наук, проф., директор Института экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, чл.-корр. РАН, Нальчик, Россия;
Чибилев Александр Александрович, д-р геогр. наук, проф., научн. руководитель Института степи УрО РАН, акад. РАН, Оренбург;
Элизбарашвили Нодар Константинович, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. региональной географии и ландшафтного планирования ТГУ им. И. Джавахипвили, Тбилиси, Грузия.

**Редакционная коллегия
серии «Естественные и точные науки»:**

Атаев Загир Вагитович, канд. геогр. наук, проф., начальник управления научных исследований ДГПУ – председатель;
Абдусаматов Ахма Саидбекович, д-р биол. наук, проф., директор Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства;
Асадулаев Загирбег Магомедович, д-р биол. наук, проф., директор Горного ботанического сада ДФИЦ РАН;
Ахмедов Джалаутдин Расулович, д-р мед. наук, проф., зав. каф. инфекционных болезней ДГМУ, акад. РАЕН;
Беликов Михаил Юрьевич, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. международного туризма и менеджмента, директор Института географии, геологии, туризма и сервиса КубГУ, Краснодар, Россия;
Братков Виталий Викторович, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. географии МГУиК, Москва, Россия;
Булаева Нуржиган Маисовна, д-р тех. наук, проф., директор Центра сопряженного мониторинга окружающей среды и природных ресурсов;
Гаврилов Юрий Олегович, д-р геол.-минерал. наук, проф., зав. лаб. седиментологии и геохимии осадочных бассейнов Геологического института РАН, Москва, Россия;
Гаматаева Барият Юнусовна, д-р хим. наук, проф., зав. каф. химии ДГПУ;
Гасаналиев Абдулла Магомедович, д-р хим. наук, проф. каф. химии, директор Научно-исследовательского института общей и неорганической химии ДГПУ;
Гафуров Малик Магомедович, д-р физ.-мат. наук, руководитель АЦКП ДФИЦ РАН;

Гуния Алексей Николаевич, д-р геогр. наук, проф. каф. физической географии мира и геоэкологии МГУ им. М. В. Ломоносова; ст. науч. сотр. отдела физической географии и проблем природопользования, Институт географии РАН, Москва, Россия;
Гусейнов Ризван Меджидович, д-р хим. наук, проф. кафедры химии ДГПУ;
Исмаилов Эльдар Шафиевич, д-р биол. наук, проф. каф. химии ДГТУ;
Калов Ризван Османович, д-р геогр. наук, проф. каф. экономики АПК, КБГАУ им. В. М. Коква, Нальчик, Россия;
Кличханов Нисред Кадирович, д-р биол. наук, проф. каф. биохимии и биофизики ДГУ;
Кочкаров Жамал Ахматович, д-р хим. наук, проф. каф. общей, неорганической и физической химии КБГУ, Нальчик, Россия;
Куролан Семен Александрович, д-р геогр. наук, проф., декан факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ, Воронеж, Россия;
Лиховид Андрей Александрович, д-р геогр. наук, проф. каф. экологии и природопользования Института математики и естественных наук, проректор по научной работе и стратегическому развитию СКФУ, Ставрополь, Россия;
Лулейко Тимофей Григорьевич, д-р хим. наук, проф., зав. каф. общей и неорганической химии ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия;
Лысенко Алексей Владимирович, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. физической географии и кадастров Института математики и естественных наук СКФУ, Ставрополь, Россия;
Магомедов Гасан Мусаевич, д-р физ.-мат. наук, проф., каф. физики и методики преподавания ДГПУ;
Магомедова Манади Ахмеднабиевна, канд. биол. наук, доц., зав. каф. биологии, экологии и методики преподавания ДГПУ;
Маммаев Омар Ахмедович, д-р геол.-минерал. наук, проф., зав. лаб. геотермальных ресурсов Института проблем геотермии ДФИЦ РАН;
Мудуев Шахмардан Сигтикovich, д-р геогр. наук, проф. каф. географии и методики преподавания ДГПУ; вед. науч. сотр. Научно-исследовательского института управления, экономики, политики и социологии ДГУиХ;
Мукаилов Мукаил Джабраилович, д-р с.-х. наук, проф., проректор по научной и инновационной работе ДагГАУ;
Погорелов Анатолий Валерьевич, д-р геогр. наук, проф., зав. каф. геоинформатики КубГУ, Краснодар, Россия;
Рагимов Разин Мирзехеримович, д-р мед. наук, проф. каф. анатомии человека, декан лечебного факультета ДГМУ;
Разумов Виктор Владимирович, д-р геогр. наук, проф. каф. социально-экономической географии, геоинформатики и туризма Института математики и естественных наук СКФУ, Ставрополь, Россия;
Рамазанов Арсен Шамсудинович, д-р хим. наук, проф., зав. каф. аналитической и фармацевтической химии ДГУ;
Таланов Валерий Михайлович, д-р хим. наук, проф., зав. каф. общей и неорганической химии ЮРГТУ им. М. И. Платова, Новочеркасск, Россия;
Трунин Александр Сергеевич, д-р хим. наук, проф., заведующий лабораторией физико-химического анализа им. Д. И. Менделеева, СГОАН, Самара, Россия;
Черкашин Василий Иванович, д-р геол.-минерал. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лаб. региональной геологии и твердого минерального сырья Института геологии ДФИЦ РАН.

Номер журнала поступил в печать 30.06.2022 г.
Дата выхода в свет 07.07.2022 г.

© Авторы статей, 2022
© Дагестанский государственный педагогический

По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться в редакцию:
367000 РД, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 57. Редакционно-издательский отдел ДГПУ.
Тел.: (8722) 561275; <https://dgu.net/ru/>; e-mail: dgpurio@yandex.ru

Dagestan State Pedagogical University
JOURNAL
Natural and Exact Sciences

Vol. 16. No. 2. 2022

The journal is included into the **List of leading reviewed scientific journals and publications**, where main scientific results of dissertations on applying for scientific degree of Doctor of Sciences, applying for scientific degree of Candidate of Sciences should be published according to the following scientific specialties and their respective branches of science: 02.00.03 – Organic Chemistry (Chemical Science), 02.00.04 – Physical Chemistry (Chemical Science), 25.00.01 – General and Regional Geology (Geological and Mineralogical Sciences), 25.00.03 – Geotectonics and Geodynamics (Geological and Mineralogical Sciences), 25.00.23 – Physical Geography and Biogeography, Soil Geography and Landscape Geochemistry (Geographical Science), 25.00.24 – Economic, Social, Political and Recreational Geography (Geographical Science), 25.00.26 – Land Management, Cadastre and Land Monitoring (Geographical Science), 25.00.36 – Geoecology (by branches) (Geographical Science).

The journal is funded by:
“Dagestan State Pedagogical University” Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Published by the decision of DSPU Academic Council since 2007.
Periodicity – 4 issues a year.

Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.
Registration certificate ПИ № ФС77-65760 from May 20, 2016.

Editorial Board

- Ataev Zagir V.**, Ph.D. (Geography), Professor, Head of the Scientific Research Department, DSPU, Editor-in-chief;
Askhabov Askhab M., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Director of Institute of Geology, Chairman of the Presidium of Komi Science Centre of the Ural branch, RAS, academician of RAS, Syktyvkar, Russia;
Magomedov Magomed-Rasul D., Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher, laboratory of Animals' Ecology, PIBR DFRC RAS, Corresponding Member of RAS;
Murtazaev Akay K., Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Acting Chairman of DFRC RAS, Corresponding Member of RAS;
Omarova Naida O., Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Director for Science, Institute of National Problems in Education, Corresponding Member of RAE;
Sfieva Diana K., Ph.D. (Technical Science), Associate Professor, Head of the Editorial and Publishing Department, DSPU;
Tembotova Fatimat A., Doctor of Biology, Professor, Director of A. K. Tembotov Institute of Ecology of Mountain Areas, RAS, Corresponding Member of RAS, Nalchik, Russia;
Chibilev Alexander A., Doctor of Geography, Professor, Scientific Director of the Institute of Steppe of the Ural branch, RAS, academician of RAS;
Elizbarashvili Nodar K., Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Regional Geography and Landscape Planning, I. Javakhishvili TSU, Tbilisi, Georgia.

Editorial Council

- Ataev Zagir V.**, Ph.D. (Geography), Professor, Vice-rector, Head of the Scientific Research Department, DSPU, chairman;
Abdusamadov Akhma S., Doctor of Biology, Professor, Director of Caspian Fisheries Research Institute;
Asadulaev Zagirbeg M., Doctor of Biology, Professor, Director of Mountain Botanical Garden, DFRC RAS;
Akhmedov Dzhalalutdin R., Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Department of Infectious Diseases, DSMU, academician of RAS;
Belikov Mikhail Yu., Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of International Tourism and Management, Director of Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, KSU, Krasnodar, Russia;
Bratkov Vitaly V., Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography, MSU GC, Moscow, Russia;
Bulaeva Nurzhagan M., Doctor of Technical Science, Professor, Director of Center of the Conjugated Monitoring of Environment and Natural Resources;
Gavrilov Yuri O., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of the laboratory of Sedimentology and Geochemistry of Sedimentary Basins, Geological Institute, RAS, Moscow, Russia;
Gamataeva Bariyat Y., Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry, DSPU;
Gasanaliev Abdulla M., Doctor of Chemistry, Professor, Department of Chemistry, Director of Research Institute of General and Inorganic Chemistry, DSPU;
Gafurov Malik M., Doctor of Physics and Mathematics, Head of ACCU DFRC RAS, First Deputy Chairman of DFRC RAS;

- Gunya Aleksey N.**, Doctor of Geography, Professor, Department of Physical Geography of the World and Geoecology, Lomonosov MSU; Senior Researcher, Department of Physical Geography and Environmental Problems, Institute of Geography, RAS, Moscow, Russia;
Guseynov Rizvan M., Doctor of Chemistry, Professor, Department of Chemistry, DSPU;
Ismailov Eldar Sh., Doctor of Biology, Professor, Department of Chemistry, DSTU, Makhachkala, Russia;
Kalov Rizuan O., Doctor of Geography, Professor, Department of Economy AIC, KBSAU, Nalchik, Russia;
Klichkhanov Nisred K., Doctor of Biology, Professor, Department of Biochemistry and Biophysics, DSU;
Kochkarov Zhamal A., Doctor of Chemistry, Professor, Department of General, Inorganic and Physical Chemistry, KBSU, Nalchik, Russia;
Kurolop Semyon A., Doctor of Geography, Professor, Dean of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, VSU, Voronezh, Russia;
Likhovid Andrey A., Doctor of Geography, professor, Department of Ecology and Nature Management, Institute of Mathematics and Natural Sciences, vice-rector for Science and Strategic Development, NCFU, Stavropol, Russia;
Lupeyko Timofey G., Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry, SFEDU, Rostov-on-Don, Russia;
Lysenko Aleksey V., Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Physical Geography and Cadaster, Institute of Mathematics and Natural Sciences, NCFU, Stavropol, Russia;
Magomedov Gasan M., Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Physics and Teaching Methods, DSPU;
Magomedova Manadi A., Ph.D. (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Biology, Ecology and Teaching Methods, DSPU;
Mammaev Omar A., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of the laboratory of Geothermal Resources, Institute of Geothermal Problems DFRC RAS;
Muduev Shakhmardan S., Doctor of Geography, Professor, Department of Geography and Teaching Methods, DSPU; leading Researcher, Institute of Management, Economics, Politics and Sociology, DSUNE;
Mukailov Mukail D., Doctor of Agrarian Science, Professor, Vice-rector for Research and Innovation, DagSAU;
Pogorelov Anatoly V., Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geoinformatics, KubSU, Krasnodar, Russia;
Ragimov Razin M., Doctor of Medical Science, Professor, Department of Human Anatomy, Dean of the Faculty of Medicine, DSMU;
Razumov Victor V., Doctor of Geography, Professor, Department of Socio-Economic Geography, Geoinformatics and Tourism, Institute of Mathematics and Natural Sciences, NCFU, Stavropol, Russia;
Ramazanov Arsen Sh., Doctor of Chemistry, Professor, head of the Department of Analytical and Pharmaceutical Chemistry, DSU;
Talanov Valery M., Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry, SRSPU (NPI), Novocherkassk, Russia;
Trunin Alexander S., Doctor of Chemistry, Professor, Head of D.I. Mendeleev Laboratory of Physicochemical Analysis, Nayanova Academy, Samara, Russia;
Cherkashin Vasily I., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Chief Researcher, Head of the laboratory of Regional Geology and Solid Mineral Resources, Institute of Geology, DFRC RAS.

Journal accepted for publication 30.06.2022
Published 07.07.2022

© Authors of the articles, 2022
© Dagestan State Pedagogical University, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Карцев В. М. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИЕМЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ ЖИВЫХ НАСЕКОМЫХ И ПАУКОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ.....	5
Муртазалиев Р. А., Идрисов И. А., Гусейнова А. Ш. ОЦЕНКА ПЛОЩАДЕЙ ОСНОВНЫХ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДАГЕСТАНА	17
Шакаралиева Е. В. ГЕЛЬМИНТЫ РЫБ РЕКИ ПИРСААТ (АЗЕРБАЙДЖАН).....	27

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Анисимова В. В., Рыжволова Э. А. ИССЛЕДОВАНИЕ СПРОСА НА УСЛУГИ ТУРИСТИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА И МЕТОДЫ ЕГО СТИМУЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР»)	35
Касатиков Н. Н., Фадеева А. Д., Умаров Ш. М., Брехов О. М. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (ИОТ)	41
Мишвелов Е. Г., Колесникова М. Е., Атаев З. В., Корниенко А. И. ИСТОРИЧЕСКИЕ, ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАСЕЛЕНИЯ ПОЙМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОЛИНЫ РЕКИ КУМЫ В XVIII-XIX ВЕКАХ	50
Полушкковский Б. В., Турун П. П., Сутормина Э. Н., Белова А. В., Боброва И. Е. АНАЛИЗ СОХРАННОСТИ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	61
Пуреховский А. Ж., Гуня А. Н., Колбовский Е. Ю. ДИНАМИКА ВЫСОКОГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В 2000-2020 ГГ.....	72
Тесленок С. А., Гунин А. А., Долгачева Т. А. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ И СМЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ	84
Титов А. А., Биктимирова Н. М., Братков В. В. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ОКИ	92
Урбанова Ч. Б., Цыденов Б. Б. ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ)	103

ИНФОРМАЦИЯ. ХРОНИКА. ЮБИЛЕИ

Мудуев Ш. С., Атаев З. В., Абдулманапов С. Г. 85-ЛЕТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ, ГЕОГРАФА И ГЕОЛОГА БАДЕНКОВА ЮРИЯ ПЕТРОВИЧА	113
---	-----

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	122
---------------------------	-----

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCE

Kartsev V. M. MODERN TECHNIQUES FOR PHOTOGRAPHING LIVE INSECTS AND SPIDERS IN NATURAL HABITATS	5
Murtazaliev R. A., Idrisov I. A., Guseynova A. Sh. ESTIMATION OF THE AREAS OF MAIN VEGETATION TYPES IN DAGESTAN	17
Shakaraliev E. V. HELMINTHS OF FISH IN THE PIRSAAT RIVER (AZERBAIJAN)	27

EARTH SCIENCE

Anisimova V. V., Ryzhivolova E. A. RESEARCH OF THE DEMAND FOR THE SERVICES OF A TRAVEL AGENCY AND METHODS FOR STIMULATING IT (EXEMPLIFIED BY RIGHT CHOICE OOO)	35
Kasatikov N. N., Fadeeva A. D., Umarov Sh. M., Brekhov O. M. DEVELOPMENT TRENDS OF SOFTWARE SYSTEMS FOR BIG DATA PROCESSING AND ANALYZING OF INTERNET OF THINGS (IOT) DEVICES	41
Mishvelov E. G., Kolesnikova M. E., Ataev Z. V., Kornienko A. I. HISTORICAL, ECONOMIC AND GEOECOLOGICAL FEATURES OF THE FLOODPLAIN AREAS SETTLEMENT IN THE KUMA RIVER VALLEY IN 18-19 TH CENTURIES	50
Polushkovsky B. V., Turun P. P., Sutormina E. N., Belova A. V., Bobrova I. E. ANALYSIS OF THE SAFETY FOR FOREST PROTECTION PLANTATIONS ON THE EXAMPLE OF THE STEPNOVSKY MUNICIPAL DISTRICT IN THE STAVROPOL TERRITORY	61
Purekhovsky A. Zh., Gunya A. N., Kolbovsky E. Yu. DYNAMICS OF HIGH-MOUNTAIN LANDSCAPES IN THE NORTH CAUCASUS ACCORDING TO REMOTE SENSING DATA IN 2000-2020	72
Teslenok S. A., Gunin A. A., Dolgacheva T. A. POSSIBILITIES OF GEOINFORMATION AND RELATED TECHNOLOGIES USING IN THE DESIGN OF HYDRO-RECLAMATION SYSTEMS	84
Titov A. A., Biktimirova N. M., Bratkov V. V. MAPPING AND VISUALIZATION OF AIR TEMPERATURE CHANGES IN THE OKA RIVER BASIN	92
Urbanova Ch. B., Tsydenov B. B. TRANSFORMATION OF THE RURAL SETTLEMENTS SOCIAL SPACE (THE REPUBLIC OF BURYATIA)	103

INFORMATION. CHRONICLE. ANNIVERSARY

Muduev Sh. S., Ataev Z. V., Abdulmanapov S. G. 85 th ANNIVERSARY OF THE RESEARCHER OF MOUNTAIN REGIONS, GEOGRAPHER AND GEOLOGIST YURIY P. BADENKOV	113
--	-----

RULES FOR AUTHORS	122
--------------------------------	-----

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Биологические науки / Biological Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 57.087.3
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-5-17

Современные приемы фотографирования живых насекомых и пауков в естественных условиях обитания

© 2022 Карцев В. М.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Москва, Россия; e-mail: v-kartsev@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. *Цель.* Составить краткое руководство по фотографированию мелких подвижных животных и описать специфику съемки различных объектов для использования в книгах, статьях, лекциях и на фестивалях живой природы (выставках). *Методы.* В природе и в лаборатории испытаны различные фотокамеры и приспособления для увеличения масштаба съемки (макрообъективы, удлинительные кольца, положительные линзы). Используются также фотовспышки, отражатели и рассеиватели света. *Результаты.* Приведены примеры фотосъемки при естественном освещении компактными и зеркальными камерами, а также примеры использования встроенных и выносных вспышек для подсвечивания теней и для создания основного рисующего света. В результате коллекция фотографий автора стала основой для написания ряда монографий – учебных пособий и множества статей. *Выводы.* Большинство современных фотокамер пригодны для репортажной съемки насекомых и пауков, хотя зеркальные камеры обладают рядом преимуществ. Результаты зависят от правильности настроек камеры, которые каждый раз следует выбирать применительно к ситуации. Съемки в автоматическом режиме обычно следует избегать. Смартфоны менее пригодны для макрофотосъемки.

Ключевые слова: макрофотосъемка, выдержка, диафрагма, насекомые, пауки.

Формат цитирования: Карцев В. М. Современные приемы фотографирования живых насекомых и пауков в естественных условиях обитания // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 5-17. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-5-17

Modern Techniques for Photographing Live Insects and Spiders in Natural Habitats

© 2022 Vladimir M. Kartsev

Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia; e-mail: v-kartsev@yandex.ru

ABSTRACT. The **aim** of the paper is to make a short guide to photographing small mobile animals and describe the specifics of shooting various objects for use in books and articles, in lectures and at wildlife festivals (exhibitions). **Methods.** Various cameras and devices have been tested to increase the scale of shooting in nature and in the laboratory (macro lenses, extension rings, positive lenses). Flashlights, reflectors and light diffusers have also been used. **Results.** Examples of photographing in natural light with com-

pact and SLR cameras are given, as well as examples of using built-in and remote flashes to highlight shadows and to create the main drawing light. As a result, the collection of the author's photographs became the basis for writing a number of monographs – textbooks and many articles. **Conclusions.** Most modern cameras are suitable for reportage shooting of insects and spiders, although SLR cameras have a number of advantages. The results depend on the correct camera settings, which should be selected each time in relation to the situation. Shooting in automatic mode should usually be avoided. Smartphones are less suitable for macro photography.

Keywords: macro photography, shutter speed, aperture, insects, spiders.

For citation: Kartsev V. M. Modern Techniques for Photographing Live Insects and Spiders in Natural Habitats. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 5-17. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2- 5-17 (In Russian)

Введение

В последние годы с появлением цифровых технологий принципиально изменилась роль фотографии в жизни человека. Доступность получения изображения идеального качества привела к возрастанию социальной роли фотографии (визуализация общения в социальных сетях), а также роли научной и образовательной фотографии и видеосъемки. Однако если фиксация пейзажей и крупных животных и растений в большинстве случаев получается в автоматическом режиме, то с мелкими объектами, насекомыми (макросъемка) до сих пор остаются проблемы, особенно если эти объекты движутся. Обычно каждый раз приходится настраивать параметры (режим) камеры вручную, а этому теперь мало где учат. Например, многочасовой курс фотографии на биофаке МГУ ушел в прошлое, а попытки студентов снимать насекомых и пауков телефонами чаще всего приводят к неудовлетворительным результатам. Конечно, техника совершенствуется, и может быть, именно в данный момент появился смартфон, делающий прекрасные макрофотографии.

Когда-то макрофотосъемка была для автора-энтомолога совершенно оторванным от жизни увлечением, но за последние годы, благодаря собранному фотоархиву, были написаны книги – учебные пособия [2; 4; 6], масса иллюстрированных статей, материалы, которые используются на ежегодных фестивалях науки в Москве в МГУ, в оригинальных курсах лекций для студентов МГУ.

Автор надеется, что его сорокалетний опыт фотографирования насекомых и пауков в природе и в лаборатории может оказаться полезен читателям – как студентам, так и некоторым научным сотрудникам.

Материал и методы исследования

Мы ставим своей целью написать краткое руководство по фотосъемке живых подвижных насекомых и пауков, в котором именно методика является неотъемлемой частью.

В настоящее время появились установки для съемки мелких неподвижных (мертвых) объектов. Объемные предметы снимают послойно и с помощью специальных компьютерных программ соединяют десятки кадров. В результате получают одно идеально резкое изображение. Это так называемый стек(к)инг (stacking). При такой технике также пропадает необходимость рисовать препараты гениталий, столь важных при определении насекомых и пауков, и прочих объемных микропрепаратов. Теоретически стекинг применим и для съемки живых насекомых, но реально практически никогда не используется. Мы сосредоточимся на фотоохоте, когда к живым подвижным насекомым и паукам подкрадываются, держа фотоаппарат в руках.

Условно все фотоаппараты можно разделить на компактные и зеркальные. Годятся и те, и другие, хотя между ними имеются важные различия, о которых мы подробнее скажем на конкретных примерах. Какую бы камеру вы ни взяли, с ней придется сначала «поиграть» – сделать несколько сотен кадров в разных режимах и рассмотреть их на хорошем мониторе, чтобы оценить полученные результаты.

Компактные аппараты легче и дешевле. Практически всегда в них есть режим «макро» – возможность снимать с близкого расстояния крупным планом. Однако с ними не всегда удается наводить на резкость вручную (даже если такая возможность формально предусмотрена), а автофокус часто наводится не на тот элемент

сюжета, на который хотелось бы. Кроме того, автофокус бывает довольно медленный, и это в ряде случаев, особенно в старых моделях, оказывается критичным. Тем не менее после приобретения некоторого опыта проблемы преодолимы, и в серии кадров удастся выбрать что-то подходящее, а брак всегда можно стереть. Конечно, для наших целей нужны компакты, допускающие ручную установку параметров съемки. Полезно и гнездо для внешней вспышки. Обычно компакты заставляют снимать в более мелком масштабе, изображение затем приходится искусственно увеличивать и кадрировать, но в презентациях и при печати в книгах и журналах обычного формата потеря качества незаметна. Сейчас появляются все новые разработки, которые лишены обычных недостатков компактов, но обсуждать их бессмысленно, иначе мы вместо решения творческих задач будем заниматься вечными техническими испытаниями.

В зеркальных фотоаппаратах за объективом имеется зеркало, которое проецирует создаваемое объективом изображение на матовое стекло. Это изображение мы можем непосредственно рассмотреть (в современных камерах – с увеличением) и, перемещая объектив, добиться резкости интересующей нас детали (хотя автофокус тоже имеется). Таким образом, в видоискателе мы видим непосредственно то изображение, которое попадет затем на светочувствительный элемент, матрицу. Точность наводки очень велика, например, в портрете жука можно навести на ближний глаз. Пока что наше зрение превосходит различные электронные системы, и большинство серьезных фотографов пользуются зеркалками, хотя зеркало и неуклонно сдает свои позиции. За быстро движущимися объектами фотограф-человек обычно не успевает, и тут, зеркальная у вас камера или иная, необходим быстрый автофокус (быстротой славятся Canon и новые модели Sony), однако если с летящими птицами или спортивными событиями автоматика справляется, то снять летящую муху обычной техникой невозможно.

Фотокамера – схематически – это светонепроницаемая коробка с линзой (объективом) в передней стенке и светочув-

ствительным элементом (матрицей, пленкой или фотопластинкой) на задней. Передняя и задняя стенка отделены друг от друга затвором – светонепроницаемыми «воротами», которые могут открываться на определенное время (*выдержка*). Еще есть так или иначе устроенный видоискатель и механизм наводки на резкость – поиск такого положения объектива, при котором на заднюю стенку резко проецируются именно интересующие нас детали. Строго говоря, линза или объектив (система линз) дает изображение, резкое только в одной точке, но есть степень нерезкости, которую мы не заметим и которой можно пренебречь. Это так называемая *глубина резкости*, которую с нелегкой руки какого-то любителя аббревиатур стали называть ГРИП (глубина резко изображаемого пространства). Понятно, что оценка резкости зависит от степени увеличения изображения и от остроты зрения рассматривающего. Примерно то же самое и с нерезкостью, связанной со смазкой изображения из-за дрожания камеры или движения объекта. При съемке с рук в масштабе, близком к 1:1 можно удержать камеру при *выдержке* около 1/250 с (то есть смазка будет незаметна), хотя лучше использовать выдержки короче. От длины выдержки зависит и энергия, которую успеет получить матрица – *экспозиция* (иногда также экспозицией называют выдержку и измеряют ее в единицах времени). Если поставить слишком короткую выдержку, кадр получится недоэкспонированным, слишком темным. Чтобы этого не случилось, приходится поднимать *чувствительность* матрицы, но при больших значениях матрица начинает «шуметь» – изображение распадается на отдельные точки. Это *шум*, (*зерно* на фотопленках), который портит изображение.

Упомянем также, что внутри объектива имеется *диафрагма* – кольцевая ширма, закрывающая боковую часть объектива и оставляющая свободной центр. Значение диафрагменного числа (диафрагмы) измеряют в относительных величинах – как отношение входного отверстия объектива к *фокусному расстоянию*. Обычный ряд значений: 2-2.8-4-5.6-8-11-16-22...36. Чем сильнее закрыта диафрагма, тем больше число. Важно, что чем сильнее закрыта диафрагма, тем больше глубина резкости

(работает только центр объектива), но тем меньше на матрицу попадает света. При макросъемке обычно закрывают диафрагму до 8 или более. Если диафрагму открыть, матрица получит больше света, и можно добиться правильной экспозиции при более короткой выдержке, зато глубина резкости будет настолько мала, что изображение будет восприниматься как брак. Конечно, эффектно может смотреться портрет, где, например, резко выделены находящиеся в одной плоскости глаза, а все остальное размыто. Но с насекомыми такое удастся очень редко. Да и психологически мы хотим видеть мелкое животное резким целиком, хотя, рассматривая его в лупу, изучаем по частям, а целостный образ создаем мысленно – что-то вроде ментального стекинга.

Длиннофокусные объективы как бы рассматривают предметы в бинокль, а короткофокусные (как в смартфонах), наоборот, как бы удаляют, и крупные планы получаются только с близкого расстояния; при этом подчеркивается перспектива и возникают искажения (например, портрет с карикатурно увеличенным носом). Во многих современных объективах за счет подвижных элементов фокусное расстояние может меняться. Это зум-объективы, или просто *зум* (от английского *zoom*).

Для камер со сменной оптикой (зеркалок) выпускаются специальные макрообъективы, позволяющие снимать в масштабе 1:1 (этого вполне достаточно) и крупнее. Бывают и макрозум, но особого смысла в них нет. Можно также использовать специальные удлинительные кольца, устанавливаемые между фотоаппаратом и объективом. Чем больше колец, тем крупнее масштаб. Когда колец много, блики от внутренних поверхностей портят изображение. Для съемки в крупном масштабе существуют удлинительные меха-гармошки, в которых внутренние блики гасятся. Увеличить масштаб съемки можно также, одев на объектив положительную линзу. В последние годы такие линзы стали называть конверторами.

Среди объективов, даже фирменных, предназначенных для полноформатных камер, довольно часто попадаются бракованные. Например, японский Micro

Nikkor, которым пользуется автор, при съемке газетного листа (примерно 40x60 см) при средних значениях диафрагмы дает изображение, где читается только центр и левый край. Но мы этого дефекта не замечаем, поскольку обычно работаем со значительно закрытой диафрагмой, и центр получается резкий, а края не так важны, тем более что чаще всего изображение приходится кадрировать – обрезать края.

Итак, создание макрофотографии – это всегда ряд компромиссов. Чтобы идти на них осмысленно, надо знать основные фотографические понятия, о которых мы здесь лишь вскользь упомянули. Неподготовленному читателю советуем заглянуть в старые книги, одна из лучших – «25 уроков фотографии» [5]. Из более современных книг можно рекомендовать прекрасно изданное руководство Р. Томпсона [7]. Есть и неплохие материалы в Интернете [8].

Результаты и их обсуждение

Съемка в природе при естественном освещении. Кадры, полученные в естественных условиях, наиболее ценны для биолога. Здесь кроме внешнего вида мы получаем информацию о том, где и когда объект встречается, иногда можно что-то сказать о его поведении и диете. Начнем с кадра, сделанного компакт-камерой (рис. 1).

Бронзовка (*Cetonia aurata*) питалась на зонтичном, часть соцветия под тяжестью жука согнулась, и жук повис на коготках. При съемке был выставлен режим «макро», позволяющий снимать с дистанции несколько сантиметров. Этот режим работает в компактах только если зум выставлен на короткое фокусное расстояние, поэтому чтобы получить крупное изображение объекта, к нему приходится приближаться чуть ли не вплотную, а картинка получается «распахнутая», как бы макропейзаж. Иногда такое хорошо смотрится на разворотах книг. В нашем случае мы вынужденно пользовались автофокусом, который в таких сюжетах чаще фокусируется на контрастном фоне, но тут удачно навелся на жука. Иногда удается снимать на фоне неба, тогда автофокус обычно цепляется за нужный объект. Хорошо работает автофокус и на фоне однотонной стены или листа бумаги.

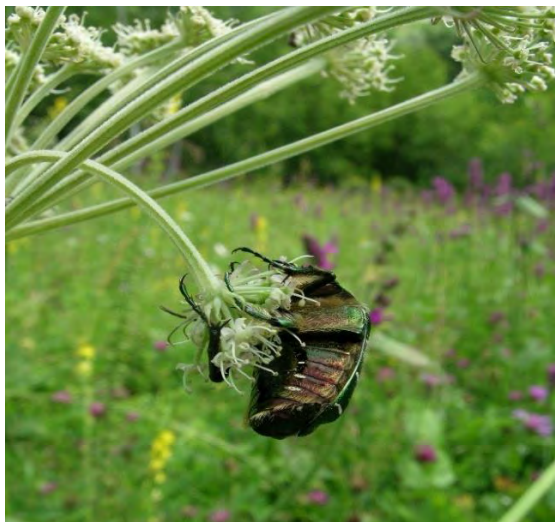


Рис. 1. Съемка компакт-камерой при естественном освещении. Режим «макро» с приоритетом выдержки (S). $S=1/200$ с, ISO=200, $F=7.5$. Была установлена экспокоррекция в одну ступень (экспозиция уменьшена вдвое). Обозначения: ISO – чувствительность матрицы, F – значение диафрагмы (относительное отверстие). Объект: бронзовка золотистая (*Cetonia aurata*)

*Fig. 1. Shooting with a compact camera in natural light. Shutter-priority macro mode (S). $S=1/200$ s, ISO=200, $F=7.5$. Exposure compensation was set to one stage (exposure was halved). Notations: ISO is matrix sensitivity, F is aperture value (relative aperture). Object: golden bronze (*Cetonia aurata*)*

Режим экспонирования. В природе при нормальном освещении автор обычно использует режим экспонирования с приоритетом выдержки S (shooting), устанавливая значения порядка $1/250$ ч $1/500$ с; легкими компактными камерами, если объект не качается на ветру, иногда удается получать резкие кадры и с более длинными выдержками. Чувствительность матрицы ISO устанавливается достаточно высокая, но так, чтобы еще не было заметного шума. Для нашего (устаревшего) компакта это было всего 200 единиц, а для современных зеркалок обычно составляет 1000-2000 единиц. Диафрагма (F) при этом устанавливается камерой автоматически. В компактах диафрагма должна получаться порядка $b\check{c}8$. В зеркалках порядка $16\check{c}32$. За автоматическими значениями F надо следить и при необходимости менять настройки. В нашем конкретном примере с бронзовкой условия съемки в солнечную

погоду компактной камерой таковы: режим «макро», приоритет выдержки (S) со скоростью затвора $1/200$ с, ISO 200, значение диафрагмы (F) получилась около 7.5. Глубина резкости вполне достаточная. Добавим еще, что была установлена *экспокоррекция* в одну ступень – экспозиция уменьшена вдвое, потому что иначе белый цветок получался пересвеченным. Вообще такая коррекция полезна всегда при съемке при естественном освещении.

Итак, мы установили достаточно короткую выдержку, чтобы изображение хоть где-то было резким, несмазанным, а глубиной резкости немного поступились – будет ли резко все от глаза до конца брюшка или брюшко окажется нерезким, не так важно.

Техническое отступление. Роль абсолютных размеров фотокамеры. Это один из самых сложных (неочевидных) вопросов, который мы умышленно не поместили в начало статьи. Почему в компактных камерах достаточная глубина резкости получается при диафрагме около 8, а в других (зеркалках) – около 32? Потому, что те и другие камеры различаются по абсолютным размерам, а многие характеристики относительно. Тут нарушается линейная зависимость, поскольку в игру вступают новые физические законы и технические характеристики. Казалось бы, как легко увеличить диафрагму в компактах до любых значений. Но если значение диафрагмы – это отношение входного зрачка к фокусному расстоянию, то при фокусном расстоянии 10 мм при диафрагме 8 входной зрачок составит всего 1.25 мм ($10:1.25=8$). Можно бы сделать и намного меньше. Но тут начинает играть роль дифракция света. На совсем маленьких отверстиях свет рассеивается, и все изображение получается нерезким. Есть и объективы, в которых диафрагма закрывается до 128 при хорошем качестве изображения, но у них передняя линза около 10 см в диаметре, и весит такой объектив несколько килограммов.

В компактах диафрагмы 8 (и меньших значений, соответствующих более открытой диафрагме) хватает для обеспечения большой глубины резкости потому, что там и матрица небольшого абсолютного размера. Мы как бы снимаем мелко, зато выигрываем в глубине резкости. В целом качество изображения падает, но современные мат-

рицы и объективы так совершенны, что потери практически незаметны.

В зеркалках и других достаточно крупных камерах диафрагма обычно закрывается до 32-36. Но часто при полностью закрытой диафрагме качество изображения ухудшается (опять же из-за дифракции). Мы пользуемся значением не более 29, даже если света хватает.

Здесь же подчеркнем, что очень большое значение имеют абсолютные размеры матрицы. На сегодняшний день, пожалуй, наилучшими следует признать так называемые полноформатные (full frame) камеры с размерами матрицы, близкими к размерам пленочного кадра – 24x36 мм. Немного уступают им примерно половинные от этого размера матрицы (APS). Такие матрицы бывают в зеркалках, но также и в камерах других типов. А вот число чувствительных элементов – пикселей («точек») на матрице менее важно. Так, 20 МП, размещенные на матрице площадью менее квадратного сантиметра, дадут несравненно худшее изображение, чем, например, 12 МП на полноформатной матрице. Так что пиксель пикселю рознь. Тем более что число пикселей всегда можно прибавить в фотошопе путем интерполяции («пустое» увеличение).

Съемка при естественном освещении с добавлением вспышки. Широта восприятия человеческого глаза – способность различать оттенки в самых светлых и в самых темных частях сюжета – пока что превосходит широту фотографических материалов. Иногда при естественном освещении на изображении получаются «дыры» в белом или в черном – совершенно белые или совершенно черные участки без деталей. Кроме того, при избыточном общем контрасте часто не хватает микроконтраста (особенно в тенях) – плохо различаются мелкие детали, такие как волоски, скульптура покровов. В общем картинка при естественном свете кажется не вполне естественной. Но можно помочь, если естественный свет подправить. Для этого есть разные устройства, например, отражатели и рассеиватели, но проще всего добавить слабый импульс лампы-вспышки. В качестве примера возьмем удивительную муху-сирфиду журчалку носатую (*Rhingia rostrata*), сидящую в цветке чертополоха (рис. 2, 3).

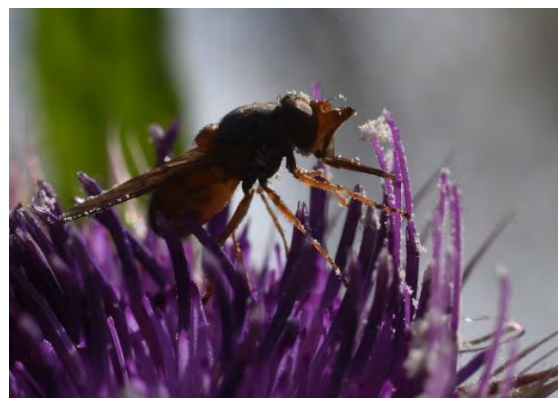


Рис. 2. Съемка при контрастном естественном освещении. Зеркальная камера с макрообъективом. Приоритет выдержки. S=1/400 с, ISO=1250, F=22. Экспокоррекция минус 1 ступень. Обозначения как на рис. 1. Объект: журчалка носатая (*Rhingia rostrata*)

*Fig. 2. Shooting in contrasting natural light SLR camera with macro lens. Shutter priority. S=1/400 s, ISO=1250, F=22. Exposure compensation minus 1 stage. Designations as in fig. 1. Object: nosy hoverfly (*Rhingia rostrata*)*



Рис. 3. Съемка при контрастном естественном освещении с добавлением вспышки. Зеркальная камера с макрообъективом. Приоритет выдержки. S=1/250 с, ISO=1000, F=32. Экспокоррекция минус 1 ступень. Обозначения как на рис. 1. Объект: журчалка носатая (*Rhingia rostrata*)

*Fig. 3. Shooting in contrasting natural light with a flash addition. SLR camera with macro lens. Shutter priority. S=1/250 s, ISO=1000, F=32. Exposure compensation minus 1 stage. Designations as in fig. 1. Object: nosy hoverfly (*Rhingia rostrata*)*

Хотя ее хоботок приспособлен для питания жидкой пищей – нектаром, похоже, она и пыльцу способна поедать. У всех мух лица как лица, а у этой посередине огромный вырост – роstrум, который с натяжкой можно счесть похожим на нос. Зачем мухе этот «нос», серьезные ученые не обсуждают. Различия между кадрами очевидны. Общая тональность в целом одинакова, но без вспышки деталей в тенях мало (мы нарочно для наглядности выбрали съемку против света). Вспышка же выявила и сегменты брюшка, и фасетки глаза, и массу пыльцы на теле. Мухи – неплохие опылители. В обоих случаях использовали режим S. Без вспышки: 1/400 с, ISO 1250, значение F получилось 22. Со вспышкой: 1/250 с, ISO 1000, значение F получилось 32. Мощность вспышки специально не регулировали – как автоматика добавила, так и сочли подходящим. Автоматические TTL (Through the lens) вспышки существенно облегчают жизнь фотографу. Умная автоматика регулирует экспозицию так, чтобы получилось правильное изображение. Можно регулировать вспышку и в ручном режиме.

Синхронизация затвора камеры со вспышкой. Длину выдержки на кадре с добавлением вспышки нам пришлось увеличить до 1/250 с. У большинства камер синхронизация со вспышкой на более коротких выдержках не происходит (потому что затвор полностью не открывается, но кадр экспонируется частями). В нашем случае затвор открылся на 1/250 с, и в этом интервале на короткое время (тысячные доли секунды) сработала вспышка. Есть опасность, что изображение за 1/250 секунды смажется, и у нас появится два контура – резкий, полученный с помощью вспышки, и размытый, полученный за счет естественного освещения. Такое действительно иногда происходит. Существует методика быстрой, или скоростной синхронизации, однако мы ее не испытывали. При выборе своего первого цифрового фотоаппарата мы прельстились тем, что у той модели синхронизация проходила при 1/500 с. Если бы у современной камеры было так же, можно было бы вспышку вообще не выключать – пусть добавляет совсем по чуть-чуть, чтобы и заметно практически не было. Но если у вашей камеры синхронизация на 1/125 с (а

сейчас много таких), добавлять вспышку к яркому естественному освещению будет достаточно неудобно. Придется обходиться без вспышки, осваивать новые современные технические приемы или менять фотоаппарат.

Другой путь использования вспышки как дополнительного света – это использование ручного режима настроек камеры. В режиме M (manual) устанавливается такая жестко фиксированная выдержка, чувствительность и диафрагма, чтобы получалось небольшое (на 1-2 ступени) недоэкспонирование, или недодержка при имеющемся освещении. Когда включается вспышка (TTL), она автоматически компенсирует недодержку и подсветит тени. Беда в том, что в природе освещение все время меняется.

Вспышка как основной источник освещения (рисующий свет). В ряде случаев наши объекты (например, обитатели нор или вредители запасов) живут практически в темноте, и что такое естественный свет непонятно. Для различных целей (при создании справочников) надо передать внешний вид объекта, а «естественность» не так важна. Кроме того, даже лучшая современная техника хороша для объектов размером около 5-10 мм и более, а подвижных насекомых и других беспозвоночных размером 1-2 мм и вовсе почти невозможно снять стандартной аппаратурой. Поэтому мы часто вынуждены использовать искусственный свет. Удобнее всего вспышки, потому что мощный световой импульс короток и не сопровождается недопустимым нагреванием объекта. Живые насекомые не успевают испугаться и убежать, а даже если пугаются и убегают или падают, притворяясь мертвыми, это неважно, поскольку кадр уже сделан.

Если для легкого подсвечивания теней годится любая вспышка, даже встроенная в камеру, то использование одноламповой вспышки как основного источника света недопустимо. Такая вспышка дает угольно-черные тени по контуру объекта, часто возникают ужасные маслянистые блики, и результат получается неудовлетворительный. Иногда названные дефекты не так сильны при работе с компакт-камерой. Съемка ведется с такой малой дистанции, что размеры лампы, объекта и расстояние между ними близки. Но обычно все же не

настолько, чтобы получить бестеневое освещение. При работе с большими камерами надо придумывать различные отражатели и рассеиватели [1, с. 344, 347], – точно так же, как при фотографировании человека со вспышкой, ему ни в коем случае нельзя светить в лицо, а надо направлять лампу в (белый) потолок. Для макро съемки применяются кольцевые вспышки или вспышки с двумя-тремя разнесенными лампами. Иногда две лампы дают две светлые тени, одну из которых приходится затем убирать в фотошопе.

Со вспышкой мы можем закрыть диафрагму (до 29 у полноматричных зеркалок) и использовать малую чувствительность (64), на которой матрица почти не шумит. Роль затвора выполняет импульс вспышки (порядка 1/10000 с), и изображение не смазывается. При этом изображение, создаваемое фоновым освещением, не получается вовсе (без вспышки был бы черный кадр), хотя свет все же нужен, чтобы навести на резкость.

В качестве примера приведем редкий, даже уникальный кадр – момент заражения хозяина наездником тороном (*Thoron metallicus*) (рис. 4)

Торон отыскивает кладки клопа водяного скорпиона (*Nepa cinerea*), которые прикреплены к различным предметам, плавающим в водоемах. Клопные яйца отличаются длинными выростами – дыхательными отростками. Наездник размером около 1.5 мм не боится воды и прекрасно плавает. Чтобы снимать такую кроху в природе при естественном освещении нужна камера с матрицей, которая не шумит при чувствительности 50 000-100 000 единиц, таких пока что нет. Конечно, съемка велась в лаборатории. Мы сняли, как самка ощупывает кладку хозяина антеннами (самки и самцы отличаются по форме антенн), затем выставляет яйцеклад и прокалывает им оболочку клопного яйца, а через некоторое время, отложив свое яйцо (заразив хозяина), вытаскивает яйцеклад и водит им по поверхности клопного яйца. Это самое интересное. Таким образом паразитоид маркирует хозяина (какая-то химическая метка), чтобы не заражать данную особь повторно. Нанесенная метка также может отпугивать других конспецифических самок.



Рис. 4. Съемка с кольцевой вспышкой как основным источником света. Зеркальная камера с макрообъективом и добавочным удлинительным кольцом (масштаб около 1.5:1). Ручной режим (M). S=1/160 с, ISO=80, F=29. Обозначения как на рис. 1. Объект: наездник торон металлический (*Thoron metallicus*) на кладке водяного скорпиона (*Nepa cinerea*)

Fig. 4. Shooting with ring flash as the main light source. SLR camera with macro lens and additional extension ring (scale is approximately 1.5:1). Manual mode (M). S=1/160s, ISO=80, F=29. Designations as in fig. 1. Object: a thoron metallicus wasp (*Thoron metallicus*) on an egg mass of a water scorpion (*Nepa cinerea*)

При съемке объект занимал лишь центр кадра, но матрица большого объема (36 МП) позволяет значительно кадрировать. Понятно, что насекомое размером 1-2 мм невозможно разогнать на полный кадр. Съемка мелких живых объектов заведомо предполагает значительное кадрирование. Полученные фотографии торона мы показываем студентам на лекциях по поведению насекомых, и они войдут в новую книгу. Надо отметить, что съемка насекомых со вспышкой (кольцевой) – это стабильная методика, дающая очень хорошее качество. Однако добавим, что некоторые объекты (полупрозрачные коричневатые пауки, муравьи мирмика и другие) со вспышкой почему-то получаются нерезко, хотя такое бывает довольно редко. Предположительно, здесь играет роль дифракция света на покровах. Надо экспериментировать, испытывать различные рассеиватели. С осторожностью надо подсвечивать вспышкой и металлически-блестящих, переливающихся насекомых.

Но это капризные в фотографическом отношении объекты, которые совершенно по-разному выглядят в тени и на солнце.

Именно с кольцевой вспышкой сделан значительный процент иллюстраций во многих наших статьях и книгах [2; 4; 6].

Специфика съемки разных объектов. Особое значение для науки имеет фотографирование пауков, поскольку коллекционные экземпляры приходится помещать в спирт, и по такому материалу совершенно невозможно судить о том, как выглядит реальный паук [3] (в отличие от большинства коллекций насекомых на булавках, которые иногда даже вешают на стены как украшение). Технически фотографирование пауков и насекомых принципиально не отличается, но при съемке каждого полезно знать его образ жизни.

Пауки-тенетники так или иначе связаны со своими сетями, на которых либо сидят непосредственно, либо скрываются в построенных рядом убежищах (логовищах). Чтобы найти их, требуются элементарные навыки. Все знают, что многих крупных крестовиков (*Araneus* spp.) удается выманить, бросив в ловчую сеть добычу. Пауки-охотники, такие как волки (*Lycosidae*), быстро бегают на большие расстояния и очень пугливы. Преследовать их с фотоаппаратом бессмысленно – все равно не подпустят «на выстрел». Но и охотники обычно территориальны, тяготеют к своему индивидуальному участку и знакомым убежищам. Если обосноваться где-то поблизости от участка паука, он в конце концов покажется сам. Тут шансы фотографа возрастают. Если повезет, удастся приблизиться плавно и быстро, не испугав объект. Иногда, приближаясь, полезно покачиваться из стороны в сторону, будто растение на ветру (кстати, так делают и богомолы). Но тут общих рекомендаций нет, только опыт.

Пауки фолькусы (*Pholcus phalangioides*) любят натягивать свои неряшливые сети на окошках, потому что на свет летят насекомые и попадают в ловушку. Пауки удивительные, с длинными-предлинными ногами, как у сенокосцев. Вот самец и самка совместно поедают добычу, заключенную в шелковый кокон (рис. 5)



Рис. 5. Съемка пауков. Фолькус фалангиоидный (*Pholcus phalangioides*). Пара, поедающая добычу. Обитает на окне неотапливаемого деревенского дома в средней полосе России. Лето, естественное освещение из окна, зеркальная камера, приоритет выдержки. S=1/125 с – с упором локтями в подоконник, ISO=1600, F=9. Экспокоррекция минус 1 ступень. Обозначения как на рис. 1.

Fig. 5. Shooting spiders. Folkus phalangioid (*Pholcus phalangioides*). A couple eating prey. It lives on the window of an unheated village house in central Russia. Summer, natural light from the window, SLR camera, shutter priority. S=1/125 s – with elbows resting on the window sill, ISO=1600, F=9. Exposure compensation minus 1 stage. Designations as in fig. 1.

Никакой агрессии не наблюдается. Журналисты, сообщающие, что у пауков и богомоллов самка после спаривания всегда пожирает самца, немного преувеличивают.

Кадр сделан при естественном освещении со стороны достаточно темной комнаты. Света не хватает, ISO пришлось поднять до 1600, выдержка длиннее, чем мы рекомендуем – 1/125 с. Но смазки практически нет, потому что пауки неподвижны, а фотограф уперся плечом и локтями в раму окна. Тут самое время заметить, что *лучший штатив – это наши собственные руки и тело, прислоненные к надежной опоре*. Можно использовать стену, дерево, забор (рис. 6).



Рис. 6. Использование упора при макрофото съемки. Фото сделано смартфоном. Фото А. Белокрыльцевой
Fig. 6. Using the stopper for macro photography. The photo was taken with a smartphone. Photo by A. Belokryltseva

При съемке в лаборатории достаточно посадить паука на какой-то предмет (камень, ветка растения), основание которого частично помещаем в кювету с водой. Вертикальные травинки и веточки удобно прикреплять ко дну кюветы пластилином. Ждем, пока паук на своем острове успокоится и замрет. Дальше дело техники. Надо следить и за фоном. Заметим, что некоторые пауки воды почти не боятся и намокают, что делает их непригодными для съемки, некоторые, даже сухопутные, прекрасно бегают по воде и с нашей опоры убегают, а некоторые (тенетники) ловко улетают на паутинках. Как ни странно, данная методика лучше подходит для пауков, чем для насекомых, многие из которых с необъяснимым упорством лезут в воду.

Редкие кадры. Иногда, если фотоаппарат под рукой, удается поймать кадры, которые, едва ли можно сделать по заказу.

Цветок разбитое сердце, или дикцентра великолепная (*Dicentra spectabilis*) пришел в умеренные широты с Дальнего Востока. Пчел он привлекает, однако достать нектар из него непросто. Но некоторые шмели ухитряются проделывать в венчике

отверстия, через которые можно добраться до нектарников напрямую (так называемые операторы, или грабители – *robber*). Этими отверстиями шмели, а также другие, мелкие, пчелы пользуются многократно. Вот шмель (по всей вероятности, *Bombus lucorum*, по фотографии точно определить невозможно) (рис. 7) и медоносная пчела (рис. 8) питаются через дырочку в венчике.

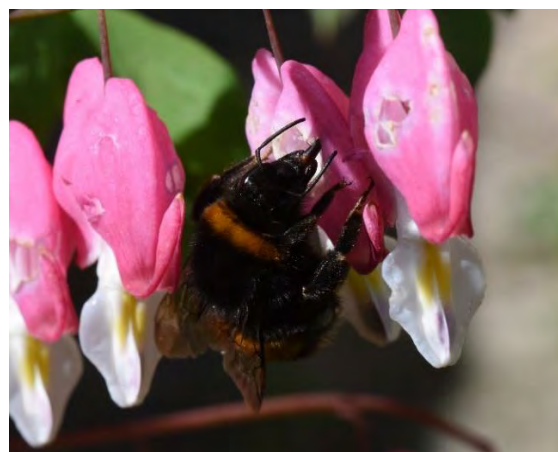


Рис. 7. Шмель (вероятно, *Bombus lucorum*), добывающий нектар из цветка разбитое сердце (*Dicentra spectabilis*) через отверстие, сделанное в венчике. Съемка при естественном освещении (солнце), зеркальная камера, приоритет выдержки. S=1/800 с, ISO=2000, F=20.

Обозначения как на рис. 1.

*Fig. 7. A bumblebee (probably *Bombus lucorum*) extracting nectar from a broken heart flower (*Dicentra spectabilis*) through a hole made in the corolla. Shooting in natural light (sun), SLR camera, shutter priority. S=1/800 s, ISO=2000, F=20. Designations as in fig. 1.*



Рис. 8. Медоносная пчела (*Apis mellifera*), добывающая нектар из цветка разбитое сердце (*Dicentra spectabilis*) через отверстие, сделанное в венчике шмелем.

Съемка при естественном освещении (тень), зеркальная камера, приоритет выдержки. $S=1/320$ с, $ISO=1250$, $F=14$.

Обозначения как на рис. 1.

Fig. 8. Honey bee (*Apis mellifera*) extracting nectar from a broken heart flower (*Dicentra spectabilis*) through a hole made in the corolla by a bumblebee. Shooting in natural light (shade), SLR camera, shutter priority. $S=1/320$ s, $ISO=1250$, $F=14$. Designations as in fig. 1.

Пчела при этом расположилась вниз головой. С научной точки зрения кадры довольно интересные. Именно индивидуальное обучение и пластичность поведения является биологической предпосылкой к развитию интеллектуальных (когнитивных) способностей насекомых [9; 10], это целое научное направление. В 2021 году среди пчел не нашлось таких, которые догадались бы сделать в цветках отверстия. Все пчелы проникали в цветки снизу и их было мало (надо думать, из-за трудностей при получении нектара, поскольку в целом пчел было не меньше обычного). Более мелкие пчелы и вовсе не посещали разбитое сердце.

В нашем случае снимать насекомых на цветах было достаточно сложно. Они очень недолго оставались на одном месте, а цветы качались на ветру. В таких условиях надо ставить короткую выдержку и увеличивать чувствительность матрицы. Именно так и были сделаны приводимые здесь кадры. Вспышку не использовали. Делали длинные серии, в которых значительный процент составлял брак, поскольку мы не успевали навести на резкость, а автофокус не справлялся.

При съемке пчелы чувствительность матрицы подняли до 2000 единиц (чтобы сократить выдержку до $1/800$ с). На достаточно резком контрастном изображении шум матрицы практически незаметен. Необходимо отметить, что допустимый уровень шума зависит от сюжета. Шум сильнее всего проявляется на ровных поверхностях средней яркости.

Песочные осы (*Crabronidae*) часто роют норки в песке. К ним относится известный многим пчелиный волк (*Philanthus triangulum*), который охотится на медоносных пчел. Представители рода *Crabro* (теперь его разбили на множество отдельных родов) парализуют мух. За все годы, что мы фотографируем насекомых (40 лет), в средней полосе России лишь в один из сезонов удалось встретить несколько ос с добычей. Оказывается, прежде чем унести муху в гнездо на корм личинкам, охотница выдавливает содержимое мушиного

зобика и съедает его – точно так же, как пчелиный волк поступает с пчелой. Сцена на фото можно было бы назвать смертельным поцелуем (рис. 9). Кадр сделан в обычном режиме, без вспышки.



Рис. 9. Песочная оса (*Crabronidae*) обрабатывает парализованную муху поллению (*Pollenia* sp.) перед тем как отнести ее в гнездо на корм личинкам. Зеркальная камера с макрообъективом.

Приоритет выдержки. $S=1/320$ с, $ISO=1250$, $F=29$. Экспокоррекция минус 1 ступень. Обозначения как на рис. 1.

Fig. 9. A sand wasp (*Crabronidae*) treats a paralyzed pollenia fly (*Pollenia* sp.) before bringing it to the nest to feed the larvae. SLR camera with macro lens. Shutter priority. $S=1/320$ s, $ISO=1250$, $F=29$.

Exposure compensation minus 1 stage. Designations as in fig. 1.

Заключение

Мы кратко рассмотрели несколько приемов, позволяющие получать удовлетворительные изображения насекомых и пауков. Но порой правильно настроить камеру бывает недостаточно. Надо в нужный момент уметь прижаться к неподвижной опоре и замереть, не дыша. Надо знать повадки объекта, чтобы предвидеть его поступки, и научиться мгновенно наводить на резкость, перемещая камеру (вращением винта объектива обычно не пользуются). Все это сродни спортивным навыкам и требует тренировки. Кроме того, следует отдавать себе отчет, для какой цели ведется фотографирование. Наиболее стабильные результаты получаются с кольцевой вспышкой при ручных настройках выдержки, диафрагмы и чувствительности матрицы, но при такой методике освещение (особенно фон) может получаться неестественным. И, наконец, иногда съемка объектов с увеличением позволяет выявить их красоту, скрытую от невооруженного взгляда. Это очень важно для популяризации науки, а также для привлечения студентов.

Литература

1. Ижевский С. С., Лобанов А. Л., Соснин А. Ю. Жизнь замечательных жуков. 2-е изд, испр. М.: Кодекс, 2014. 367 с.
2. Карцев В. М. Пчелы, осы, пауки и другие строители. М: Фитон XXI, 2020. 288 с.
3. Карцев В. М. Практика фотографирования живых пауков. В: Материалы IV Международного арахнологического совещания «Arachno-Meeting», (Екатеринбург, 13, 19 и 25 февраля 2021 г.). М: Товарищество научных изданий КМК, 2021. с. 26.
4. Карцев В. М., Фарафонова Г. В., Ахатов А. К., Беляева Н. В., Бенедиктов А. А., Березин М. В., Волков О. Г., Гура Н. А., Лопатина Ю. В., Лютикова Л. И., Просвириков А. С., Рязанова Г. И., Ткачева Е. Ю., Альбрехт П. В. Насекомые европейской части России. Атлас с обзором биологии. 3-е изд. М.: Фитон XXI, 2017. 587 с.
5. Микулин В. П. 25 уроков фотографии. 12-е изд. М.: Искусство, 1961. 479 с.
6. Сейфулина Р. Р., Карцев В. М. Пауки средней полосы России: атлас-определитель с

обзором биологии пауков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Фитон XXI, 2020. 608 с.

7. Томпсон Р. Б. Макросъемка. Практическое руководство для фотографов / пер. с англ. Л. А. Борис. М.: Арт-родник, 2006. 160 с.

8. Основы фотографии: диафрагма, выдержка и светочувствительность [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fotosklad.ru/expert/photo/lesson/osnovy-fotografii-diafragma-vyderzhka-i-svetochuvstvitelnost.html> (дата обращения: 13.02.2022)

9. Kartsev V. M. Local Orientation and Learning in Insects. In: Russian Contributions to Invertebrate Behavior. Ch. I. Abramson, Zh. P. Shuranjva, Yu. M. Burmistrov. Praeger Publishers Westport, Connecticut, London, 1996. Pp. 177-212.

10. Kartsev V. M. Situational Choices among Alternative Visual Stimuli in Honeybees and Paper Wasps when Foraging. In: Honeybees. Foraging Behavior, Reproductive Biology and Diseases. New-York, Nova Science Publishers (Nova Biomedical), 2014. Pp. 93-118.

References

1. Izhevskiy S. S., Lobanov A. L., Sosnin A. Yu. *Zhizn' zamechatel'nykh zhukov* [Life of Remarkable Beetles. 2nd ed., revised]. Moscow, Kodeks Publ., 2014. 367 p. (In Russian)
2. Kartsev V. M. *Pchely, osy, pauki i drugie stroiteli* [Bees, Wasps, Spiders and Other Builders]. Moscow, Fiton XXI Publ., 2020. 288 p. (In Russian)
3. Kartsev V. M. The technique of live spider photographing. In: *IV Mezhdunarodnoe arakhnologicheskoe soveshchanie «Arachno-Meeting», (Ekaterinburg, 13, 19 i 25 fevralya 2021 g.)* [4th International Arachnological Conference "Arachno-Meeting" (Ekaterinburg, February 13, 19 and 25, 2021)]. Moscow, KMK Scientific Publ., 2021. p. 26. (In Russian)
4. Kartsev V. M., Farafonova G. V., Akhatov A. K., Belyaeva N. V., Benediktov A. A., Berezin M. V., Volkov O. G., Gura N. A., Lopatina Yu. V., Lyutikova L. I., Prosvirov A. S., Ryzanova G. I., Tkacheva E. Yu., Al'brekht P. V. *Nasekomye evropeyskoy chasti Rossii. Atlas s obzorom biologii*. [Insects in the European Part of Russia. Atlas with Biology Overview. 3rd ed.]. Moscow, Fiton XXI Publ., 2017. 587 p. (In Russian)
5. Mikulin V. P. *25 urokov fotografii* [25 Photography Lessons. 12th ed.]. Moscow, Iskusstvo Publ., 1961. 479 p. (In Russian)

6. Seyfulina R. R., Kartsev V. M. *Pauki sredney polosy Rossii: atlas-opredelitel' s obzorom biologii paukov* [Spiders of Central Russia: Key Atlas with a Review of Spider Biology. 2nd ed., revised and enlarged]. Moscow, Fiton XXI Publ., 2020. 608 p. (In Russian)

7. Tompson R. B. *Makros'emka. Prakticheskoe rukovodstvo dlya fotografov* [Macro Photography. A Practical Guide for Photographers]. Transl. from English by L. A. Boris. Moscow, Art-rodnik Publ., 2006. 160 p. (In Russian)

8. *Osnovy fotografii: diafragma, vyderzhka i svetochuvstvitel'nost'* Available at: <https://www.fotosklad.ru/expert/photo/lesson/osnovy-fotografii-diafragma-vyderzhka-i-svetochuvstvitelnost.html> (accessed 13.02.2022). (In Russian)

9. Kartsev V. M. Local Orientation and Learning in Insects. In: Russian Contributions to Invertebrate Behavior. Ch. I. Abramson, Zh. P. Shuranjva, Yu. M. Burmistrov. Praeger Publishers Westport, Connecticut, London, 1996. Pp. 177-212.

10. Kartsev V. M. Situational Choices among Alternative Visual Stimuli in Honeybees and Paper Wasps when Foraging. In: Honeybees. Foraging Behavior, Reproductive Biology and Diseases. New-York, Nova Science Publishers (Nova Biomedical), 2014. Pp. 93-118.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**Принадлежность к организации**

Карцев Владимир Михайлович, научный сотрудник кафедры энтомологии, биологический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия; e-mail: v-kartsev@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS**Affiliations**

Vladimir M. Kartsev, Researcher, Department of Entomology, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: v-kartsev@yandex.ru

Благодарность

Автор благодарен доценту кафедры энтомологии А. В. Тимохову, организовавшему фотосъемку наездника торона металлического.

Принята в печать 25.03.2022 г.

Acknowledgement

The author is grateful to A. V. Timokhov, Associate Professor of the Department of Entomology, who organized the photography of the *Thoron metallicus* wasp.

Received 25.03.2022.

Биологические науки / Biological Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 581.552
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-17-26

Оценка площадей основных типов растительности Дагестана

© 2022 Муртазалиев Р. А.¹, Идрисов И. А.², Гусейнова А. Ш.²

¹ Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН
Махачкала, Россия; e-mail: murtazaliev.ra@yandex.ru

² Институт геологии ДФИЦ РАН
Махачкала, Россия; e-mail: idris_gun@mail.ru; as2106@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Систематизация современных данных об особенностях распространения разных типов растительности в Дагестане. **Методы.** При изучении растительного покрова республики проведена работа по созданию тематического слоя «Растительность Дагестана» в рамках разрабатываемой единой ГИС. За основу была взята карта растительности Дагестана, составленная А. А. Лепехиной с некоторыми дополнениями и изменениями. **Результаты.** Представлено актуальное описание выделенных растительных сообществ. Охарактеризованы основные виды растительности разных сообществ и описаны особенности их природной среды. **Выводы.** Установлены площади различных растительных группировок Дагестана. Показано преобладание луговой растительности в горной части и пустынной с определенной долей луговой – в низменной части. В предгорьях развиты пустынная, лесная и степная растительность.

Ключевые слова: геоинформационная система, Дагестан, растительность, оценка площадей.

Формат цитирования: Муртазалиев Р. А., Идрисов И. А., Гусейнова А. Ш. Оценка площадей основных типов растительности Дагестана // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 17-26. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-17-26

Estimation of the Areas of Main Vegetation Types in Dagestan

© 2022 Ramazan A. Murtazaliev¹,
Idris A. Idrisov², Aida Sh. Guseynova²

¹ Caspian Institute of Biological Resources, DFRC RAS
Makhachkala, Russia; e-mail: murtazaliev.ra@yandex.ru

² Institute of Geology, DFRC RAS
Makhachkala, Russia; e-mail: idris_gun@mail.ru; as2106@mail.ru

ABSTRACT. Aim. Systematization of modern data on the features of different vegetation types distribution in Dagestan. **Methods.** As part of the vegetation cover study in the republic, the work was carried out to create a “Dagestan Vegetation” thematic layer, within the framework of a unified developed GIS. The vege-

tation map of Dagestan, compiled by A. A. Lepekhina, was taken as a basis with some additions and changes. **Results.** It is presented an up-to-date description of the selected plant communities. The main types of vegetation of different communities are characterized and the features of their natural environment are described. **Conclusions.** The areas of various plant groups in Dagestan have been established. It has been shown the meadow vegetation predominates in the mountainous part and desert with a certain proportion of meadow vegetation in the lowland part. Desert, forest and steppe vegetation is developed in the foothills.

Keywords: geoinformation system, Dagestan, vegetation, estimation of the areas.

For citation: Murtazaliev R. A., Idrisov I. A., Guseynova A. Sh. Estimation of the Areas of Main Vegetation Types in Dagestan. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 17-26. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-17-26 (In Russian)

Введение

Разнообразие природно-климатических условий, история формирования и богатство флоры определили наличие на территории Дагестана различных типов растительности, начиная от пустынных сообществ и лиановых лесов на низменности до холодостойких грушировок на вершинах гор. Изучению и описанию различных типов растительности Дагестана посвящены многочисленные работы, выполненные в основном во второй половине прошлого века [1; 4; 6; 7; 14; 15–19 и др.].

Первая карта растительности Дагестана была составлена в результате долгой и кропотливой работы, организованной Наркомземом Дагестанской АССР под руководством профессора И. В. Ларина (в послевоенный период работой руководил профессор Л. Г. Раменский) с целью инвентаризации и паспортизации кормовых угодий. Эта работа дала громадный описательный и картографический материал. Были составлены порайонные топографические карты и таблицы растительности сенокосов и пастбищ. По результатам этой работы Л. Н. Чиликиной под редакцией Е. В. Шифферс была составлена «Карта растительности Дагестанской АССР» с кратким текстом к ней [17]. Однако эта карта имела сельскохозяйственное назначение, что на тот период было оправданным. В настоящее время назрела необходимость переиздания карты с учетом современного состояния растительности.

Материал и методы исследования

Карта «Растительность Дагестана» подготовлена в программной среде ArcGIS 10.2.2. Сопоставимые работы проведены и для других регионов [2]. Информационные объекты созданной карты включены в состав единой ГИС, разрабатываемой в Институте геологии ДФИЦ РАН [3; 9]. При помощи модуля Arc Catalog, программы

ArcGIS создан слой, в котором содержится информация о выделенных на карте полигонах (рис. 1). Слой представлен отдельным шейп-файлом, который хранит геометрическое местоположение и атрибутивную информацию объектов. При составлении карты к созданному слою добавлены слои «Крупные реки», «Граница Дагестана», «Берег моря» (рис. 1). В слое «Берег моря» выбрана линия берега, использованная при разработке блока тематических карт «Природа» для «Атласа культурного и природного наследия Дагестана».

За основу была взята карта растительности Дагестана, составленная А. А. Лепехиной с некоторыми дополнениями и изменениями [5]. На карте представлено 329 полигонов, которые относятся к 30-ти разным растительным сообществам, описанным далее. Полигоны соответствуют выделам на геоботанической карте. Эти сообщества были объединены в следующие типы растительности: высокогорная петрофильная, луговая, плавневая, песчаная, степная, пустынная, шибляковая, лесная и пашня.

С помощью инструмента обработки геоинформации «Вычислить геометрию» рассчитана площадь всех полигонов, растительных сообществ и выделенных нами типов. Эти сведения представлены в таблице.

В карте сохранена нумерация выделов, но были изменены некоторые названия сообществ (рис. 2). Ниже дается краткая характеристика основных растительных сообществ с указанием доминантов, особенностей распространения, а также с площадями, занятыми под разными типами сообществ, рассчитанные в ГИС.

Результаты и их обсуждение

ВЫСОКОГОРНАЯ ПЕТРОФИЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

1. Высокогорная петрофильная встречается в верхних горных поясах и занимает значительные площади (около 5 % территории и более 250 тыс. га) в пределах Главного и Бокового хребтов. Здесь встречаются такие виды, как колокольчик скальный, виды камнеломок (Рупрехта, каспийская, рыхлая и др.), очиток Стевена, хохлатка альпийская, смолевка низкая, фиалка мелкая, лютик паутинистый, ложнопузырчатка пальчатая и др. Эти сообщества богаты эндемичными видами, в основном восточнокавказскими элементами флоры [10; 13].

ЛУГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Горные луга

2. Альпийские луга. В пределах 2500-3000 м в верхнем горном поясе широко представлены альпийские луга. Это мезофильные рыхлодернинные разнотравные и плотнодернинные разнотравно-осоково-злаковые луга. Травяной покров этих лугов образуют трехзубчатка, одуванчик Стевена, первоцвет холодный, виды овсяниц, осока печальная, колокольчик Биберштейна и др. По мере продвижения

с запада на восток меняется состав их доминантов, появляются другие виды. Под альпийскими лугами занято 238503 га, что составляет почти 4,7 % территории Дагестана, занятой под растительностью.

3. Субальпийские луга. Встречаются повсеместно в высокогорьях в пределах лесной зоны и выше. В них преобладают злаки и низкорослые виды разнотравья. Из злаков здесь встречаются вейник, ежа сборная, тимофеевка луговая, трясунка высокая, виды овсяниц и др. Из разнотравья чаще встречаются чемерица, буквица крупноцветковая, девясил восточный, ветреница пучковатая и многие другие виды. В юго-западной части Дагестана в условиях достаточного увлажнения развивается субальпийское высокотравье (1,5-2 м и более), характеризующееся разнообразием и пышностью травостоя. Высокотравье образовано видами борщевика, борца, живокости, крестовника и другими видами. Данные сообщества занимают около 11 % территории или чуть более 570 тыс. га.

FID	Shape	Id	номер	описание	измед	группа
0	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	3947	Пустынная
1	Полигон	0	8	Лиманные луга	2781	Луговая
2	Полигон	0	6	Аллювиальные луга	1999	Луговая
3	Полигон	0	18	Равнинная и нижнепредгорная полевая пустыня	3606	Пустынная
4	Полигон	0	18	Равнинная и нижнепредгорная полевая пустыня	2790	Пустынная
5	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	5707	Пустынная
6	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	3421	Пустынная
7	Полигон	0	15	Высокогорные типчаковые степи	45751	Степная
8	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	2428	Пустынная
9	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	2467	Пустынная
10	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1786	Пустынная
11	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1393	Пустынная
12	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1594	Пустынная
13	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	975	Пустынная
14	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	917	Пустынная
15	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	2156	Пустынная
16	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1790	Пустынная
17	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	2590	Пустынная
18	Полигон	0	16	Равнинные песчаные степи	11045	Степная
19	Полигон	0	8	Лиманные луга	16065	Луговая
20	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1733	Пустынная
21	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	3073	Пустынная
22	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1834	Пустынная
23	Полигон	0	8	Лиманные луга	22945	Луговая
24	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	11461	Пустынная
25	Полигон	0	18	Равнинная и нижнепредгорная полевая пустыня	13347	Пустынная
26	Полигон	0	11	Материковая	4404	Песчаная
27	Полигон	0	18	Равнинная и нижнепредгорная полевая пустыня	25585	Пустынная
28	Полигон	0	11	Материковая	2222	Песчаная
29	Полигон	0	16	Равнинные песчаные степи	15689	Степная
30	Полигон	0	6	Аллювиальные луга	22951	Луговая
31	Полигон	0	6	Аллювиальные луга	13164	Луговая
32	Полигон	0	11	Материковая	2407	Песчаная
33	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	1415	Пустынная
34	Полигон	0	9	Мехпесчано-грядовые луга	11618	Луговая
35	Полигон	0	7	Приплавневые луга	1673	Луговая
36	Полигон	0	19	Равнинная солянковая и полинно-солянковая пустыня	668	Пустынная
37	Полигон	0	11	Материковая	30100	Песчаная
38	Полигон	0	9	Мехпесчано-грядовые луга	8655	Луговая
39	Полигон	0	9	Мехпесчано-грядовые луга	837	Луговая
40	Полигон	0	12	Приморская	1321	Песчаная
41	Полигон	0	11	Материковая	7438	Песчаная
42	Полигон	0	11	Материковая	8633	Песчаная
43	Полигон	0	11	Материковая	3927	Песчаная
44	Полигон	0	11	Материковая	20700	Песчаная
45	Полигон	0	11	Материковая	3638	Песчаная
46	Полигон	0	16	Равнинные песчаные степи	105006	Степная
47	Полигон	0	11	Материковая	4026	Песчаная
48	Полигон	0	18	Равнинная и нижнепредгорная полевая пустыня	155780	Пустынная
49	Полигон	0	9	Мехпесчано-грядовые луга	2044	Луговая

Рис. 1. Таблицы содержания и атрибутов слоя «Растительность»
 Fig. 1. Tables of contents and attributes of Vegetation layer

4. Послелесные сухие луга. Представлены большей частью в среднегорной полосе, по северным склонам в условиях незначительного или среднего увлажнения. Под лугами этого типа занято около 164 тыс. га (3,24 %). В составе травостоя преобладают различные злаки со значительным участием видов разнотравья (виды люцерны, клевера, тысячелистник обыкновенный, лабазник обыкновенный и многие другие). Местами заметную роль в этих лугах играют и некоторые осоки (низкая, Хьюта и другие).

5. Послелесные предгорные луга. Эти луга встречается на высотах 300-1000 м над уровнем моря, по ориентированным к северу склонам. Эти луга занимают чуть больше 1 % территории (около 53 тыс. га). В сложении травостоя в этих сообществах чаще всего принимают участие ежа сборная, трясунка высокая, виды эспарцета, клевера, горошка и целый ряд других видов из разнотравья.

Равнинные луга

6. Аллювиальные луга (121 тыс. га – 2,39 %). Они развиваются в условиях периодического, но недолгого заливания и переменного увлажнения. Чаще всего встречаются по берегам рек, речным долинам, по окраинам плавней, озер и других водоемов. Характерной особенностью этих лугов является густота и высота травостоя, в котором преобладают, как обычно, различные злаки (пырей, вейник, свиной, мятлик и др.) с участием многих видов разнотравья.

7. Пришлавневые луга (114 тыс. га – 2,25 %). Доминантом здесь является тростник, к которому примешиваются и другие влаголюбивые виды (клубнекамыш, сусак, виды осок и другие), а у береговой линии в составе данных сообществ принимают участие и другие виды растений, такие как мята водная, дербенник иволистный, зюзник европейский и некоторые другие.

8. Лиманные луга (193 тыс. га – 3,8 %). Развиваются по окраинам заливаемых периодически участкам, на более сухих и отчасти на засоленных местах. Здесь отмечаются бескильница гигантская, петросимония раскидистая, солерос, полынь солончаковая, кермек Мейера, костер растопыренный и др.

9. Межпесчано-грядовые луга (20 тыс. га – 0,4 %). Это наиболее опустыненный вариант лугов, который встречается на низменности. Здесь отмечаются пырей, свиной, люцерна синяя, аржаница тростниковидная, осока расставленная, солонечник и др.

ПЛАВНЕВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

10. Плавни – данный тип чаще представлен в северной части равнинного Дагестана – в дельте Терека и Кумы. Плавни занимают значительные площади вдоль берегов в Аграханском и Кизлярском заливах. Всего под ними занято 48344 га, что составляет чуть меньше одного процента территории. Основным видом этого типа является тростник обыкновенный, к которому примешиваются и другие водные виды – кувшинка белая, рдест курчавый, частуха подорожниковая, валлиснерия спиральная, сусак зонтичный, кута озерная, виды рогоза и осоки.

ПЕСЧАНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

11. Материковая (89 тыс. га – 1,75 %). Встречается на территории Терско-Кумской низменности, где имеются три крупных песчаных массива – Кумский, Бажиганский и Терский. Изолированно этот тип представлен и у нижних предгорий – Сарыкумский песчаный массив. Характерны колосняк гигантский, полынь Черняева, джужгун безлистный, эremosпартон безлистный, сирения стручковая, астрагалы (каракутинский, Лемана, длинноцветковый) и другие.

12. Приморская (122 тыс. га – 2,41 %). Встречается вдоль побережья Каспия узкой полосой (10–50 м) на песках. Характерные виды: вьюнок персидский, колосняк гигантский, сирения стручковая, подорожник солончаковый, астрагал гирканский, тамарикс ветвистый, турнефорция сибирская и другие.

СТЕПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

13. Среднегорные полидоминантные фриганоиды. Занимают большие площади в районах развития известняков. Развиваются на каменистых субстратах и имеют несомкнутый травяной покров. В сложении травостоя, в основном, принимают участие представители семейств *Lamiaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*. Большей частью являются полидоминантными. Преобладают бородач, шалфей седоватый, скабиоза гумбетовская, дубровник белый, чабрец дагестанский, чабер мелкозубчатый, пушпак кустарниковая, полынь солончаковая и многие другие. Эти сообщества характеризуются значительным участием эндемиков флоры Дагестана [12]. Они занимают более 323 тыс. га (6,36 %).

14. Среднегорные ковыльно-пырейные степи. Данный тип широко представлен в среднем горном поясе Южного Дагестана. На относительно ровных местах и на пологих склонах гор местами образуют монодоминантные сообщества, образованные бородачем с участием различных зла-

ков, в том числе ковылей. Эти степи занимают около 85 тыс га (1,67 %).

15. Высокогорные типчаковые степи. Доминируют злаки, в основном виды овсяницы с большим участием губоцветных, бобовых и сложноцветных. Данный тип степей встречается реже относительно других степных сообществ – под ними занято около 57 тыс. га, что составляет чуть более 1 %.

16. Равнинные песчаные степи. Главными эдификаторами являются виды ковыля с участием житняка сибирского, видов полыни (таврическая, австрийская, Лерха) и различных эфемеров. Занимают эти степи около 131 тыс. га или 2,6 % территории.

17. Предгорные разнотравные степи. Представлены в основном в полосе нижних предгорий по южным склонам и смежным с ним экспозициям, до высоты 500-700 м. Характеризуются значительным участием в составе травостоя многолетних злаков (чаще ковылей) с обильным развитием эфемеров в весенний период и разнотравья в летние месяцы, которые во второй половине лета практически высыхают. Как и фриганоиды, эти степи занимают значительные площади – 311248 га, что составляет более 6 % территории.

ПУСТЫННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

18. Равнинная и нижнепредгорная полынная пустыня. Развивается на глинистых участках. Видовой состав небогатый, представлен несколькими десятками видов растений. Основными доминантами являются виды полыни (таврическая, Лерха), камфоросма монпельйская, тонконог стройный, местами виды солянок и сведы. Под ними занято около 8 % территории или более 402 тыс. га.

19. Равнинная солянковая и полынно-солянковая пустыня. Тип характеризуется высоким содержанием солей в почве и местами влаги. Распространены широко в центральной и восточной части Терско-Кумской низменности, спорадически встречаются на территории Терско-Сулакской низменности и местами в приморской части. Кое-где имеются участки этого типа и в межгорных котловинах нижних предгорий. В основном для данного типа характерно преобладание представителей семейства маревых (сарсазан шишковатый, соляноколосник каспийский, петросимония раскидистая, сведа запутанная, виды солянок, полыни и др.). Занимают значительные площади – более 550 тыс. га или около 11 % от всей территории Дагестана, занятой растительностью.

ШИБЛЯКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

20. Палиуровые, боярышниковые, дубовые сообщества (9655 га – 0,19 %). Встречается в нижнем и отчасти в среднем горных поясах. Эдификатором является держидерево, к которому примешиваются другие кустарники – барбарис, жимолость грузинская, виды шиповника, боярышника, местами группа иволистная, сумах, скумпия и дуб скальный.

21. Ксерофильные редколесья можжевельника многоплодного (20747 га – 0,41 %). Развита они как в предгорной (Миатли, Талги, Губден), так и в высокогорной зоне (верховья Аварского и Андийского Койсу). Эдификатором является *Juniperus polycarpos*, к которому в предгорьях примешиваются помимо кустарников, травянистые виды растений, свойственные для сухих степей. А в высокогорьях в составе арчовников представлены кустарники и травянистые растения шибляка.

22. Ксерофильные сообщества можжевельника казацкого (1276 га – 0,03 %). Данный тип встречается в среднем горном поясе и представлен реже. В этих сообществах встречаются и другие виды кустарников.

23. Ксерофильные спирейные сообщества (54594 га – 1,07 %). В этих сообществах преобладает спирея (городчатая и зверобоелистная) с участием различных кустарников (шиповник, боярышник, кизильник, пузырник и др.). Травяной ярус местами плохо развит.

24. Ксерофильные трагакантовые сообщества (61988 га – 1,22 %). Встречается данный тип спорадически повсеместно в горной части Дагестана. В среднегорной части бассейна Сулака в основном они образованы эспарпетом рогатым и местами астрагалом обнаженным. В бассейне Самура – астрагалом каспийским, а. золотистым и а. мелкоголовчатым с участием акантолимона шемахинского. В верхнем горном поясе трагакантники представлены в основном астрагалом обнаженным, а по Усуччаю – астрагалом Беккера и а. золотистым.

ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

25. Хвойные, смешанные леса. Развита эти леса в среднем и верхнем горных поясах. Образованы в основном сосновой и видами березы, к которым примешивается граб, рябина, липа, ива, дуб крупнопыльниковый, виды клена, а в юго-западной части Дагестана – бук восточный и липица древовидная. Под этим типом лесной растительности в Дагестане занято около 2,8 % территории или 142450 га.

26. Мелколиственные леса. Они покрывают площадь около 1,3 % территории (68,3 тыс. га). К этой группе относятся березовые леса и криволесья, в которых встречаются,

кроме видов берез, рябина обыкновенная, ива козья и некоторые другие виды. В верхней границе леса в подлеске часто встречается рододендрон кавказский.

27. Широколиственные леса. Развиваются в верхней части предгорий в условиях достаточного увлажнения. В их образовании участвуют бук восточный, граб обыкновенный, клен остролистый, липа кавказская, ясень высокий и ряд других видов. Небольшие массивы широколиственных лесов отмечаются в высокогорной части Дагестана, из-за небольших размеров на карте эти участки не выделены номерами. Широколиственные леса занимают 3,41 % территории (173 тыс. га).

28. Сухие предгорные дубовые леса. Данный тип леса составляет чуть больше 2 % территории и занимают площадь бо-

лее 105,2 тыс. га. Эти леса образованы дубами (скальный, пушистый), со значительным участием ясеня высокого, клена полевого, граба восточного и другими видами деревьев и кустарников.

29. Влажные равнинные приречные леса. Данные леса развиваются на пониженных и влажных участках, местами заливаемые весной паводковыми водами. Образованы эти леса в основном видами ивы и тополя, а на более сухих и приподнятых участках – дубом черепчатом, с участием ясеня, клена, свидины и других. В дельте Самура эти леса характеризуются наличием различных лиан (сассапариль, плющ, обвойник, хмель, ломонос, виноград и другие). Всего на данный тип леса приходится 1,83 % территории и занимает площадь примерно 93 тыс. га.

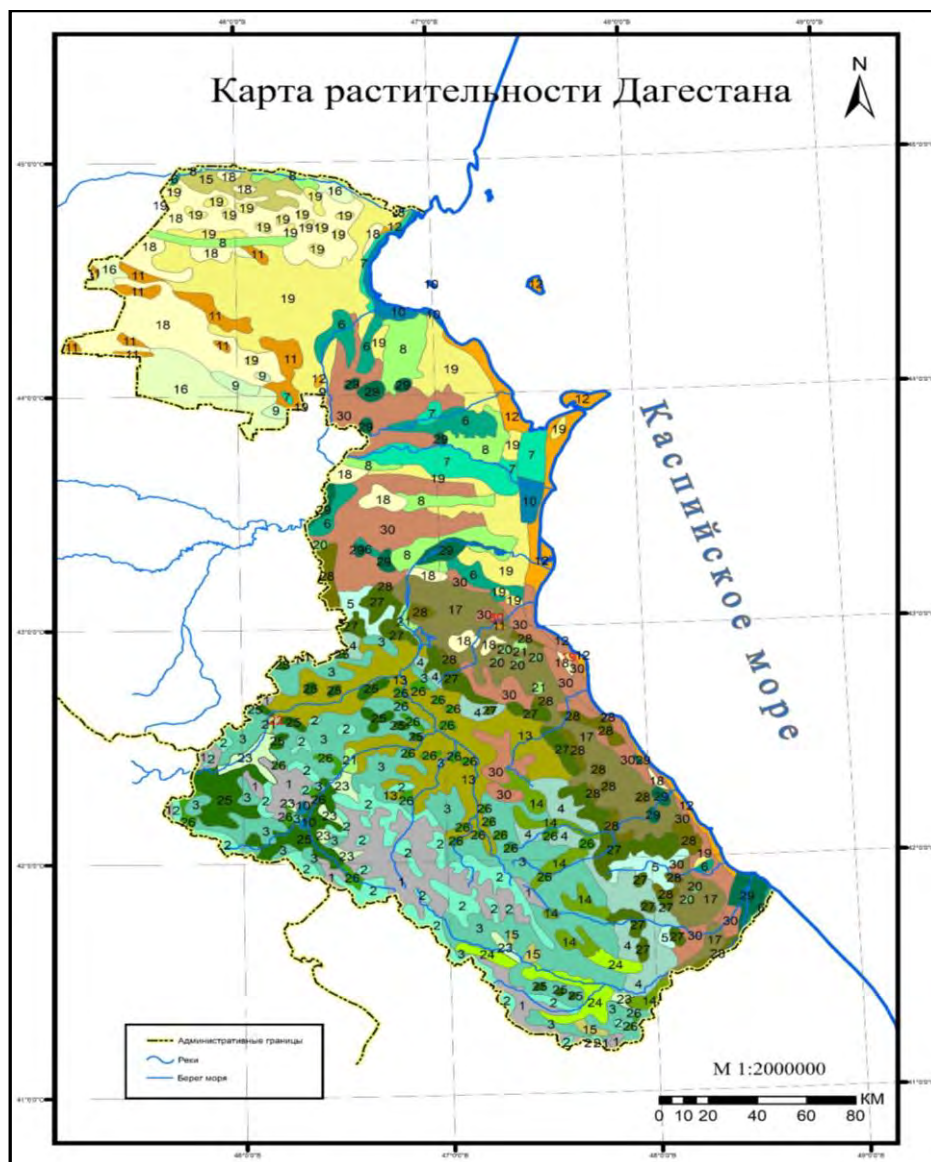


Рис. 2. Карта растительности Дагестана
Fig. 2. Vegetation map of Dagestan

Таблица. Площади выделов растительных сообществ Республики Дагестан
Table. Areas of plant communities divisions in the Republic of Dagestan

Номер выдела (кол-во выделов), названия растительных сообществ	Площадь, га	Доля, в %
Петрофильная растительность: 253169 га, 4,98 %		
1 (13) Высокогорная петрофильная растительность	253169	4,98
Луговая растительность: горные луга: 1027190 га, 20,22%		
2(31) Альпийские луга	238503	4,69
3(21) Субальпийские луга	570745	11,23
4(9) Послелесные сухие луга	164405	3,24
5(3) Послелесные предгорные луга	53537	1,05
Луговая растительность: равнинные луга: 448651 га, 8,83%		
6(9) Аллювиальные луга	121377	2,39
7(6) Приплавневые луга	114421	2,25
8(9) Лиманные луга	192699	3,79
9(4) Межпесчано-грядовые луга	20154	0,40
Плавневая растительность: 48344 га, 0,95 %		
10(6) Плавни	48344	0,95
Песчаная растительность: 211256 га, 4,16 %		
11(11) Материковая	88739	1,75
12(9) Приморская	122517	2,41
Степная растительность: 908070 га, 17,87 %		
13(4) Среднегорные полидоминантные фриганоиды	323343	6,36
14(7) Среднегорные ковыльно-пырейные степи	84640	1,67
15(4) Высокогорные типчаковые степи	57099	1,12
16(3) Равнинные песчаные степи	131740	2,59
17(4) Предгорные разнотравные степи	311248	6,13
Пустынная растительность: 955569 га, 18,81 %		
18(14) Равнинная и нижнепредгорная полынная пустыня	402740	7,93
19(30) Равнинная солянковая и полынно-солянковая пустыня	552829	10,88
Шибляковая растительность: 148260 га, 2,92 %		
20(7) Палиурусовые, боярышниковые, дубовые сообщества	9655	0,19
21(5) Ксерофильные редколесья можжевельника многоплодного	20747	0,41
22(1) Ксерофильные сообщества можжевельника казацкого	1276	0,03
23(8) Ксерофильные спирейные сообщества	54594	1,07
24(3) Ксерофильные трагакантовые сообщества	61988	1,22
Лесная растительность: 582152 га, 11,46 %		
25(16) Хвойные, смешанные леса	142450	2,80
26(30) Мелколиственные леса	68300	1,34
27(14) Широколиственные леса	173070	3,41
28(19) Сухие предгорные дубовые леса	105277	2,07
29(13) Влажные равнинные приречные леса	93055	1,83
Пашня: 497735 га, 9,80 %		
30(16) Пашни, сады, огороды	497735	9,80
ИТОГО	5080396	100

ПАШНЯ

30. Участки, используемые под сельскохозяйственные нужды – пашни, сады, огороды и т. д. Они составляют почти 10 % территории республики и под ними занято около 500 тыс. га.

Закключение

В Дагестане луговая растительность составляет почти 1,5 млн. га (более 29 % территории республики). При этом большая часть приходится на горные луга (20,22 %), среди которых преобладают

субальпийские луга, занимая 11,23 % территории (более 570 тыс. га). Среди равнинных лугов широко распространены лиманные луга (3,79 %), почти одинаково распространены аллювиальные и приплавневые луга, составляя 2,39 % и 2,25 % соответственно.

Общая аридность климата Дагестана способствует развитию и широкому распространению пустынной и степной растительности. Обширные территории Терско-Кумской и Терско-Сулакской низмен-

ности заняты пустынной растительностью, в основном солянковой и полынно-солянковыми сообществами, которые занимают здесь более 11 % территории. Также значительные площади на низменности и полосе нижних предгорий заняты под полынными пустынями – почти 8 %. Степная растительность широко представлена в горной части республики. Здесь под ними занято более 15 % территории, на низменные степи приходится всего 2,59 %. Среди горных степей наиболее широко распространены сообщества среднегорных полидоминантных фригаиноидов и предгорные разнотравные степи, которые составляют 6,36 % и 6,13 % соответственно.

Под древесно-кустарниковой растительностью Дагестана занято 730260 га или 14,38 % территории. Собственно, под лесной растительностью занято 11,46 %, среди которой большие площади занимают широколиственные леса, распространенные в основном в полосе верхних предгорий. Значительные площади заняты также сухими предгорными дубовыми лесами (2,07 %) и хвойными и смешанными лесами (2,8 %).

Около 10 % территории республики обрабатывается или использовалась для сельскохозяйственных нужд. Основными районами возделывания различных культур являются Терско-Сулакская и Приморская низменности, предгорная зона и долины крупных рек в среднем горном поясе.

На высокогорную петрофильную и песчаную растительность приходится почти одинаковая доля – 4-5 %. Менее 1 % территории Дагестана занято под лиманами.

Дагестан с исторических времен развивался как скотоводческий регион, каким является и по сегодняшний день. Животноводство имеет ведущее значение в сельском хозяйстве Дагестана, что обусловлено структурой сельскохозяйственных угодий – более 50 % территории республики

заняты пастбищами и сенокосами. К началу 80-х гг. XX века на летних пастбищах высокогорного Дагестана в сезон выпасалось более одного миллиона голов только мелкого рогатого скота. Будучи до 90-х гг. ведущей отраслью в экономике горных районов, летнее отгонное животноводство, в котором никогда не соблюдались нормы выпаса, стало основной причиной деградации земельных угодий в горах и на равнине [8; 11]. Распад большинства горных колхозов и совхозов, специализировавшихся ранее на отгонном животноводстве, привел к перераспределению поголовья животных в пользу частного сектора без существенного изменения общей численности, сокращению зимних перегонов и, соответственно, возрастанию нагрузки на очень ограниченные зимние горные пастбища и увеличению ее продолжительности на летние. В последние десятилетия резко снизилась численность поголовья в частном секторе горных районов, что наблюдается и по изменению растительного покрова. Во многих местах в горной части республики, особенно в высокогорной части, начал восстанавливаться лес, где в период интенсивного животноводства он отсутствовал.

Значительные изменения в растительном покрове связаны и с изменением климата, особенно ярко это выражено на низменности, где происходит смена коренных степных сообществ на псаммофильные.

Прошло больше 60 лет, с тех пор как была издана карта растительности Дагестана, за этот период сильно изменился климат, изменился характер и степень использования ресурсов среды, что отразилось на состоянии растительности. Кроме того, появились новые методики оценки и классификации растительного покрова. Все это говорит о необходимости переиздания карты растительности Дагестана, однако это очень кропотливая и долгая работа большого числа исследователей.

Литература

1. Абачев К. Ю. Лесная растительность Южного Дагестана: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 1968. 59 с.
2. Груммо Д. Г., Цвирко Р. В., Зеленкевич Н. А., Куликова Е. Я., Созинов О. В. Карта растительности национального парка «Беловежская пуща»: опыт создания и практического использования // Геоботаническое картографирование. 2019. № 2019. С. 18-38.
3. Идрисов И. А., Гусейнова А. Ш. Карта "Водные объекты Дагестана для Атласа "Куль-

турное и природное наследие Дагестана" // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 4 (83). С. 46-50.

4. Лепехина А. А. Биология видов растений и характеристика растительных сообществ Дагестана в плане рационального использования растительных ресурсов. Махачкала: Дагучпедгиз, 1977. 212 с.

5. Лепехина А. А. Растительность. Атлас Республики Дагестан. М.: Роскартография, 1999. С. 35.

6. Львов П. Л. Леса Дагестана. Махачкала: Дагкнигоиздат, 1964. 215 с.
7. Магомедмирзаев М. М. Геоботанический анализ горных лесов Дагестана: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 1966. 29 с.
8. Магомедов М.-Р. Д., Ахмедов Э. Г., Омаров К. З., Яровенко Ю. А., Насруллаев Н. М., Муртазалиев Р. А. Антропогенная трансформация горных ландшафтов Восточного Кавказа // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2001. № 10. С. 55-66.
9. Мамаев С. А., Идрисов И. А., Биарсланов А. Б., Гусейнова А. Ш., Ибаев Ж. Г. Современные методы ГИС-технологий при составлении электронной почвенной карты Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 65. С. 172-175.
10. Муртазалиев Р. А. Анализ эндемиков флоры Восточного Кавказа и особенности их распространения // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2012. № 47. С. 81-85.
11. Муртазалиев Р. А. Влияние выпаса на продуктивность и структуру растительного покрова пастбищных экосистем Дагестана: дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2002. 175 с.
12. Муртазалиев Р. А. Эндемики флоры Дагестана и их приуроченность к флористическим

районам // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2016. № 2. С. 33-42.

13. Муртазалиев Р. А., Литвинская С. А. Анализ эндемизма флоры Российской части Кавказа // Биологические и гуманитарные ресурсы развития горных регионов: материалы Международной научной конференции. Махачкала, 2009. С. 143-145.
14. Соловьева П. П. Леса Низменного Дагестана и их хозяйственное значение: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 1966. 25 с.
15. Тумаджанов И. И. Бук и буковые леса в Нагорном Дагестане // Тр. Бот. ин-та Груз. фил. АН СССР. 1940. № 7. С. 57-83.
16. Тумаджанов И. И. Древняя пустыня в Нагорном Дагестане // Ботанический журнал. 1966. Т. 51. № 6. С. 784-791.
17. Чиликина Л. Н., Шифферс Е. В. Карта растительности Дагестанской АССР. М.-Л.: АН СССР, 1962. 95 с.
18. Шифферс Е. В. Природная кормовая растительность Горного Дагестана // Сельское хозяйство Дагестана. М.-Л.: Наука, 1946. С. 178-211.
19. Шифферс Е. В. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья. М.-Л.: АН СССР, 1953. 400 с.

References

1. Abachev K. Ju. *Lesnaja rastitel'nost' Juzhnogo Dagestana: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Forest Vegetation of Southern Dagestan: Author's abstract of Ph.D. (Biology)]. Makhachkala, 1968. 59 p. (In Russian)
2. Grummo D. G., Tsvirko R. V., Zelenkevich N. A., Kulikova E. Ya., Sozinov O. V. Vegetation map of "Belovezhskaya Pushcha" National Park: experience of creation and practical use. *Geobotanicheskoe kartografirovanie* [Geobotanical Mapping]. 2019. No. 2019. Pp. 18-38. (In Russian)
3. Idrisov I. A., Guseynova A. Sh. Map "Water objects of Dagestan for the Atlas "Cultural and natural heritage of Dagestan". *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Institute of Geology. Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2020. No. 4 (83). Pp. 46-50. (In Russian)
4. Lepekhina A. A. *Biologiya vidov rasteniy i kharakteristika rastitel'nykh soobshchestv Dagestana v plane ratsional'nogo ispol'zovaniya rastitel'nykh resursov* [Biology of Plant Species and Characteristics of Plant Communities in Dagestan in Terms of Plant Resources Rational Use]. Makhachkala, Daguchpedgiz Publ., 1977. 212 p. (In Russian)
5. Lepekhina A. A. *Rastitel'nost'. Atlas Respubliki Dagestan* [Vegetation. Atlas of the Republic of Dagestan]. Moscow, Roskartografiya Publ., 1999. P. 35. (In Russian)
6. L'vov P. L. *Lesa Dagestana* [Forests of Dagestan]. Makhachkala, Dagkniгоizdat Publ., 1964. 215 p. (In Russian)
7. Magomedmirzaev M. M. *Geobotanicheskij analiz gornyx lesov Dagestana: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Geobotanical Analysis of Mountain Forests in Dagestan: Author's abstract of Ph.D. (Biology)]. Makhachkala, 1966. 29 p. (In Russian)
8. Magomedov M.-R. D., Akhmedov E. G., Omarov K. Z., Yarovenko Yu. A., Nasrullaev N. M., Murtazaliev R. A. Anthropogenic transformation of the mountain landscapes of the Eastern Caucasus. *Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Journal of Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2001. No. 10. Pp. 55-66. (In Russian)
9. Mamaev S. A., Idrisov I. A., Biarslanov A. B., Guseynova A. Sh., Ibaev Zh. G. Modern methods of GIS technologies in compiling an electronic soil map of Dagestan. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Institute of Geology. Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2015. No. 65. Pp. 172-175. (In Russian)
10. Murtazaliev R. A. Analysis of endemic flora in the Eastern Caucasus and features of its distribution. *Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Journal of Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2012. No. 47. Pp. 81-85. (In Russian)

11. Murtazaliev R. A. *Vliyaniye vypasa na produktivnost' i strukturu rastitel'nogo pokrova pastbishchnykh ekosistem Dagestana: dis. ... kand. biol. nauk* [Influence of Grazing on the Productivity and Structure of the Vegetation Cover of Dagestan Pasture Ecosystems: Ph.D. thesis (Biology)]. Makhachkala, 2002. 175 p. (In Russian)

12. Murtazaliev R. A. Endemics of Dagestan flora and their association with floristic regions. *Botanicheskiy vestnik Severnogo Kavkaza* [Botanical Bulletin of North Caucasus]. 2016. No. 2. Pp. 33-42. (In Russian)

13. Murtazaliev R. A., Litvinskaya S. A. Analysis of the flora endemism in Russian part of the Caucasus. *Biologicheskie i gumanitarnye resursy razvitiya gornyykh regionov: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* (In Russian) [Biological and Humanitarian Resources for the Development of Mountain Regions: Proceedings of the International Scientific Conference]. Makhachkala, 2009. Pp. 143-145. (In Russian)

14. Solov'eva P. P. *Lesa Nizmennogo Dagestana i ikh khozyaystvennoye znachenie: avtoref. dis. ... kand. biol. Nauk* [Forests of Lowland Dagestan and their Economic Importance: Author's abstract of Ph.D. (Biology)]. Makhachkala, 1966. 25 p. (In Russian)

15. Tumadzhyanov I. I. Beech and beech forests in Nagorny Dagestan. *Tr. Bot. in-ta Gruz. fil. AN SSSR* [Proceedings of Botanical Institute. Georgian Branch of the USSR Academy of Sciences]. 1940. No. 7. Pp. 57-83. (In Russian)

16. Tumadzhyanov I. I. Ancient desert in Nagorny Dagestan. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical Journal]. 1966. Vol. 51. No. 6. Pp. 784-791. (In Russian)

17. Chilikina L. N., Shiffers E. V. Karta rastitel'nosti Dagestanskoj ASSR [Vegetation Map of Dagestan ASSR]. Moscow-Leningrad, the USSR Academy of Sciences Publ., 1962. 95 p. (In Russian)

18. Shiffers E. V. Natural fodder vegetation of Mountainous Dagestan. *Sel'skoe khozyaystvo Dagestana* [Agriculture of Dagestan]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1946. Pp. 178-211. (In Russian)

19. Shiffers E. V. *Rastitel'nost' Severnogo Kavkaza i ego prirodnye kormovye ugod'ya* [Vegetation of the North Caucasus and its Natural Fodder Lands]. Moscow-Leningrad, the USSR Academy of Sciences Publ., 1953. 400 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Муртазалиев Рамазан Алибегович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия; e-mail: murtazaliev.ra@yandex.ru

Идрисов Идрис Абдулбутаевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия; e-mail: idris_gun@mail.ru

Гусейнова Аида Шапиулаховна, старший научный сотрудник, Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия; e-mail: as2106@mail.ru

Благодарность

Работа по разработке ГИС выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05205 мк в рамках проекта «Антропогенные почвы земледельческих террас Кавказа». Работа по уточнению характеристик выделов растительности проведена в рамках подготовки Атласа культурного и природного наследия Дагестана.

Принята в печать 02.06.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Ramazan A. Murtazaliev, Ph.D. (Biology), Leading Researcher, Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia; e-mail: murtazaliev.ra@yandex.ru

Idris A. Idrisov, Ph.D. (Geography), Leading Researcher, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia; e-mail: idris_gun@mail.ru

Aida Sh. Guseynova, Senior Researcher, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia; e-mail: as2106@mail.ru

Acknowledgments

The work on the GIS development was supported financially by the Russian Foundation for Basic Research as part of research project No. 19-29-05205 мк "Anthropogenic soils of agricultural terraces in the Caucasus". Work to clarify the characteristics of vegetation sections was carried out as part of the preparation of the cultural and natural heritage Atlas of Dagestan.

Received 02.06.2022.

Биологические науки / Biological Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 576.895.1
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-27-34

Гельминты рыб реки Пирсаат (Азербайджан)

© 2022 Шакаралиева Е. В.

Азербайджанский медицинский университет
Баку, Азербайджан; e-mail: sh_yegana@rambler.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Проведение эколого-фаунистического анализа гельминтов рыб реки Пирсаат на основании собственного материала автора и литературных данных. **Методы.** В 2019-2021 гг. в среднем течении реки Пирсаат методом полного гельминтологического вскрытия было исследовано 177 рыб, относящихся к 12 видам. **Результаты.** Выявлено 35 видов гельминтов, относящихся к 5-ти классам, 9-ти отрядам, 14-ти семействам и 17-ти родам. Среди обнаруженных паразитов 15 видов относятся к экто-, а 20 видов к эндопаразитам. 12 видов специфичны для определенных родов, 18 видов – для определенных семейств, а 5 видов – для нескольких семейств рыб. **Выводы.** Гельминты, попадающие в организм рыб при поедании их промежуточных хозяев, входящих в состав зоопланктона, были отмечены только у рыб-планктофагов, гельминты, попадающие в организм рыб при поедании зоопланктона, заражали бентофагов, и в небольшой степени планктофагов. Последнее связано с тем, что в условиях обедненного планктона планктофаги питаются и бентосом. Наблюдался переход в кишечник ихтиофагов, гельминтов проглоченных ими мирных рыб. Обнаружено 5 видов патогенных для рыб гельминтов, однако, в связи со сравнительно низкой зараженностью, болезней, вызванных ими, не было отмечено.

Ключевые слова: Азербайджан, рыбы, гельминты, моногенеи, цестоды, трематоды, нематоды, скребни.

Формат цитирования: Шакаралиева Е. В. Гельминты рыб реки Пирсаат (Азербайджан) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 27-34. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-27-34

Helminths of Fish in the Pirsaat River (Azerbaijan)

© 2022 Egana V. Shakaraliev

Azerbaijan Medical University
Baku, Azerbaijan; e-mail: sh_yegana@rambler.ru

ABSTRACT. Aim. An ecological and faunal analysis of fish helminths in the Pirsaat River based on the author's own material and literature data. **Methods.** In 2019-2021 in the middle reaches of the Pirsaat River, 177 fish belonging to 12 species examined by the method of complete helminthological dissection. **Results.** 35 species of helminths belonging to 5 classes, 9 orders, 14 families and 17 genera have been identified. Among the found parasites, 15 species belong to ecto-, and 20 species to endoparasites. 12 species are specific to certain genera, 18 species are specific to certain families, and 5 species are specific to several families of fish. **Conclusions.** Helminths that get into body of fish when eating their intermediate hosts, which are part of zooplankton, were noted only in plankt-eating fish, helminths that get into the body of fish when eating zooplankton infect benthophages, and to a small extent plankton-eating fish. The latter is because under conditions of depleted plankton, planktrophages also feed on benthos. There was a passage into the intestines of ichthyophages, helminths of peaceful fish swallowed by them. 5 species of helminths pathogenic for fish were found, however, due to the relatively low infestation of fish, no diseases caused by them were noted.

Keywords: Azerbaijan, fish, helminthes, monogeneans, cestodes, trematodes, nematodes, acanthocephalans.

For citation: Shakaraliev E. V. Helminthes of Fish in the Pirsaat River (Azerbaijan). Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 27-34. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-27-34 (In Russian)

Введение

Река Пирсаат берет свое начало в горе Гайтаргодже (2400 м н. у. м.), входящей в состав Главного Кавказского хребта и впадает в Каспийское море южнее Абшеронского полуострова и севернее дельты реки Куры. Длина реки 202 км, площадь водосборного бассейна 2280 км². В реке обитают 12 видов рыб, которые являются объектом спортивного лова местного населения [6; 17]. Несмотря на то, что гельминты рыб пресноводных водоемов Азербайджана и прибрежной части Каспийского моря изучены довольно основательно [1; 2; 8-11] до исследований, проведенных нами на этой реке, гельминты, как и все паразиты рыб этого водотока совершенно не были изучены. Целью настоящей работы является проведение эколого-фаунистического анализа гельминтов рыб реки Пирсаат.

Материал и методы исследования

Материалом для настоящей работы послужили сборы, проведенные в 2019-2021 гг. в среднем течении реки Пирсаат между населенными пунктами Шамахи (40.638502, 48.644744) и Чухурюрд (40.705944, 48.626033) Шамахинского района Азербайджанской Республики. Методом полного гельминтологического вскрытия [4; 7; 15; 18; 19] было исследовано 177 рыб, относящихся к следующим видам: амурский чебачок – *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) – 16 экз., куриная храмуля – *Capoeta capoeta* (Gyldenstødt, 1773) – 21 экз., куриный усач – *Luciobarbus laserta cyri* (Filippi, 1865) – 17 экз., закавказская уклейка – *Alburnus charusini hohenackeri* Kessler, 1877 – 18 экз., куриная уклейка – *A. filippi* Kessler, 1877 – 10 экз., восточная быстрянка – *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) – 14 экз., сазан – *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 – 12 экз., серебряный карась – *Carassius auratus gibelio* Bloch, 1782 – 15 экз., куриный голец – *Barbatula brandti* (Kessler, 1877) – 16 экз., гамбузия – *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) – 18 экз., кавказский речной бычок – *Neogobius platyrostris constructor* (Nordmann, 1840) – 9 экз., бычок головач – *Ponticola kessleri* (Günther, 1861) – 11 экз. Видовая принадлежность рыб, подвергающихся гельминтологическим вскрытиям, была идентифицирована [3; 16], а научная номенклатура рыб представлена [20], руководствуясь соответствующими публикациями.

Моногенеи, обнаруженные в ходе полевых исследований, помещались в каплю разогретого глицерин-желатина на предметном стекле и закрывались покровным стеклом, на который сильно нажимали для раздавливания червей и выявления, таким образом, их хитиноидных структур. Цестоды окрашивались квасцовым кармином, а трематоды уксуснокислым кармином, после проведения через возрастающий с 70° до 100° ряд этилового спирта и после просветления гвоздичным маслом или диметил-фталатом заключались в каплю жидкого канадского бальзама и закрывались покровным стеклом. Из мелких нематод и скребней изготавливались постоянные препараты с использованием жидкости Фора, крупные нематоды содержались в жидкости Барбагалло и исследовались во временных препаратах после просветления в молочной кислоте. Все обнаруженные нами гельминты были доставлены в лабораторию для дальнейших камеральных исследований. Полученный материал хранится на кафедре медицинской биологии и генетики Азербайджанского медицинского университета. Определение видов паразитов проводилось по общепринятым определителям паразитов рыб [12-14].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных нами гельминтологических исследований у рыб реки Пирсаат обнаружено 35 видов гельминтов, относящихся к 5-ти классам, 9-ти отрядам, 14-ти семействам и 17-ти родам. Ниже приводится таксономический обзор этих видов трематод, с указанием их локализации в организме рыб, экстенсивности и интенсивности инвазии.

Класс МОНОГЕНЕИ – MONOGENEA
(Van Beneden, 1858) Burchowsky, 1937
Отряд DACTYLOGYRIDEA Burchowsky, 1937
Семейство DACTYLOGYRIDAE
Burchowsky, 1933

Dactylogyrus pulcher Burchowsky, 1957 – на жаберных лепестках храмули (57,1%); интенсивность инвазии 2-14 экз.

D. lenkorani Mikailov, 1967 – на жаберных лепестках храмули (38,1%); интенсивность инвазии 1-9 экз.

D. varicorhini Burchowsky, 1957 – на жаберных лепестках храмули (71,4%); интенсивность инвазии 3-12 экз.

D.jamansajensis Osmanov, 1958 – на жаберных лепестках усача (41,2 %); интенсивность инвазии 1-9 экз.

D.affinis Burchowsky, 1933 – на жаберных лепестках усача (47,1 %); интенсивность инвазии 1-11 экз.

D.kulwieci Burchowsky, 1931 – на жаберных лепестках усача (35,3 %); интенсивность инвазии 1-4 экз.

D.parvus Wegener, 1909 – на жаберных лепестках закавказской уклейки (44,4 %) и куриной уклейки (30,0 %); интенсивность инвазии 1-7 экз.

D.fraternus Wegener, 1909 – на жаберных лепестках закавказской уклейки (55,6 %) и куриной уклейки (50,0%); интенсивность инвазии 2-9 экз.

D.extensus Mueller et Van Cleave, 1932 – на жаберных лепестках сазана (25,0 %); интенсивность инвазии 1-8 экз.

Отряд GYRODACTYLIDEA Burchowsky, 1937
Семейство Gyrodactylidae Van Beneden et Hesse, 1863

Gyrodactylus katharineri Mamlberg, 1964 – на плавниках храмули (28,6 %) и усача (29,4 %); интенсивность инвазии 1-14 экз.

G.barbi Ergens, 1976 – на плавниках усача (11,8 %); интенсивность инвазии 2-5 экз.

G.fossilis Lupu et Roman, 1956 – на плавниках гольца (18,8 %); интенсивность инвазии 1-7 экз.

G.laevis Mamlberg, 1956 – на плавниках быстрянки (14,3 %); интенсивность инвазии 2-3 экз.

G.gracilihamatus Mamlberg, 1964 – на плавниках закавказской уклейки (16,7 %); интенсивность инвазии 2-3 экз.

G.proterorhini Ergens, 1967 – на плавниках кавказского речного бычка (11,1 %) и бычка головача (18,2 %); интенсивность инвазии 2-6 экз.

Класс ЦЕСТОДЫ – CESTODA Rudolphi, 1808

Отряд PSEUDOPHYLLIDEA Carus, 1863

Семейство LIGULIDAE Claus, 1885

Ligula intestinalis (Linnaeus, 1758) – один раз в полости тела быстрянки (7,1 %); интенсивность инвазии 2 экз.

Отряд CYCLOPHYLLIDEA Beneden in Braun, 1900

Семейство DILEPIDIDAE Fuhrmann, 1907

Paradilepis scolecina (Rudolphi, 1819) – в желчном пузыре закавказской уклейки

(11,1 %) и бычка головача (18,1 %); интенсивность инвазии 2-7 экз.

Класс ТРЕМАТОДЫ

Семейство MONORCHIDAE Odhner, 1911

Asymphylogora demeli (Markowsky, 1935) – в кишечнике храмули (9,5 %), усача (17,6 %), куриной уклейки (20,0 %) и карася (16,7 %); интенсивность инвазии 1-6 экз.

A.imitans (Muhling, 1898) – в кишечнике закавказской уклейки (22,2 %), быстрянки (7,1 %), сазана (16,7 %) и карася (16,7 %); интенсивность инвазии 2-7 экз.

Семейство ALLOCREADIIDAE Looss, 1902

Allocreadium montanum Sidorov et Butenko, 1966 – в кишечнике храмули (9,5 %), усача (11,8 %) и гольца (6,3 %); интенсивность инвазии 1-4 экз.

Семейство DIPLOSTOMATIDAE Poirier, 1886

Diplostomum chromatophorum (Brown, 1931), metc. – в хрусталиках глаз чебачка (12,5 %), храмули (14,3 %), усача (17,5 %), сазана (33,3 %), карася (26,7 %) и гамбузии (16,7 %); интенсивность инвазии 1-12 экз.

D.gobiorum Shigin, 1965, metc. – в хрусталиках глаз речного бычка (22,2 %) и бычка головача (18,2 %); интенсивность инвазии 1-9 экз.

D.spathaceum (Rudolphi, 1819), metc. – в хрусталиках глаз храмули (14,3 %), закавказской уклейки (27,8 %), сазана (21,4 %) и гамбузии (11,1 %); интенсивность инвазии 1-12 экз.

Tylodelphys clavata (Nordmann, 1832), metc. – в стекловидном теле глаз усача (23,5 %), закавказской уклейки (11,1 %) и куриной уклейки (20,0 %) и карася (16,7 %); интенсивность инвазии 2-7 экз.

Hysteromorpha triloba (Rudolphi, 1819), metc. – в мышцах сазана (14,3 %); интенсивность инвазии 1-5 экз.

Posthodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832), metc. – в коже и мускулатуре куриной уклейки (10,0 %), сазана (7,1 %) и карася (20,0 %); интенсивность инвазии 1-4 экз.

Семейство CLINOSTOMATIDAE Luhe, 1901

Clinostomum complanatum (Rudolphi, 1819), metc. – в мышцах храмули (19,1 %), быстрянки (14,3 %) и карася (6,7 %); интенсивность инвазии 1-7 экз.

Класс НЕМАТОДЫ – NEMATODA
Rudolphi, 1808

Отряд ASCARIDIDA Skrjabin et Schulz, 1940
Семейство ANIZAKIDAE Skrjabin
et Karokhin, 1945

Contracaecum microcephalum (Rudolphi, 1819) – в полости тела быстрянки (14,3 %); интенсивность инвазии 1-4 экз.

C.spiculigerum (Rudolphi, 1809) – в стенках кишечника гольца (12,5 %); интенсивность инвазии 1-2 экз.

Семейство RHABDOCHONIDAE Skrjabin, 1946

Отряд SPIRURATA Chitwood, 1933
Rhabdochona gnedini Skrjabin, 1946 – в кишечнике усача (70,6 %); интенсивность инвазии 3-32 экз.

Rh.fortunatowi Dinnik, 1933 – в кишечнике храмули (61,9 %); интенсивность инвазии 4-24 экз.

Семейство GNATHOSTOMATIDAE RAILLET, 1895

Spiroxis contortus (Rudolphi, 1819) – в стенках кишечника закавказской уклеи (22,2 %) и куринской уклеи (20,0 %); интенсивность инвазии 1-3 экз.

Отряд TRICHOCEPHALIDA Skrjabin et Schulz, 1928

Семейство CAPILLARIIDAE Neveu-Lemaire, 1936

Capillaria tomentosa Dujardin, 1843) – в кишечнике сазана (25,0 %), карася (16,7 %), кавказского речного бычка (22,2 %) и бычка головача (27,3 %); интенсивность инвазии 2-8 экз.

Класс СКРЕБНИ – ACANTHOCEPHALA
Rudolphi, 1808

Отряд NEOACANTHOCEPHALA Van Cleave, 1936

Семейство NEOECHINORHYNCHIDAE
Van Cleave, 1919

Neoechinorhynchus rutili (Mueller, 1780) – в кишечнике храмули (9,5 %); интенсивность инвазии 1-2 экз.

Отряд GYRACANTHOCEPHALA Van Cleave, 1936

Семейство QUADRIGYRIDAE Van Cleave, 1920

Acanthocephalorhynchus cholodkowskyi (Kostylew, 1928) – в кишечнике усача (17,6 %); интенсивность инвазии 1-3 экз.

Как видно из приведенных выше данных, из 35 видов гельминтов, обнаруженных нами у рыб реки Пирсаат, 15 видов относятся к моногеням и являются экто-

паразитами, остальные 20 видов локализируются в тканях и полостях рыб, при этом развиваются со сменой хозяев, используя рыбу в качестве окончательного или промежуточного хозяина. Все эндопаразиты, достигающие половой зрелости в организме рыб – трематоды *Asymphylogora demeli*, *Asymphylogora imitans* и *Allocreadium montanum*, нематоды *Rhabdochona gnedini*, *Rh.fortunatowi* и *Capillaria brevispicula*, скребни *Neoechinorhynchus rutili* и *Acanthocephalorhynchus cholodkowskyi* – паразитируют в кишечнике рыб. Остальные виды со сложным жизненным циклом – трематоды *Diplostomum chromatophorum*, *Diplostomum gobiorum*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Hysteromorpha triloba*, *Posthodiplostomum cuticola* и *Clinostomum complanatum*, нематоды *Spiroxis contortus* и *Eustrongilides excisus* используют рыб только как вторых промежуточных хозяев.

Среди трематод значительно преобладают виды, паразитирующие в рыбах на стадии метацеркария. Такими являются 7 из 10-ти зарегистрированных видов. Из них *Diplostomum chromatophorum*, *D.gobiorum* и *D.spathaceum* локализируются в хрусталиках глаз, *Hysteromorpha triloba* и *Clinostomum complanatum* – в мышцах, *Posthodiplostomum cuticola* в мышцах и в коже, а *Tylodelphys clavata* – в стекловидном теле глаз рыб. Все найденные нами трематоды, использующие рыб в качестве окончательных хозяев – *Asymphylogora demeli*, *A.imitans* и *A.montanum* паразитируют в кишечнике рыб. Трематоды, достигающие в рыбе половой зрелости, попадают в них при поедании ею их беспозвоночных промежуточных хозяев, входящих в состав зообентоса. Те же виды, которые используют рыб как вторых промежуточных хозяев, проникают в рыбу на стадии церкария активно через ее покровы.

Из всех обнаруженных гельминтов 12 видов специфичны для определенных родов рыб: *Dactylogyrus pulcher*, *D.lenkorani*, *D.varicorhini* и *Rhabdochona fortunatowi* – для храмуль, *D.jamansajensis*, *D.affinis*, *D.kulwieci*, *Gyrodactylus barbi* и *Rhabdochona gnedini* – для усачей, *D.parvus* и *D.fraternus* – для уклеек, *D.extensus* – для сазанов; 18 видов специфичны для определенных семейств рыб: *Gyrodactylus katharineri*, *G.laevis*, *G.gracilihamatus*, *Ligula intestinalis*, *Asymphylogora demeli*, *Asymphylogora*

imitans, *Allocreadium montanum*, *Diplostomum chromatophorum*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Hysteromorpha triloba*, *Clinostomum complanatum*, *Capillaria tomentosa*, *Neoechinorhynchus rutili* и *Acanthocephalorhynchus cholodkowskyi* – для карповых, *Gyrodactylus fossilis* – для вьюновых, *G.proterorhini* и *Diplostomum gobiorum* – для бычковых. Остальные 5 видов – *Paradilepis scolecina*, *Posthodiplostomum cuticola*, *Contracaecum microcephalum*, *C.spiculigerum* и *Spiroxis contortus* паразитируют на представителях нескольких семейств рыб.

Среди исследованных нами рыб наиболее богатой гельминтофауной обладают куринская храмуля и куринский усач, у этих рыб отмечено по 11 видов паразитических червей. Далее по числу видов обнаруженных гельминтов следуют закавказская уклейка – 8 видов, сазан и серебряный карась – по 7 видов, куринская уклейка – 6 видов, восточная быстрянка – 5 видов, бычок головач – 4 вида, куринский голец и кавказский речной бычок – по 3 вида, гамбузия – 2 вида, амурский чебачок – 1 вид (табл.).

Таблица. Число видов гельминтов рыб различных таксономических групп, отмеченных у рыб реки Пирсаат

Table. The number of fish helminth species of different taxonomic groups in fish in the Pirsaat River

Рыбы	Моногенеи	Цестоды	Трематоды	Нематоды	Скребни	Всего
Амурский чебачок	–	–	1	–	–	1
Куринская храмуля	4	–	5	1	1	11
Куринский усач	5	–	4	1	1	11
Закавказская уклейка	3	1	3	1	–	8
Куринская уклейка	2	–	3	1	–	6
Восточная быстрянка	1	1	2	1	–	5
Сазан	1	–	5	1	–	7
Серебряный карась	?	–	6	1	–	7
Куринский голец	1	–	1	1	–	3
Гамбузия	–	–	2	–	–	2
Кавказский речной бычок	1	–	1	1	–	3
Бычок головач	1	1	1	1	–	4

Исследованные нами рыбы можно распределить в 3 трофические группы: бентофаги – храмуля, усач, быстрянка, сазан, карась, голец, планктофаги – чебачок, закавказская и куринская уклейки и гамбузия, хищники – кавказский речной бычок и бычок головач. Характер питания рыб каждой из этих групп в определенной степени отразился и на их зараженности гельминтами, в основном, видами, проникающими в организм рыбы при поедании их промежуточных хозяев. Так, цестоды *Ligula intestinalis*, *Paradilepis scolecina* и *Spiroxis contortus*, которые попадают в организм рыбы с промежуточными хозяевами, входящими в состав зообентоса, обнаружены у планктофагов – закавказской и куринской уклейки. *Paradilepis scolecina* найден и у бычка головача, который, будучи хищником, может приобретать его при поедании зараженных уклейки. Из гельминтов, которые проникают в рыбу при поедании их промежуточных хозяев,

входящих в состав зообентоса, у бентофагой зарегистрированы *Asymphylogora demeli*, *A.imitans*, *Allocreadium montanum*, *Contracaecum microcephalum*, *C.spiculigerum*, *Rhabdochona gnedini*, *Rh.fortunatowi*, *Capillaria tomentosa*, *Neoechinorhynchus rutili* и *Acanthocephalorhynchus cholodkowskyi*, а у планктофагов – только *Asymphylogora demeli* и *A.imitans*. При этом бентофаги сильнее заражены не только теми видами трематод, которые достигают половой зрелости в организме рыбы, но и теми видами, церкарии которых активно проникают в рыбу через ее покровы. Питаясь донными организмами, бентофаги находятся в пространственной близости к моллюскам – первым промежуточным хозяевам трематод. Некоторая зараженность планктофагов гельминтами, промежуточными хозяевами которых являются донные беспозвоночные, связано с тем, что в условиях быстрого течения, рыбы, относящиеся к этой трофической группе,

частично переходят к питанию донными организмами. В таком случае они оказываются в пространственной близости к моллюскам и подвергаются нападению церкарий трематод. Следует также отметить зараженность бычка головача цестодой *Paradilepis scolecina* и обоих видов бычков нематодой *Capillaria tomentosa*, которые могут попасть в эти рыбы также при поедании зараженных ими мирных рыб.

Из обнаруженных нами гельминтов моногенея *Dactylogyrus extensus*, цестода *Ligula intestinalis*, трематоды *Diplostomum chromatophorum* *D.spathaceum* *Posthodiplostomum cuticola* являются возбудителями заболеваний рыб [5]. Однако, в связи с тем, что интенсивность заражения рыб этими паразитами была сравнительно невысокой, болезней, которых они вызывают, у рыб реки Пирсаат отмечено не было.

Заключение

В результате гельминтологического исследования 177 рыб, относящихся к 12 видам, проведенного в 2019-2021 гг. в среднем течении реки Пирсаат между населенными пунктами Шамахи и Чухурюрд Шамахинского района Азербайджанской Республики, выявлены 35 видов гельминтов, относящихся к 5-ти классам, 9-ти отрядам, 14-ти семействам и 17-ти родам. Из них 15 видов относятся к эктопаразитам и

имеют прямой жизненный цикл, а 20 видов являются эндопаразитами и развиваются со сменой хозяев. Среди гельминтов, относящихся к классу трематод, значительно преобладают виды, паразитирующие в рыбах на стадии метацеркария. Такими являются 7 из 10-ти зарегистрированных видов. Из всех обнаруженных гельминтов 12 видов специфичны для определенных родов, 18 видов – для определенных семейств, а 5 видов – для нескольких семейств рыб. Гельминты, попадающие в организм рыб при поедании их промежуточных хозяев, входящих в состав зоопланктона, были отмечены только у рыб-планктофагов, гельминты, попадающие в организм рыб при поедании зоопланктона, заражали как бентофагов, так и в небольшой степени планктофагов. Последнее связано с тем, что в условиях обедненного планктона, вызванного быстрым течением, планктофаги питаются и бентосом. Наблюдался переход в кишечник ихтиофагов гельминтов проглоченных ими мирных рыб. Из обнаруженных гельминтов 5 видов являются возбудителями заболеваний рыб, однако, в связи со сравнительно низкой зараженностью рыб этими паразитами, болезней, вызванных ими, не было отмечено.

Литература

1. Агаева Б. С. Паразиты рыб рек Северо-Восточного Азербайджана (видовой состав, экология, происхождение и формирование фауны, эпизоотологическое значение): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Баку, 2003. 23 с.
2. Агаева Н. Б. Паразитофауна рыб бассейна реки Аракс на территории Нахичеванской АР // Материалы III Закавказской конференции по общей паразитологии. Баку, 1981. С. 59-64.
3. Богуцкая Н. Г., Кияшко П. В., Насека А. М., Орлова М. И. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1. Рыбы и моллюски. СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 543 с.
4. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 123 с.
5. Ванятинский И. Н., Мирзоева Л. М., Паддубная А. В. Болезни рыб. М.: Пищевая промышленность, 1979. 232 с.
6. Гасанов М., Заманов Х., Велиев Н. Реки, озера и водохранилища Азербайджана. Баку: Азербайджанское государственное издательство, 1973. 135 с. (на азербайджанском языке)
7. Доровских Г. Н., Степанов В. Г. Методы сбора и обработки паразитологических материалов. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2009. 131 с.
8. Ибрагимов Ш. Р. Паразиты и болезни рыб Каспийского моря (эколого-географический анализ, эпизоотологическая и эпидемиологическая оценка). Баку: Элм, 2012. 395 с.
9. Мехтиева Э. Д. Эколого-географический анализ паразитофауны храмули в водоемах Азербайджана: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Баку, 1993. 24 с.
10. Микаилов Т. К. Паразиты рыб водоемов Азербайджана (систематика, динамика и происхождение). Баку: Элм, 1975. 299 с.
11. Микаилов Т. К., Ибрагимов Ш. Р. Экология и зоогеография паразитов рыб водоемов Ленкоранской природной области. Баку: Элм, 1980. 115 с.
12. Определитель паразитов позвоночных Черного и Азовского морей. Киев: Наукова думка, 1975. 551 с.
13. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические много-

клеточные (Первая часть). Л.: Наука, 1985. 425 с.

14. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л.: Наука, 1987. 583 с.

15. Пронина С. В., Пронин Н. М. Методическое пособие по гидропаразитологии (Часть 1. Техника паразитологических исследований и паразитические простейшие). Улан-Удэ, 2003. 52 с.

16. Решетников Ю. С. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1. М.: Наука, 2002. 378 с.

17. Республика Азербайджан. Национальный атлас. Баку, 2014. 444 с. (на азербайджанском языке)

18. Судариков В. Е., Ломакин В. В., Атаев А. А., Семенова Н. Н. Метацеркарии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги. М.: Наука, 2006. 183 с.

19. Шигин А. А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии. М.: Наука, 1986. 253 с.

20. Freyhof J., Mustafayev N., Ibrahimov S., Japoshvili B., Sedighi O., Levin B., Pashkov A., Turan D. Freshwater fish and lampreys of the Caucasus. Ecological Conservation Plan for the Caucasus. 2020. Pp. 97-105.

References

1. Agaeva B. S. *Parazity ryb rek Severo-Vostochnogo Azerbaydzhana (vidovoy sostav, ekologiya, proiskhozhdenie i formirovanie fauny, epizootologicheskoe znachenie): avtoref. diss. ... kand. biol. Nauk* [Parasites of Fish in the Rivers of North-East Azerbaijan (Species Composition, Ecology, Origin and Formation of Fauna, Epizootological Significance): Author's abstract of Ph.D. (Biology)]. Baku, 2003. 23 p. (In Russian)

2. Agaeva N. B. Parasitofauna of fish in the Araks river basin on the territory of the Nakhichevan Autonomous Republic. *Materialy III Zakavkazskoy konferentsii po obshchey parazitologii* [Proceedings of the 3rd Transcaucasian Conference on General Parasitology]. Baku, 1981. Pp. 59-64. (In Russian)

3. Bogutskaya N. G., Kiyashko P. V., Naseka A. M., Orlova M. I. *Opredelitel' ryb i bespozvonochnykh Kaspiyskogo morya. T. 1. Ryby i mol'yuski* [Key to Fish and Invertebrates of the Caspian Sea. Vol. 1. Fish and Shellfish]. St. Petersburg, KMK Scientific Publ., 2013. 543 p. (In Russian)

4. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Parazity ryb: rukovodstvo po izucheniyu* [Fish Parasites: A Study Guide]. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 123 p. (In Russian)

5. Vanyatinskiy I. N., Mirzoeva L. M., Paddubnaya A. V. *Bolezni ryb* [Diseases of Fish]. Moscow, Food Industry Publ., 1979. 232 p. (In Russian)

6. Gasanov M., Zamanov Kh., Veliev N. *Reki, ozero i vodokhranilishcha Azerbaydzhana* [Rivers, Lakes and Reservoirs of Azerbaijan]. Baku, Azerbaijan State Publ., 1973. 135 p. (In Azerbaijani)

7. Dorovskikh G. N., Stepanov V. G. *Metody sbora i obrabotki parazitologicheskikh materialov* [Methods of Collection and Processing of Parasitological Materials]. Syktyvkar, Syktyvkar University Publ., 2009. 131 p. (In Russian)

8. Ibragimov Sh. R. *Parazity i bolezni ryb Kaspiyskogo morya (ekologo-geograficheskiy analiz, epizootologicheskaya i epidemiolog-*

icheskaya otsenka) [Parasites and Diseases of the Fish in the Caspian Sea (Ecological and Geographical Analysis, Epizootological and Epidemiological Assessment)]. Baku, Elm Publ., 2012. 395 p. (In Russian)

9. Mekhtieva E. D. *Ekologo-geograficheskiy analiz parazitofauny khramuli v vodoemakh Azerbaydzhana: avtoref. diss. ... kand. biol. Nauk* [Ecological and Geographical Analysis of the Parasitic Fauna of Khramuli in Azerbaijan Reservoirs: Author's abstract of Ph.D. (Biology)]. Baku, 1993. 24 p. (In Russian)

10. Mikailov T. K. *Parazity ryb vodoemov Azerbaydzhana (sistematika, dinamika i proiskhozhdenie)* [Parasites of Fish in Azerbaijan Reservoirs (Systematics, Dynamics and Origin)]. Baku, Elm Publ., 1975. 299 p. (In Russian)

11. Mikailov T. K., Ibragimov Sh. R. *Ekologiya i zoogeografiya parazitov ryb vodoemov Lenkorskoj prirodnoj oblasti* [Ecology and Zoogeography of Fish Parasites in Reservoirs of the Lankaran Natural Region]. Baku, Elm Publ., 1980. 115 p. (In Russian)

12. *Opredelitel' parazitov pozvonochnykh Chernogo i Azovskogo morey* [Key to Vertebrate Parasites of the Black and Azov Seas]. Kyiv, Naukova Dumka Publ., 1975. 551 p. (In Russian)

13. *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. T. 2. Paraziticheskie mnogokletochnye (Pervaya chast')* [Key to Parasites of Freshwater Fish Fauna in the USSR. Vol. 2. Parasitic Multicellular Organisms (Part 1)]. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 425 p. (In Russian)

14. *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. T. 3. Paraziticheskie mnogokletochnye (Vtoraya chast')* [Key to Parasites of Freshwater Fish Fauna in the USSR. Vol. 2. Parasitic Multicellular Organisms (Part 2)]. Leningrad, Nauka Publ., 1987. 583 p. (In Russian)

15. Pronina S. V., Pronin N. M. *Metodicheskoe posobie po gidroparazitologii (Chast' 1. Tekhnika parazitologicheskikh issledovaniy i parazitiches-*

kie prosteyschie) [Methodological Manual on Hydroparasitology (Part 1. Technique of Parasitological Research and Parasitic Protozoa)]. Ulan-Ude, 2003. 52 p. (In Russian)

16. Reshetnikov Yu. S. *Atlas presnovodnykh ryb Rossii: v 2 t. T. 1* [Atlas of Freshwater Fish in Russia: in 2 vols. Vol. 1]. Moscow, Nauka Publ., 2002. 378 p. (In Russian)

17. *Respublika Azerbaydzhan. Natsional'nyy atlas* [Republic of Azerbaijan. National Atlas]. Baku, 2014. 444 p. (in Azerbaijani)

18. Sudarikov V. E., Lomakin V. V., Ataev A. A., Semenova N. N. *Metatserkarii trematod* –

parazity ryb Kaspiyskogo morya i del'ty Volgi [Trematode Metacercariae as Parasites of Fish in the Caspian Sea and the Volga Delta]. Moscow, Nauka Publ., 2006. 183 p. (In Russian)

19. Shigin A. A. *Trematody fauny SSSR. Rod Diplostomum. Metatserkarii* [Trematodes of the USSR Fauna. *Diplostomum* Genus]. Moscow, Nauka Publ., 1986. 253 p. (In Russian)

20. Freyhof J., Mustafayev N., Ibrahimov S., Japoshvili B., Sedighi O., Levin B., Pashkov A., Turan D. Freshwater fish and lampreys of the Caucasus. Ecological Conservation Plan for the Caucasus. 2020. Pp. 97-105.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Шакаралиева Егана Вагиф кызы, доктор биологических наук, доцент кафедры медицинской биологии и генетики, Азербайджанский медицинский университет, Баку, Азербайджан; e-mail: bioloq@yahoo.com

Принята в печать 01.06.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Affiliation

Egana V. Shakaralieva, Doctor of Science (Biology), Associate Professor, Department of Medical Biology and Genetics, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan; e-mail: bioloq@yahoo.com

Received 01.06.2022.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 338.482.22
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-35-40

Исследование спроса на услуги туристического агентства и методы его стимулирования (на примере ООО «Правильный выбор»)

© 2022 Анисимова В. В., Рыжволова Э. А.
Кубанский государственный университет

Краснодар, Россия; e-mail: viktoriya23.84@mail.ru; ella.ryzhivolova@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Туристический спрос показывает количество туристического продукта, которое туристы готовы купить по некоторой цене из возможных в течение определенного периода времени цен. Под стимулированием спроса понимается многообразие употребляемых средств кратковременного влияния, которые необходимы, чтобы побуждать потребителей туристического рынка к покупке. **Целью** проведенного исследования является многоаспектный анализ спроса на предоставляемые услуги туристического агентства и изучение оптимальных методов его стимулирования. **Методы.** Чтобы детально изучить поставленную цель, был применен теоретический (формально-логический) метод научного исследования посредством систематизации, обобщения, а также сравнения предоставленной информации. Помимо этого, был применён и метод сбора текущей информации, проведён анализ спроса. Для получения статистических данных, отражённых в иллюстративном материале, использовался метод математической сборки информации. **Результаты.** Данные, полученные в результате исследования спроса, можно применить для разработки методов мотивации покупки туристического продукта. В ходе проведенного исследования была собрана и сгруппирована статистическая информация, применимая для формирования лояльной ценовой политики предприятия и разработки новых туристических направлений. **Вывод.** В результате исследования туристического спроса потребителей туристической фирмы ООО «Правильный выбор» была определена его главная особенность, заключающаяся в том, что спрос на туристические продукты появляется только тогда, когда население является платёжеспособным. Кроме того, на формирование спроса оказывают влияние такие факторы, как геополитические, экономические, демографические, технологические, социальные и сезонность.

Ключевые слова: туристический спрос, туризм, туристическое агентство, методы стимулирования, туристический продукт.

Формат цитирования: Анисимова В. В., Рыжволова Э. А. Исследование спроса на услуги туристического агентства и методы его стимулирования (на примере ООО «Правильный выбор») // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 35-40. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-35-40

Research of the Demand for the Services of a Travel Agency and Methods for Stimulating it (exemplified by Right Choice OOO)

© 2022 Viktoriya V. Anisimova, Ella A. Ryzhivolova
Kuban State University

Krasnodar, Russia; e-mail: viktoriya23.84@mail.ru; ella.ryzhivolova@mail.ru

ABSTRACT. Tourist demand shows the amount of a tourist product that tourists are willing to buy at a certain price from the prices that are possible over a certain period of time. Demand stimulation is a variety of short-term influence means used to encourage consumers of the tourism market to buy. The **aim** of the paper is a multidimensional analysis of the demand for the services provided by a travel agency and the

study of optimal methods for stimulating it. **Methods.** In order to study the aim in detail, a theoretical (formal-logical) method of scientific research was applied through systematization, generalization and comparison of the information provided. In addition, the method of current information collecting was applied, and an analysis of the demand process was carried out. It was used the method of mathematical assembly of information to obtain the statistical data reflected in the illustrative material. **Results.** As a study result of the tourist demand of consumers of the travel company LLC "Pravilny Vybor", its main feature was determined, which consists in the fact that the demand for tourist products appears only when the population is solvent. In addition, demand formation is influenced by such factors as geopolitical, economic, demographic, technological, social and seasonality. **Conclusion.** As a result of the research of the consumers' tourist demand in Right Choice OOO travel company, its main feature was determined, which consists in the fact that the demand for tourist products appears only when the population is solvent.

Keywords: tourist demand, tourism, travel agency, incentive methods, tourist product.

For citation: Anisimova V. V., Ryzhivolova E. A Research of the Demand for the Services of a Travel Agency and Methods for Stimulating it (exemplified by Right Choice OOO). Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 35-40. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-35-40 (In Russian)

Введение

Потребительский спрос – один из важнейших факторов роста экономики. Анализ этого спроса актуальная и важная проблема, которая имеет большое значение для развития предприятий индустрии туризма [1]. Актуальная она, так как спрос прямо влияет на прибыль предприятия и возможность его развития. Чем выше спрос на услуги компании, тем больше у неё возможностей разрастись и создать новые рабочие места.

Целью исследования являлось проведение комплексного анализа потребительского спроса (на примере турфирмы ООО «Правильный выбор») и изучение методов его стимулирования.

Материал и методы исследования

Для проведения исследования наиболее важным методом послужил теоретический (формально-логический) метод научного исследования, включающий систематизацию, обобщение, а также сравнение предоставленной информации. Помимо этого, использовался метод сбора текущей информации, проведён анализ спроса. Для получения статистических данных, отражённых в иллюстративном материале, использовался метод математической сборки информации.

Результаты и их обсуждение

Изучение любого сегмента рынка начинается с понятий «спроса» и «предложения». Туристический спрос показывает количество туристического продукта, которое туристы готовы купить по некоторой цене из возможных в течение определенного периода времени цен. Он характеризует потребности людей, их желание приобрести то или иное количество предлагаемого товара. Спрос на туристические услуги довольно специфичен, так

как на него оказывают влияние многие факторы [1].

Геополитическая обстановка оказывает прямое влияние на формирование спроса. Это и сложная внутриполитическая ситуация, и закрытие авиасообщения между странами, которые наблюдаем сейчас в мире. Ярким примером положительного влияния на спрос является присоединение Республики Крым и г.ф.з. (город федерального значения) Севастополь к территории РФ, после которого интерес туристов к этому направлению вырос в несколько раз.

Экономический фактор, пожалуй, один из самых обширных, здесь можно говорить как о влиянии экономической ситуации страны в целом, так и благосостоянии отдельных взятых групп населения. Так, инфляция, скачки курса валют, безработица серьёзно могут снизить спрос на отдых.

Социально-культурные факторы также оказывают влияние на формирование спроса в туризме. Так, например, чем выше уровень культуры в обществе, тем большее число людей будет пользоваться туристическими услугами.

Демографические факторы влияют на туристический спрос и развитие туризма в целом. От возрастной структуры потребителей, состава семьи и региона проживания зависит, какой вид отдыха и направление будет более востребовано.

Ещё одним важным фактором, оказывающим влияние на туристический спрос, является фактор сезонности. В период низкого сезона страдает курортный и горнолыжный отдых, а познавательный и оздоровительный туризм могут функционировать круглогодично. Фактор сезонности также влияет и на потребительские предпочтения. Основная причина влияния

сезонности на спрос – это климатические условия той или иной страны [3].

Рассмотрим наиболее важные факторы на примере туристического агентства ООО «Правильный выбор» [5], работающего под франшизой Пегас Туристик, офис которого находится в Ростове-на-Дону.

Благодаря данным в автоматизированной системе удалось составить возрастную структуру целевой аудитории, также было выявлено, что большую часть потребителей составляют женщины – 56 %. В основном путешествуют люди возрастом 36-45 и 26-35 лет, процентное соотношение возрастной структуры потребителей представлено на рисунке 1. Большая часть потребителей состоит в браке (67 %) и путешествуют раз в год (71 %). Не удивительно, что доля работающих туристов – 72 %, значительно выше безработных – 24 % и пенсионеров – 4 %. Пляжный отдых предпочитают 60 % туристов, 34 % составляют потребители, выбирающие экскурсионные направления и 6 % санаторно-курортное направление [5].

Исходя из полученных данных, целевой аудиторией агентства являются люди молодые и среднего возраста в пределах 25-45 лет, работающие и в основном имеющие семью, предпочитающие спокойный пляжный отдых.

Фактор сезонности. Как видно из рисунка 2, существуют высокие сезоны (лето), во время которых заметно увеличивается прибыль предприятия и низкие сезоны (зима и весна), в которые количество проданных туров резко падает.

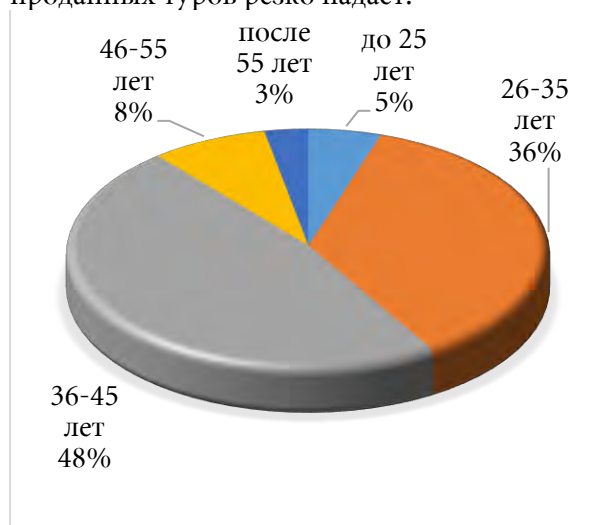


Рис. 1. Возрастная структура потребителей (составлен авторами)
 Fig. 1. Age structure of consumers (compiled by the authors)

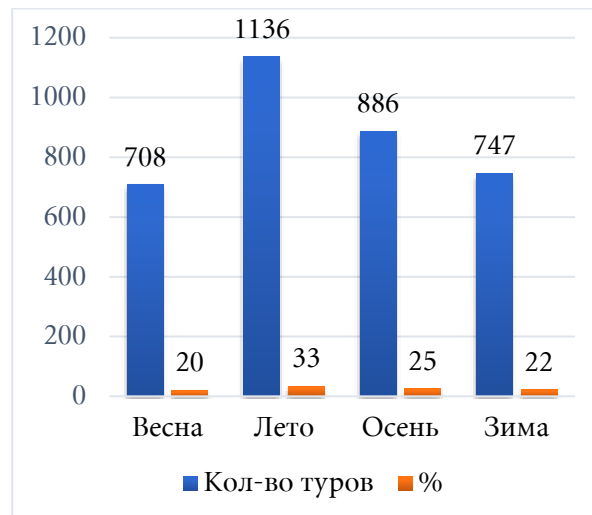


Рис. 2. Показатели по сезонам (составлен авторами)
 Fig. 2. Indicators by season (compiled by the authors)

Если говорить о популярных странах, в летний сезон основным направлением является Турция (80 %), на втором месте Кипр (5 %), который в этом сезоне сдал свои позиции из-за геополитической ситуации в мире [5]. На третьем месте российские курорты. Согласно статистике зимних направлений, абсолютным лидером за 2021 г. после открытия стал Египет, второе место занимает Таиланд. Всё больше интересует туристов направления Карибского бассейна, в особенности Доминиканская Республика, которая заняла третье место.

Изменение объемов спроса и предпочтений туристов. Пандемия COVID-19 внесла большие изменения в предпочтения туристов и структуру спроса на туристические услуги. На рисунке 3 можно увидеть, как сократился объем продаж, а также спрос в сравнении с 2019 г. [5].

Огромное снижение спроса в 2020 г. связано в первую очередь с закрытием границ и полным локдауном в мире. В 2021 г. показатели по некоторым периодам практически сравнялись с 2019 г. Изменились предпочтения и по туристическим направлениям [5]. Так, в 2021 г. возрос спрос на Египет, Кипр, Доминиканскую Республику. Заметен спрос на отдых в Республике Абхазия и России.

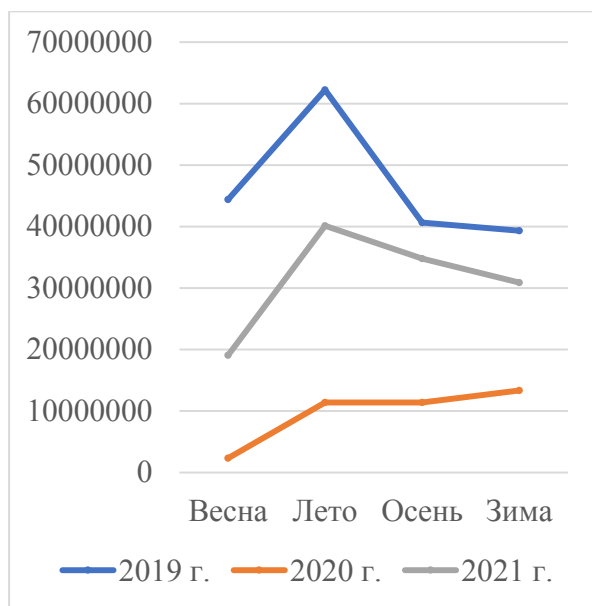


Рис. 3. Объем продаж ООО «Правильный выбор» (составлен авторами)

Fig. 3. The volume of Right Choice OOO sales (compiled by the authors)

Важным показателем деятельности туристической фирмы является стоимость проданного тура. Совокупность проданных туров является объемом продаж. Согласно собранным данным в период с 1 марта 2019 г. по 1 марта 2022 г. было продано 3 477 туров и услуг стоимостью от 2 000 до 1 168 000 руб. [5]. Используя статистический анализ данных можно сгруппировать их в группы. Признаком группировки будет являться стоимость тура или услуги. Определим число групп по формуле Стерджесса (1):

$$n=1+3,322\lg N, \quad (1)$$

где

n – число групп;

N – число единиц совокупности.

Исходя из данных количество групп $n = 1 + 3,322 \times \lg 3477 = 15$.

Теперь необходимо вычислить интервал группировки по формуле (2):

$$i=(x_{MAX}-x_{MIN})/n, \quad (2)$$

где

i – величина интервала;

x_{Max} – максимальное значение стоимости;

x_{MIN} – минимальное значение стоимости;

n – количество групп.

Величина интервала будет равна $i = (1\ 168\ 000 - 2\ 000) / 15 = 77\ 733$. Подробные результаты группировки предоставляются в табличной форме (табл.). Используя полученные данные можно сделать выводы о покупательской способности клиентов

компании и понять, в каком бюджете туры пользуются большей популярностью.

Из данных таблицы видно, что основной объем проданных товаров и услуг находится в ценовом диапазоне до 77 733 900 руб. Также значительную часть объема продаж составляют туры стоимостью до 155 466 руб. Туры в диапазоне цен от 155 466 до 544 131 продаются реже, а свыше 544 131 руб. – это единичные случаи.

Таблица. Группировка по стоимости туров (составлена авторами)

Table. Grouping by cost of tours (compiled by the authors)

Стоимость тура, руб.	Количество туров, шт.
Менее 77 733	1 658
77 733-155 466	1 275
155 466-233 199	332
233 199-310 932	119
310 932-388 665	40
388 665-466 398	22
466 398-544 131	17
544 131-621 864	6
621 864-699 597	4
699 597-777 330	0
777 330-855 063	1
855 063-932 796	1
932 796-1 010 529	1
1 010 529-1 088 262	0
Более 1 088 262	1

В результате анализа туристической фирмы была рассмотрена возрастная структура потребителей; изучено влияние времени года на спрос и объем продаж; на основе метода группировки была выявлена покупательская способность потребителей компании.

Глубина бронирования. Ещё один не малозначимый показатель, который также значительно снизился вследствие пандемии COVID-19 – глубина бронирования. Это период между датой бронирования и датой заезда [2]. В прошлом клиенты планировали свой отдых заранее, приобретали туры на лето ещё в зимний период и наоборот. Сейчас туристы не желают и боятся бронировать туры заранее. Так, в 2019 г. процент туров, приобретённых по раннему бронированию, составлял 11,5 %. Согласно собранным данным в 2020 г. этот показатель упал до 9,5 %, а в 2021 г. составил всего лишь 1 %. Глубина продаж

в начале 2022 г. в основном составляла не более 2-3 недель.

Статистика онлайн-бронирований. Последние годы туристы всё больше и больше выбирают вариант онлайн-бронирования, а не в офисе [4]. До 2020 г. продажа не в офисе была большой редкостью для ООО «Правильный выбор», для этого не было и технических возможностей, но после пандемии возникла необходимость работать с клиентами удалённо. Процентное соотношение онлайн- и офлайн-бронирований представлено на рисунке 4.

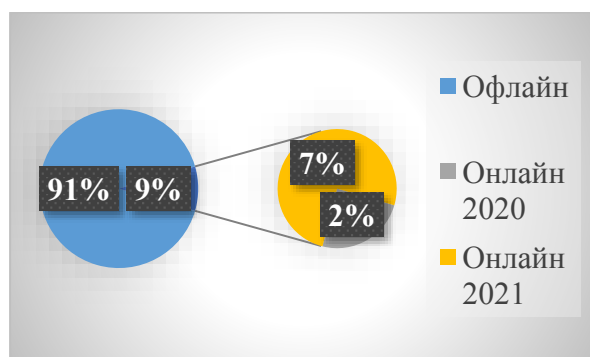


Рис. 4. Доля онлайн-продаж (составлен авторами)
Fig. 4. Share of online sales (compiled by the authors)

За 2 года процент удалённого оформления туров составил 9 %. С 2020 по 2021 г. показатель вырос на 5 %.

Далее рассмотрим основные способы стимулирования спроса. Под стимулированием спроса понимается многообразие употребляемых средств кратковременного влияния, которые необходимы, чтобы побуждать потребителей туристического рынка к покупке. Стимулирование рассматривается как изолированные действия, благодаря которым потребители «переключаются» с одних товаров на другие, отдавая предпочтение немедленным выгодам [1].

Интернет – основной способ увеличения спроса. ООО «Правильный выбор» активно продвигает свои услуги через интернет. У туристического агентства есть современный сайт. Помимо основной информации об агентстве, офисе продаж, есть удобная поисковая система туров, выдающая туристам предложения разных операторов, что позволяет выбрать самую выгодную цену. Отлично помогают в продвижении и социальные сети: ВКонтакте

и Телеграмм, которые способны даже заменить сайт интернет-магазина. Кроме того, благодаря интернету есть возможность расширить регион проживания клиентов, ведь есть возможность онлайн-бронирования. Рекомендации по усовершенствованию методов: чаще обновлять на сайте графу горящих туров и специальных предложений, предоставить удалённым менеджерам полноценный доступ к системам бронирования.

Работа с постоянными клиентами. Оповещение клиентов фирмы о её товарах и тех желаниях, которые она может удовлетворить, является главной задачей формирования и стимулирования спроса. Большой ошибкой туристической компании является упор на увеличение спроса путём привлечения только новых клиентов. Большое внимание следует уделить работе с постоянными клиентами, которые уже пользовались услугами фирмы. Если конверсия продаж по новым клиентам составляет 10 %, то вероятность, что купит повторный турист – 50-70 %. Для работы с повторными клиентами используется прозвон баз данных клиентов, взятие отзывов, поздравление туристов с праздниками, технология WantResalt, E-mail-рассылки. В качестве рекомендаций по привлечению повторных клиентов стоит рассмотреть возможность создания программы лояльности для постоянных туристов.

Процессы обслуживания и продаж тесно связаны между собой. Высокий уровень обслуживания увеличивает шанс того, что турист приобретёт тур и будет сотрудничать с компанией в дальнейшем. Качественное обслуживание формирует отложенный спрос. Поэтому очень важно обратить внимание и на обучение персонала. ООО «Правильный выбор» создают аттестации по различным направлениям, затрагивая страноведческие аспекты и базы отелей для повышения уровня квалификации, отправляет менеджеров на семинары и в рекламные туры. Автоматизирует рабочий процесс, чтобы ускорить обслуживание, ведётся обучение персонала работы в CRM и сервисе подборок. В помощь менеджерам сделаны скрипты, изучаются техники продаж и проходят разборы телефонных звонков. В качестве рекомендаций можно проводить еженедельные планёрки с разбором кейсов, про-

блемных ситуаций, совместно придумать пути решения.

Заключение

Результаты исследований могут быть применены для оптимизации продаж и услуг туристической компании, рекомендуется создание программы лояльности для постоянных клиентов, чтобы увели-

чить долю возвратных туристов и снизить расходы на рекламу. Туристический бизнес последних лет сильно изменился: делать прогнозы стало сложнее, инвестировать рискованно, изучать рынок системно, стоит использовать новые возможности для развития и стимулирования.

Литература

1. Боголюбова С. А. Потребительский спрос как ключевой фактор развития внутреннего рынка туристских услуг // Активизация интеллектуального и ресурсного потенциала регионов: новые вызовы для менеджмента компаний: материалы 3-й Всероссийской конференции (Иркутск, 18 мая 2017 г.). Иркутск, 2017. С. 40-44.

2. Ёхина М. А. Бронирование гостиничных услуг: учебник. М.: Академия, 2014. 240 с.

3. Скобкин С. С. Менеджмент в туризме: учебник и практикум для среднего профессионального образования. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2019. 366 с.

4. Ассоциация туроператоров: официальный сайт. М.: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atorus.ru> (дата обращения: 20.05.2022).

5. Туристическое агентство Пегас Туристик: официальный сайт. Ростов-на-Дону: [Электронный ресурс]. URL: <http://pegas-rostov.ru> (дата обращения: 20.05.2022).

References

1. Bogolyubova S. A. Consumer demand as a key factor in the development of the domestic market of tourist services. *Aktivizatsiya intellektual'nogo i resursnogo potentsiala regionov: novye vyzovy dlya menedzhmenta kompaniy: Materialy 3-y Vserossiyskoy konferentsii (Irkutsk, 18 maya 2017 g.)* [Activation of the Intellectual and Resource Potential in Regions: New Challenges for Company Management: Proceedings of the 3rd All-Russian Conference (Irkutsk, May 18, 2017)]. Irkutsk, 2017. Pp. 40-44. (In Russian)

2. Ekhina M. A. *Bronirovanie gostinichnykh uslug: uchebnik* [Hotel Services Booking: A Textbook]. Moscow, Akademia Publ., 2014. 240 p. (In Russian)

3. Skobkin S. S. *Menedzhment v turizme: uchebnik i praktikum dlya srednego professional'nogo obrazovaniya. 2-e izd., ispr. i dop* [Management in Tourism: Textbook and Workshop for Secondary Vocational Education. 3rd ed., revised and enlarged]. Moscow, Yurayt Publ., 2019. 366 p. (In Russian)

4. *Assotsiatsiya turoperatorov: ofitsial'nyy sayt* [Association of Tour Operators: Official Site]. Moscow. Available at: <https://www.atorus.ru> (accessed 20.05.2022). (In Russian)

5. *Turisticheskoe agentstvo Pegas Turistik: ofitsial'nyy sayt* [Travel Agency Pegas Touristik: Official Site]. Rostov-on-Don. Available at: <http://pegas-rostov.ru> (accessed 20.05.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Анисимова Виктория Викторовна, кандидат географических наук, доцент кафедры международного туризма и менеджмента, институт географии, геологии, туризма и сервиса, Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия; e-mail: viktoriya23.84@mail.ru

Рыжволова Элла Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры международного туризма и менеджмента, институт географии, геологии, туризма и сервиса, Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия; e-mail: ella.ryzhivolova@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Viktoriya V. Anisimova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of International Tourism and Management, Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, Kuban State University, Krasnodar, Russia; e-mail: viktoriya23.84@mail.ru

Ella A. Ryzhivolova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of International Tourism and Management, Institute of Geography, Geology, Tourism and Service, Kuban State University, Krasnodar, Russia; e-mail: ella.ryzhivolova@mail.ru

Науки о Земле / Earth Sciences
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.3:314.7
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-41-49

Тенденции развития программных систем для обработки и анализа больших данных устройств интернета вещей (IoT)

© 2022 Касатиков Н. Н.¹, Фадеева А. Д.¹, Умаров Ш. М.^{2,3}, Брехов О. М.¹
¹ Московский авиационный институт
Москва, Россия, e-mail: nick925@yandex.ru, abluemoon@mail.ru, obrekhov@mail.ru
² Научно-исследовательский институт точных приборов
Москва, Россия, e-mail: shapi0890@mail.ru
³ Московский государственный университет геодезии и картографии
Москва, Россия, e-mail: shapi0890@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Целью работы является создание и использование системы для обработки и анализа больших данных устройств интернета вещей (IoT), которая упростит оценку развития населенных пунктов. **Методы.** В статье рассмотрены вопросы развития программных систем для обработки и анализа больших данных IoT устройств. Проведен анализ перспектив и проблем внедрения интернета вещей (IoT) устройств умного города, а именно – безопасность и конфиденциальность, интеллектуальные датчики, сети и аналитика больших данных. Рассмотрены тенденции развития аналитики больших данных для Smart City IoT. **Результаты.** Предложена модель мультиагентной системы (МАС) для сбора и анализа данных устройств интернета вещей (IoT) и для оценки развития населенных пунктов. **Выводы.** Предлагаемая система обеспечит эффективное использование ресурсов сети, уменьшит время сбора и анализа данных устройств интернета вещей (IoT) для развития населенных пунктов. Мультиагентная система обеспечит выполнение сложных многократных запросов в специализированных ПрО, связанных с данными от датчиков интернета вещей (IoT) умного города, что также позволит упростить и обезопасить данные пользователей.

Ключевые слова: умный город, большие данные, IoT, мультиагентные системы, предметная область, анализ больших данных.

Формат цитирования: Касатиков Н. Н., Фадеева А. Д., Умаров Ш. М., Брехов О. М. Тенденции развития программных систем для обработки и анализа больших данных устройств интернета вещей (IoT) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 41-49. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-41-49

Development Trends of Software Systems for Big Data Processing and Analyzing of Internet of Things (IoT) Devices

© 2022 Nikolay N. Kasatikov¹, Anna D. Fadeeva¹,
Shapi M. Umarov^{2,3}, Oleg M. Brekhov¹
¹ Moscow Aviation Institute
Moscow, Russia; e-mail: nick925@yandex.ru, abluemoon@mail.ru, obrekhov@mail.ru
² Research Institute of Precision Instruments
Moscow, Russia; e-mail: shapi0890@mail.ru
³ Moscow State University of Geodesy and Cartography
Moscow, Russia; e-mail: shapi0890@mail.ru

ABSTRACT. The aim of the paper is to create and use a system for processing and analyzing of big data of Internet of things (IoT) devices, which will simplify the assessment of the settlements development. **Methods.** The article deals with the development of software systems for processing and analyzing of big data from IoT devices. An analysis was made for the prospects and issues of implementing the Internet of Things (IoT) of Smart City devices, namely security and privacy, smart sensors, networks and big data analytics. The development trends of big data analytics for Smart City IoT are considered. **Results.** It is proposed a model of a multi-agent system (MAS) for data collecting and analyzing from Internet of things (IoT) devices to assess the settlements development. **Conclusions.** The proposed system will ensure the efficient use of network resources; reduce the time for collecting and analyzing of data from Internet of Things (IoT) devices for the settlements development. The multi-agent system will ensure the execution of complex multiple queries in specialized software related to data from sensors of the Internet of Things (IoT) of the Smart City, which will also simplify and secure user data.

Keywords: Smart City, big data, IoT, multi-agent systems, domain area (DA), big data analysis.

For citation: Kasatikov N. N., Fadeeva A. D., Umarov Sh. M., Brekhov O. M. Development Trends of Software Systems for Big Data Processing and Analyzing of Internet of Things (IoT). Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 41-49. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-41-49 (In Russian)

Введение

В последние годы большой интерес вызывает технология интернета вещей (IoT) применительно к умным домам [1; 3]. Одним из основных компонентов умных городов является умный дом, поскольку он центральный элемент жизни жителей города [2; 6]. Умные дома предполагают использование сенсорных устройств, установленных по всему дому, которые предоставляют информацию о доме, а также о его жителях. Эти датчики могут включать в себя мониторы активности пользователей, такие как датчики окружающей среды, трекеры движения и энергопотребление [4; 7; 8]. Огромные массивы данных, полученные с использованием таких датчиков, требуют решения прикладных и научных задач, связанных с организацией процедур сборки и передачи данных, эффективным управлением процессом анализа собранных «Больших данных» (Big Data) [20].

Предполагается, что к 2025 году более 75 миллиардов устройств будут подключены к интернету [14], что приведет к еще большему развитию и разработке приложений для анализа и обработки данных умных городов. В контексте умного города Интернет вещей позволяет датчикам собирать и отправлять данные о состоянии города в центральное облако, которые затем извлекаются и обрабатываются для получения закономерностей и принятия решений.

Например, датчики качества воды могут быть развернуты для постоянного предоставления обновленной информа-

ции о качестве используемой воды в городе и обнаружения утечек [18].

Датчики IoT также могут использоваться для мониторинга условий окружающей среды в городе для определения уровней загрязнения [12] и перенаправления горожан к следующему бесплатному парковочному месту для экономии затрат на топливо [15].

Основная часть

Интернет вещей обещает оцифровку всех аспектов нашей жизни. Для умных городов этот процесс оцифровки влечет за собой распространение узлов зондирования во всех сферах функционирования городского механизма. При такой широкой сфере применения создание и последующее развертывание систем IoT в умных городах сопряжено с огромными проблемами, которые необходимо учитывать. В этой статье рассмотрим тенденции развития программных систем для обработки и анализа больших данных IoT устройств [9].

На рисунке 1 показаны различные проблемы, с которыми сталкивается развертывание системы Smart City IoT, а именно: безопасность и конфиденциальность, интеллектуальные датчики, сети и аналитика больших данных.

Безопасность наряду с конфиденциальностью – это главная забота умных городов. Умные города предполагают наличие основных городских инфраструктур в сети, любое отклонение в работе городских служб принесет неудобства его гражданам и подвергнет опасности человеческие жизни и имущество.



Рис. 1. Перспективы и проблемы развития IoT умного города

Fig. 1. Prospects and issues for the development of IoT Smart City

Поэтому безопасность – это большая проблема в умных городах. Безопасность один из ключевых моментов для развития программных систем и для обработки и анализа больших данных устройств интернета вещей (IoT). В наше время, когда киберпреступность и война стали тактикой в мировой политике, умные города подвергаются все большему риску стать целью таких злонамеренных атак. В этом сценарии необходимо шифрование данных, передаваемых по сети. Чтобы проекты умных городов были успешными, они требуют доверия и участия граждан. Распространение датчиков в умных городах, которые непрерывно собирают данные об активности людей, может раскрыть повседневную деятельность граждан для нежелательных сторон. Более того, компании и корпорации в сети IoT могут использовать данные граждан без их согласия для таких вещей, как таргетированная реклама, и могут выполнять такие действия, как подслушивание и т. д. Для решения этой проблемы потребуются процессы, которые анонимизируют сбор данных при сохранении целостности контекста измеряемых данных. Безопасность и конфиденциальность подробно описаны в этом документе.

Умные датчики – это аппаратные компоненты, которые собирают данные в умных городах. Эти устройства производятся множеством различных поставщиков, которые придерживаются различных механизмов обнаружения, стандартов измерения, форматов данных и протоколов связи. Развертывание умного города требует, чтобы все эти устройства обменивались данными, выполняли планиро-

вание задач между ними и могли агрегировать данные вместе для создания выводов. Решением этой проблемы является разработка и использование открытых протоколов и форматов данных, позволяющие производителям создавать оборудование, которое может обмениваться данными между собой, что еще больше ускорит развертывание системы IoT. Другим решением может быть разработка «стандартных» узлов точек доступа для систем IoT, которые могут связываться с устройствами, используя несколько различных протоколов связи, и могут декодировать полученную информацию. Некоторые производители фактически сделали свои продукты совместимыми с другими протоколами, как упомянуто в [10, с. 3]. Еще одна проблема для интеллектуальных датчиков – надежность и устойчивость. Надежность и устойчивость относятся к надежности и правильности системы IoT. Интернет вещей является основой будущих умных городов, и, будучи неотъемлемой частью их работы, система интернета вещей должна обеспечивать бесперебойную работу своих пользователей. Для этого необходимо, чтобы запросы на обслуживание от пользователей приложения получали точный и своевременный ответ. Качество обслуживания должно быть обеспечено каждому жителю умного города. Системы, обеспечивающие важные коммунальные услуги, такие как транспорт, электричество и т. д., должны быть децентрализованы. Распределенные точки подключения обеспечат надежность. Одним из таких примеров является самовосстановление в Smart Grids [13, с. 15].

Многие современные сетевые протоколы разработаны для сетевых устройств инфраструктуры, которые имеют доступ к непрерывному источнику питания, однако датчики в умных городах будут мобильными во многих сценариях и, следовательно, будут питаться от батарей. Более того, им потребуется измерять, передавать и в некоторых случаях сохранять собранные данные. Это требует разработки не только схем передачи данных с низким энергопотреблением и низкими накладными расходами, но также разработки новых технологий памяти и хранения, а также устройств с низким энергопотреблением, которые максимально продлевают срок службы батарей. Хранение такого большого количества данных потребует разработки алгоритмов сжатия, которые будут использоваться, и схем баз данных, которые необходимо будет разрабатывать

в будущем по мере увеличения масштабов умных городов и интернета вещей. Решение проблем с питанием требует разработки новых аккумуляторных технологий и, возможно, включения механизмов сбора энергии в такие устройства, чтобы сделать возможным долгосрочное предоставление услуг, что показывает влияние ситуации с тенденции развития программных систем для обработки и анализа больших данных устройств интернета вещей (IoT) для оценки развития населенных пунктов.

Интернет вещей зависит от способности датчиков и других устройств отправлять и получать информацию друг другу и облаку. В связи с появлением новых приложений для умных городов предоставление сети для этих устройств, чтобы они оставались подключенными, становится большой проблемой. Современные сетевые методы не оптимизированы для предоставления сетевых услуг для компонентов умного города. Многие устройства в умных городах предъявляют требования к мобильности и пропускной способности данных, которые необходимо выполнить, чтобы обеспечить приемлемое качество обслуживания. Для решения этой проблемы были предложены различные подходы к определению точек доступа, локальных сетей и т. д. Другой аспект сети – это работа над эффективными и динамическими протоколами маршрутизации, которые могут удовлетворить требования IoT, способные работать как со стационарными, так и с движущимися устройствами, чего многие современные протоколы не предлагают в достаточной степени [19, с. 1].

Обзор публикаций по теме исследования. Устройства, подключенные к IoT, сгенерировали 13,6 зетта-байт данных в 2018 г., и ожидается, что к 2025 г. этот показатель вырастет до 79,4 зетта-байт [17, с. 1]. Чтобы использовать эти данные и постоянно улучшать услуги, предоставляемые в умных городах, необходимо разработать новые алгоритмы анализа данных. В связи с множеством различных параметров, которые измеряются в умных городах, эти алгоритмы должны быть применимы к данным различной природы (как структурированным, так и неструктурированным), необходимо разработать более совершенные методы слияния данных, чтобы объединить их значимым образом и уметь извлекать выводы и распознавать закономерности. Глубокое обучение представляет интерес в этой области, поскольку оно может использовать этот большой объем данных для обеспечения лучших резуль-

татов для различных приложений. Еще одно важное соображение – обеспечить масштабируемость разработанных алгоритмов, чтобы они имели достаточную универсальность и могли использоваться в предполагаемом приложении. Например, для целей распознавания активности авторы в [11, с. 21] обнаружили, что CNN, обученная распознаванию активности на одном наборе данных, не работает хорошо на других, или в [16, с. 23], где сеть глубокого обучения плохо работает, когда пигментированный цвет помидора отличается от оригинального. Дрейф концепций – еще одна проблема, вызывающая беспокойство, поскольку при непрерывном сборе данных свойства данных могут со временем меняться. В этом отношении могут быть полезны такие методы, как постепенное обучение. Объяснимость – еще один важный фактор, который делает аналитику умного города широко приемлемой, особенно в области умного здоровья. Для этого были предложены некоторые подходы, в [21, с. 122-123] продемонстрирован гибридный классификатор глубокого обучения и решение на основе семантических веб-технологий для применения мониторинга наводнений. В [15, с. 122] авторы представляют объяснимую систему здравоохранения, основанную на глубоком обучении, на Edge для лечения COVID-19, основанную на парадигме распределенного обучения, с многообещающими результатами. Тем не менее, необходимо выполнить дополнительную работу по включению методов объяснимости, таких как дистилляция, визуализация и внутренние методы, в приложения умного города на основе машинного и глубокого обучения, чтобы увеличить распространение приложений умного города.

Предлагаемая модель

Проведенный анализ публикаций показывает, что для сбора и анализа данных IoT устройств эффективно использование MAC (многоагентные системы), в которых специализированные ПА взаимодействуют друг с другом для совместного решения поставленной пользователем цели.

Информационный поиск заключается во взаимодействии между пользователями и поставщиками информации, в процессе которой в ответ на информационный запрос пользователя поставщик информации направляет ему определенные сведения, релевантные этому запросу, которые затем будут обрабатываться в соответствии с моделью обработки.

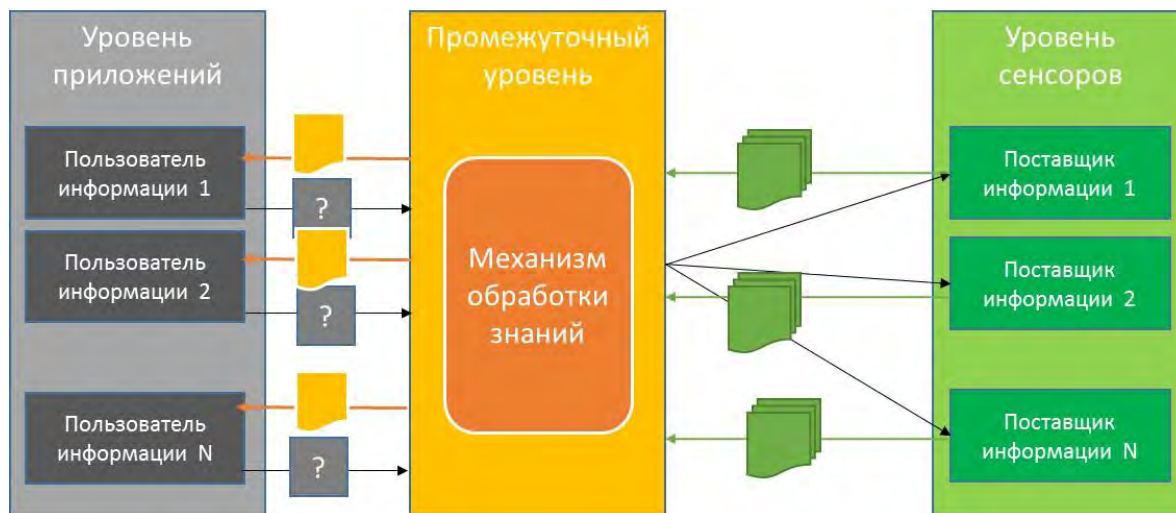


Рис. 2. Модель непосредственного взаимодействия пользователей и поставщиков информации

Fig. 2. Model of direct interaction between users and information providers

Установление непосредственного взаимодействия всех потенциальных пользователей со всеми потенциальными поставщиками приводит к ряду проблем, связанных с многообразием способов подачи информационных запросов и ответов на них. В общем случае для m пользователей информации и n ее поставщиков нужно иметь $m \cdot n$ средств преобразования представления информации (рис. 2). Кроме того, с появлением нового поставщика надо возобновлять такие средства для всех.

Для эффективного обмена информацией между потребителями информации и ее поставщиками необходимы посредники, которые упрощают это взаимодействие. Рассмотрим модель сбора и анализа данных IoT устройств, представленную на рис. 2, которая имеет три уровня: 1) пользователей (тех, кто используют данные); 2) поставщиков (тех, кто предоставляет информацию) и 3) промежуточный, что обеспечивает связь между первым и вторым уровнями [1, с. 1].

Основное преимущество такой модели заключается в отсутствии прямых связей между пользователями и поставщиками информации

На каждом из этих уровней целесообразно использовать ИПА (Intelligent Personal Assistant):

- для уровня пользователей задача агентов заключается в том, чтобы точно определить, что именно ищет пользователь, чего он хочет, или у него какие-либо дополнительные требования к этой информации и тому подобное;

- для уровня поставщиков задачей агентов является упорядочение точного описания информации, которую предоставляет этот поставщик, и восстановление этих данных при изменениях контента;

- для посредников задачей агентов является эффективное взаимодействие между агентами первого и второго уровней, то есть между пользователями и поставщиками информации, а также обработка данных для последующего анализа.

Рассмотрим мультиагентную систему сбора и анализа данных IoT устройств (МАССАД). Она обеспечивает эффективное использование ресурсов сети, уменьшает время сбора и анализа данных IoT устройств.

МАССАД обеспечивает выполнение сложных многократных запросов в специализированных ПрО (предметная область), связанных с данными от датчиков IoT умного города. Запросы таких пользователей могут повторяться от сеанса к сеансу или меняться, но оставаться в рамках определенной ПрО.

МАССАД является посредником между пользователем и существующими средствами сбора данных от датчиков IoT (интернет вещей) умного города. Ее назначение – сделать обращение пользователя к данным от датчиков IoT умного города более эффективным, удобным и быстрым. Система содержит ПА (программный агент), которые соответствуют трем уровням поиска информации: агентов пользователей, агентов ИП (интернет-протокола) и агентов-посредников. Агенты МАССАД делятся на два типа: при-

кладные и служебные. Агенты ИП и агенты пользователей являются прикладными, а агенты промежуточного слоя – служебными. Количество служебных агентов определяется их функциями в МАССАД, а количество экземпляров прикладных агентов не ограничена и определяется количеством пользователей.

В состав МАССАД входят:

- сервер с БД (База данных) и соответствующим ПО (Программное обеспечение);
- аплеты, предоставляемых пользователям МАССАД для автономной работы;
- ПА для обеспечения функций, связанных с выполнением информационных запросов пользователей.

Сервер МАССАД обеспечивает следующие функции:

- регистрацию пользователей, сохранение созданных ими онтологий, постоянных информационных запросов и результатов выполнения этих запросов;
- регистрацию новых ИП (IoT устройств умного города);
- выполнения постоянных информационных запросов пользователей и обработку результатов выполнения этих запросов;
- накопление сведений о выполнении постоянных запросов;
- сохранение персональных данных пользователей МАССАД.

На уровне пользователей в МАССАД действуют агенты, связанные с конкретными пользователями.

Основные функции этих ПА:

- переформулирование запроса пользователя, основанное на персонифицированной информации об этом пользователе, и которое учитывает предыдущий опыт его информационного поиска;
- передача запроса другим ПА;
- получение результатов запроса и представления их пользователю в удобной для него форме.

На промежуточном уровне в МАССАД АИПС действуют служебные ПА: агент-архивариус, агент-диспетчер, агент-интегратор и агент-фильтрации.

Основная функция этих агентов-посредников – установление эффективного взаимодействия между ПА пользователей и ИП в исполнении запросов.

Агент-архивариус получает запрос от агента пользователя, сравнивает его с записями в БД МАССАД, где накапливается информация о выполненных ранее запросах и их результаты.

Если в БД найден именно такой запрос, тогда агент-архивариус проверяет актуальность его результатов, и, если она является удовлетворительной, передает полученный результат агенту пользователя.

Если архивариус не находит в БД соответствующего запроса, он передает этот запрос агенту-диспетчеру для выполнения.

Если же в БД найден соответствующий запрос, но нет сообщения о результатах его обработки (то есть запрос еще выполняется), агент-архивариус передает агенту-диспетчеру сообщение с рекомендацией повысить статус запроса (если определенная информация нужна значительному количеству пользователей одновременно, быстрое выполнение такого запроса может повысить эффективность работы системы в целом). Агент-диспетчер выбирает соответствующих агентов ИП для выполнения предоставленного ему запроса. Он получает от агента-архивариуса запрос и, проанализировав его параметры и данные о ИП в БД МАССАД АИПС, передает этот запрос агентам избранных ИП.

Функцией агента-интегратора [2, с. 1] является объединение результатов обработки запросов, предоставленных различными агентами ИП. Этот результат передается агенту фильтрации.

Агент фильтрации анализирует этот результат на основе опыта выполнения предыдущих информационных запросов пользователя, сведения о которых содержатся в БД МАССАД [3, с. 1], и контекста, в котором выполнялся поиск.

Согласно трехуровневой модели поиска информации, служебные ПА могут взаимодействовать друг с другом и с прикладными ПА, однако прикладные ПА не могут взаимодействовать друг с другом напрямую.

Модель МАССАД состоит из моделей классов ПА, входящих в ее состав. Все эти ПА имеют сходную структуру, но отличаются по функциям, которые они выполняют [4, с.; 16; 7].

Модель каждого класса агентов описывается тремя моделями, соответствуют убеждениям, целям и желаниям агентов.

Заключение

Можно сделать несколько предложений по перспективе использования интернета вещей для проектов умного города [8, с. 1]. Основная область исследований – безопасность и конфиденциальность IoT в умных городах с точки зрения методов шифрования, протоколов аутентификации, методов анонимизации дан-

ных и других методов предотвращения несанкционированного доступа к сети IoT. Как упоминалось ранее, такие технологии, как блокчейн [9, с. 2], могут помочь внедрить отслеживание и контроль доступа, безопасное обнаружение устройств, предотвращение спуфинга, потерю данных, одновременно обеспечивая использование сквозного шифрования.

Из стандартов передачи данных, разработанных до сих пор для интернета вещей, большинство несовместимы друг с другом [5, с. 3]. В этом отношении необходимо провести работу, чтобы обеспечить возможность взаимодействия узлов датчиков с использованием различных протоколов при использовании низкого энергопотребления, что является обязательным для узлов датчиков в сети.

Еще одна область, над которой нужно работать, – это разработка эффективных методов хранения и оборудования с низким энергопотреблением, которые могут снизить эксплуатационные расходы, что поможет развитию населенных пунктов. С точки зрения развертывания децентрализованные системы были предложены как лучшее решение для повышения надежности приложения. Такие методы, как федеративное обучение, позволяют развертывать децентрализованные системы DL (Deep Learning).

В области ИИ (искусственного интеллекта) тоже есть большой простор для потенциальной работы в развитии населенных пунктов. Исследования включают в себя разработку методов слияния данных, которые могут упростить использование разнородных источников данных, интеллектуальных методов сокращения данных / выбора функций, чтобы гарантировать, что избыточные или «неинтересные» данные не являются частью конвейера разработки ИИ. Это поможет сократить время выполнения работ, а также повысит производительность развертываний. Необходимо использовать существующие методы, а также исследовать новые, чтобы сделать алгоритмы ML (Machine Learning) и DL более понятными и подходящими для различных приложений в умном городе.

Агентная парадигма привносит ряд принципиально новых свойств и возможностей в информационные технологии и представляет собой качественно новый уровень ее развития, обеспечивается распределенными вычислениями в гетерогенной информационной среде интернет.

Внедрение агентных технологий должно повысить эффективность интеллектуальной деятельности человека, избавив ее от рутинных операций. Одним из факторов интереса к МАС стало развитие сети интернета, в которой функционально распределены автономные программные системы, обрабатывающие гетерогенные информационные ресурсы, что значительно поможет упростить данные для развития населенных пунктов.

Выбор агентных технологий как базовых при проектировании распределенных ИС (интеллектуальных систем) обеспечивает сочетание интеллектуальных средств работы с различными типами БД, БЗ (база знаний) и хранилищ данных со стандартизированными протоколами обмена знаниями. В такие системы еще на этапе проектирования закладываются гибкость, горизонтальная и вертикальная масштабируемость, открытость архитектуры и мобильность.

Делегирование сложных задач мультиагентным системам позволяет представлять и решать проблемы, которые трудно формализуются.

Предлагаемая система обеспечит эффективное использование ресурсов сети, уменьшит время сбора и анализа данных IoT устройств.

МАССАД обеспечит выполнение сложных многократных запросов в специализированных ПрО, связанных с данными от датчиков IoT умного города.

В дальнейшем предлагается разработка программной системы для обработки и анализа больших данных IoT устройств и для оценки развития населенных пунктов, которая позволит прогнозировать процессы развития населенных пунктов.

В перспективе использование данной программной системы позволит снизить затраты энергоносителей. Также исследование методов и алгоритмов машинного обучения поможет упростить использование разнородных источников данных, даст гарантию, что избыточные или «неинтересные» данные не будут включаться в конвейер анализа интеллектуальных данных. Это поможет сократить время выполнения работ, а также повысит производительность развертываний. Необходимо использовать существующие методы, а также исследовать новые, чтобы сделать алгоритмы машинного обучения более понятными и подходящими для различных приложений умного города.

Литература

1. Аксенов М. А., Казарновский В. А. Система "умный дом" для коттеджного дома // *Аллея науки*. 2019. Т. 2. № 2 (29). С. 191-194.
2. Герасимова Ю. С., Шайтура С. В. Москва – умный город // *Славянский форум*. 2018. № 1 (19). С. 197-202.
3. Гордюшина О. С., Кувшинова О. А. Концепция умного дома // *Форум молодых ученых*. 2019. № 2 (30). С. 540-545.
4. Данилова М. А., Долгачева Е. О. Интеллектуальное управление домом. "Умный дом" // *Фотинские чтения*. 2018. № 1 (9). С. 209-212.
5. Касатиков Н. Н., Фадеева А. Д., Брехов О. М., Цибин А. В., Белоногова Е. А. Практическое создание системы для составления данных устройств Интернет-вещей // *Авиация и космонавтика: тезисы XX Международной конференции (Москва, 22-26 ноября 2021 г.)*. М.: Перо, 2021. С. 220-221.
6. Макаров А. Д., Хисматулина З. С., Хованская Ю. С., Якимов Р. А., Денисов Е. С. Облачная система обработки данных для системы мониторинга энергопотребления // *Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции (Чебоксары, 05 июня 2020 г.)*. Чебоксары, 2020. С. 323-325.
7. Панфилов И. А. Актуальность использования системы "умный дом" в России // *Вестник науки*. 2019. Т. 1. № 7 (15). С. 133-137.
8. Шайтура С. В., Замятин П. А., Белю Л. П., Султаева Н. Л. Совокупная стоимость владения решениями на базе технологии "интернет вещей" // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 2. С. 124-133.
9. Шацкий В. А., Бабайцев А. В., Никонорова Л. И. Интеллектуальная система "умный дом" // *Наука и Образование*. 2020. Т. 3. № 4. С. 73.
10. Al-Turjman F., Malekloo A. Smart parking in IoT-enabled cities: A survey. *Sustainable Cities and Society*. 2019, 49.
11. Casilari E., Lora-rivera R., García-lagos F. A study on the application of convolutional neural networks to fall detection evaluated with multiple public datasets. *Sensors* 2020. 20(5):1466.
12. Dutta J., Chowdhury C., Roy S., Middya A. I., Gazi, F. Towards smart city: Sensing air quality in city based on opportunistic crowd-sensing. *Proceedings of the 18th International Conference on Distributed Computing and Networking*. 2017. No. 42. Pp. 1-6.
13. Haverkort B. R., Zimmermann A. Smart Industry: How ICT Will Change the Game! *IEEE Internet Comput.* 2017. 21(1). Pp. 8-10.
14. Lele A. Internet of things (IoT). *Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2019. 132: 187-195.
15. Rahman A., Hossain M. S., Alrajeh N. A., Guizani N. B5G and explainable deep learning assisted healthcare vertical at the edge: COVID-19 Perspective. *IEEE Network PP (99)*. Pp. 1-8.
16. Rahnemoonfar M., Sheppard C. Deep count: Fruit counting based on deep simulated learning. *Sensors* 2017. 17(4).
17. Risteska S. B., Trivodaliev K. A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production*. 2017. 140. Pp. 1454-1464.
18. Rojek I., Studzinski J. Detection and localization of water leaks in water nets supported by an ICT system with artificial intelligence methods as a way forward for smart cities. *Sustainability*. 2019. 11(2):518.
19. Saini A., Malik A. Routing in internet of things: A survey. *Commun. Comput. Syst.* 2017. 1. 855-860.
20. Shaitura S. V., Feoktistova F. M., Miniatyeva A. M., Olenev L. A., Chulkov V. O., Kozhaev Y. P. Spatial geomarketing powered by big data. *Revista Turismo Estudos & Práticas*. 2020. No. S5. P. 13.
21. Thakker D., Mishra B., Abdullatif A., Mazumdar S. Explainable artificial intelligence for developing smart cities solutions. *Smart Cities*. 2020. 3(4). Pp. 1353-1382.

References

1. Akseonov M. A., Kazarnovskiy V. A. The smart house system for a cottage house. *Alleya nauki* [Alley of Science]. 2019. Vol. 2. No. 2 (29). Pp. 191-194. (In Russian)
2. Gerasimova Yu. S., Shaytura S. V. Moscow is a smart city. *Slavyanskiy forum* [Slavic Forum]. 2018. No. 1 (19). Pp. 197-202. (In Russian)
3. Gordyushina O. S., Kuvshinova O. A. The concept of a smart home. *Forum molodykh uchenykh* [Forum of Young Scientists]. 2019. No. 2 (30). Pp. 540-545. (In Russian)
4. Danilova M. A., Dolgacheva E. O. Intelligent home control. *Fotinskie chteniya* [Fotin Readings]. 2018. No. 1 (9). Pp. 209-212. (In Russian)
5. Kasatnikov N. N., Fadeeva A. D., Brekhov O. M., Tsibin A. V., Belonogova E. A. Practical creation of a system for compiling these devices of the Internet of Things. *Aviatsiya i kosmonavtika: Tезисы XX Mezhdunarodnoy konferentsii (Moskva, 22–26 noyabrya 2021 g.)* [Aviation and Cosmonautics: Abstracts of the 20th International Conference (Moscow, November 22-26, 2021)]. Moscow, Pero Publ., 2021. Pp. 220-221. (In Russian)
6. Makarov A. D., Khismatulina Z. S., Khovanskaya Yu. S., Yakimov R. A., Denisov E. S. Cloud data processing system for the energy consumption monitoring system. *Informatsionnye tekhnologii v elektrotekhnike i elektroenergetike: materialy XII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy*

konferentsii (Cheboksary, 05 iyunya 2020 g.) [Information Technologies in Electrical Engineering and Electric Power Industry: Proceedings of the 12th All-Russian Scientific and Technical Conference (Cheboksary, June 05, 2020)]. Cheboksary, 2020. Pp. 323-325. (In Russian)

7. Panfilov I. A. The relevance of smart house system using in Russia. *Vestnik nauki* [Bulletin of Science]. 2019. Vol. 1. No. 7 (15). Pp. 133-137. (In Russian)

8. Shaytura S. V., Zamyatin P. A., Belyu L. P., Sulstaeva N. L. The total cost of solutions ownership based on the Internet of things technology. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Journal of Kursk State Agricultural Academy]. 2021. No. 2. Pp. 124-133. (In Russian)

9. Shatskiy V. A., Babaytsev A. V., Nikonorova L. I. Intelligent smart house system. *Nauka i Obrazovanie* [Science and Education]. 2020. Vol. 3. No. 4. P. 73. (In Russian)

10. Al-Turjman F., Malekloo A. Smart parking in IoT-enabled cities: A survey. *Sustainable Cities and Society*. 2019, 49.

11. Casilari E., Lora-rivera R., García-lagos F. A study on the application of convolutional neural networks to fall detection evaluated with multiple public datasets. *Sensors* 2020. 20(5):1466.

12. Dutta J., Chowdhury C., Roy S., Midya A. I., Gazi, F. Towards smart city: Sensing air quality in city based on opportunistic crowd-sensing. *Proceedings of the 18th International Conference on Distributed Computing and Networking*. 2017. No. 42. Pp. 1-6.

13. Haverkort B. R., Zimmermann A. Smart Industry: How ICT Will Change the Game! *IEEE Internet Comput*. 2017. 21(1). Pp. 8-10.

14. Lele A. Internet of things (IoT). *Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2019. 132: 187-195.

15. Rahman A., Hossain M. S., Alrajeh N. A., Guizani N. B5G and explainable deep learning assisted healthcare vertical at the edge: COVID-19 Perspective. *IEEE Network PP* (99). Pp. 1-8.

16. Rahnemoonfar M., Sheppard C. Deep count: Fruit counting based on deep simulated learning. *Sensors* 2017. 17(4).

17. Risteska S. B., Trivodaliev K. A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production*. 2017. 140. Pp. 1454-1464.

18. Rojek I., Studzinski J. Detection and localization of water leaks in water nets supported by an ICT system with artificial intelligence methods as a way forward for smart cities. *Sustainability*. 2019. 11(2):518.

19. Saini A., Malik A. Routing in internet of things: A survey. *Commun. Comput. Syst*. 2017. 1. 855-860.

20. Shaitura S. V., Feoktistova F. M., Minitaeva A. M., Olenev L. A., Chulkov V. O., Kozhaev Y. P. Spatial geomarketing powered by big data. *Revista Turismo Estudos & Práticas*. 2020. No. S5. P. 13.

21. Thakker D., Mishra B., Abdullatif A., Mazumdar S. Explainable artificial intelligence for developing smart cities solutions. *Smart Cities*. 2020. 3(4). Pp. 1353-1382.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Касатиков Николай Николаевич, аспирант, кафедра 304 "Информатика и вычислительная техника", Московский авиационный институт, Москва, Россия, e-mail: nick925@yandex.ru

Фадеева Анна Дмитриевна, студентка, кафедра "Технология испытаний и эксплуатация", Московский авиационный институт, Москва, Россия; e-mail: abluemoon@mail.ru

Умаров Шапи Магомед-Тагирович, главный специалист, Научно-исследовательский институт точных приборов, Москва, Россия; преподаватель кафедры фотограмметрии, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия; e-mail: shapi0890@mail.ru

Брехов Олег Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой 304 "Информатика и вычислительная техника", Московский авиационный институт, Москва, Россия; e-mail: obrekhov@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Nikolay N. Kasatikov, Ph.D. student, Moscow Aviation Institute, Department 304 "Computer Science and Computer Engineering", Moscow, Russia; e-mail: nick925@yandex.ru

Anna D. Fadeeva, student, Department of Testing Technology and Operation, Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia; e-mail: abluemoon@mail.ru

Shapi M. Umarov, Chief Specialist, Research Institute of Precision Instruments, Moscow, Russia; Lecturer, Department of Photogrammetry, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; e-mail: shapi0890@mail.ru

Oleg M. Brekhov, Doctor of Science (Engineering), Professor, Head of the Department 304 "Informatics and Computer Engineering", Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia; e-mail: obrekhov@mail.ru

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 913; 930.85; 325.11
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2- 50-60

Исторические, хозяйственные и геоэкологические особенности заселения пойменных территорий долины реки Кумы в XVIII-XIX веках

© 2022 Мишвелов Е. Г.¹, Колесникова М. Е.¹,
Атаев З. В.^{2,3,4}, Корниенко А. И.¹

¹ Северо-Кавказский федеральный университет
Ставрополь, Россия; e-mail: mishvelov@mail.ru;
kolesnikovam2017@mail.ru; artem_k_o1@mail.ru

² Дагестанский государственный педагогический университет
Махачкала, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

³ Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН
Махачкала, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

⁴ Кабардино-Балкарский научный центр РАН
Нальчик, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

Резюме. Цель. Анализ исторических, хозяйственных и геоэкологических особенностей заселения пойменных территорий долин степных рек как основных векторов цивилизационного развития Центрального Предкавказья на примере р. Кумы. **Материалы и методы.** Использовались топографические карты и космоснимки местности. Обработка снимков осуществлялась в программе ArcGIS 10.1. Используются фондовые и архивные материалы, данные с официальных сайтов административных районов Ставрополья. **Результаты.** Пойменные территории долины р. Кумы начали осваиваться российскими поселенцами в XVIII-XIX вв. выходцами в основном из Воронежской, Курской, Орловской, Черниговской и Харьковской губерний России. Населенные пункты создавались по берегам реки в среднем на расстоянии 14,5 км друг от друга, что исходно создавало комфортные транспортные коммуникационные условия для населения. Суммарная численность населения изученной территории на начало XX в. составляла примерно 132 000 чел., при этом плотность на 1 км реки достигала 500 чел., тогда как на современном этапе 180 000 и 681 чел., соответственно. Основным родом деятельности первопоселенцев являлось растениеводство (пшеница, лен, просо, рожь, овес и ячмень) и скотоводство. Урожайность важнейшей сельскохозяйственной культуры – пшеницы достигала 5-6 ц/га. Важнейшими составляющими комфортных условий для поселенцев выступали природно-климатические факторы, наличие плодородных разновидностей каштановых почв, свободный доступ к пресной воде для питьевых и хозяйственных целей, наличие пойменных лесов для нужд строительства и топливного материала. Ограничениями расселения выступали засухи, вредители, болезни населения, в т. ч. связанные с качеством воды, разливы реки при наводнениях, половодьях, дождевых паводках, а также набеги горцев и разбойников. **Выводы.** Исторические, хозяйственные и геоэкологические особенности заселения пойменных территорий долин степных рек, в т. ч. р. Кумы, в период XVIII-XIX вв. могут быть отмечены как благоприятные для цивилизационного развития Центрального Предкавказья.

Ключевые слова: первопоселенцы, пойма, река, история, хозяйственная деятельность, геоэкологические факторы.

Формат цитирования: Мишвелов Е. Г., Колесникова М. Е., Атаев З. В., Корниенко А. И. Исторические, хозяйственные и геоэкологические особенности заселения пойменных территорий долины реки Кумы в XVIII-XIX веках // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 50-60. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-50-60

Historical, Economic and Geoecological Features of the Floodplain Areas Settlement in the Kuma River Valley in 18-19th Centuries

© 2022 Evgeny G. Mishvelov¹, Marina E. Kolesnikova¹,
Zagir V. Ataev^{2, 3, 4}, Artem I. Kornienko¹

¹ North Caucasus Federal University
Stavropol, Russia; e-mail: mishvelov@mail.ru;
kolesnikovam2017@mail.ru; artem_k_o1@mail.ru

² Dagestan State Pedagogical University
Makhachkala, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

³ Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Makhachkala, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

⁴ Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Nalchik, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

ABSTRACT. The aim is to analyze the historical, economic and geoecological features of floodplain areas settlement of steppe river valleys as the main vectors of civilizational development in the Central Ciscaucasia on the example of the Kuma River. **Materials and methods.** Topographic maps and satellite images of the area were used. The images were processed in the ArcGIS 10.1 program. Stock and archival materials, data from the official websites of Stavropol administrative districts were used. **Results.** The floodplain territories of the Kuma River valley began to be developed by Russian settlers in the 18-19th centuries, mainly from the Voronezh, Kursk, Oryol, Chernihiv and Kharkiv provinces of Russia. Settlements were created along the river banks at an average distance of 14.5 km from each other, which initially created comfortable transport and communication conditions for the population. The total population of the studied territory at the beginning of the 20th century was approximately 132,000 people, while the density per 1 km of the river reached 500 people, whereas at the present stage 180,000 and 681 people, respectively. The main activity of the first settlers was crop production (wheat, flax, millet, rye, oats and barley) and cattle breeding. The yield of the most important agricultural crop, wheat, reached 5-6 kg/ha. The most important components of comfortable conditions for the settlers were natural and climatic factors, the fertile varieties of chestnut soils, free access to fresh water for drinking and economic purposes, the floodplain forests for the needs of construction and fuel material. Restrictions on settlement were droughts, pests, diseases of the population, including those related to water quality, river flooding during floods, rain floods, as well as raids by mountaineers and robbers. **Conclusions.** Historical, economic and geoecological features of the floodplain areas settlement of steppe river valleys, including the Kuma River, for the period from the 18th to the 19th centuries can be noted as favorable for the civilizational development in the Central Ciscaucasia.

Keywords: first settlers, floodplain, river, history, economic activity, geoecological factors.

For citation: Mishvelov E. G., Kolesnikova M. E., Ataev Z. V., Kornienko A. I. Historical, Economic and Geoecological Features of the Floodplain Areas Settlement in the Kuma River Valley in 18-19th Centuries. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 50-60 DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-50-60 (In Russian)

Введение

На территории России насчитывается до 3 млн водотоков, если не считать родников и ручьев. На территории Центрального Предкавказья, в основном занимаемом Ставропольским краем, количество рек достаточно скромное – 225 [25]. Речная гидрографическая сеть Ставрополья имеет свою специфику, край разделен на две части водоразделом Азово-Черноморского и

Каспийского бассейнов. Отмеченные бассейны края, в особенности Каспийский, в силу природных особенностей исходно отличались достаточно низкой водностью, что на период с XVIII по середину XX в. сдерживало социально-экономическое развитие региона.

Только с середины XX века в Ставропольском крае и в целом на Европейском юге России решается проблема гарантиро-

ванного запаса воды, когда для покрытия водного дефицита были организованы межбассейновые переброски. Кубанская вода после перерегулирования в Кубанском водохранилище стала подаваться водопотребителям в бассейны рр. Кума и Калаус по магистралям Большого Ставропольского канала и в бассейны рр. Егорлык, Калаус и Западный Маныч – по Невинномысскому и Право-Егорлыкскому каналам. Терская вода стала попадать в бассейны рр. Кума и Восточный Маныч по Терско-Кумскому и Кумо-Манычскому каналам. Объем ежегодной переброски водных ресурсов стал составлять 2,5-3 млрд м³ воды, что в основном решало проблему природного дефицита территорий в воде. Основными источниками водозабора государственных водохозяйственных систем в крае и по сегодняшний день продолжают оставаться рр. Кубань и Терек [3]. Современные климатические изменения в Центральном Предкавказье и снижение водности рек, несомненно, актуализируют тематику ретроспективного анализа векторов цивилизационного развития территории [2; 10].

Материал и методы исследования

Для выполнения данной работе использовались снимки с сайта Геологической

службы США, а также топографические карты различного масштаба ряда. Обработка снимков осуществлялась в программном комплексе ArcGIS 10.1. Используются также фондовые и архивные материалы различных организаций, в т. ч. фонды Ставропольского государственного историко-культурного и природно-ландшафтного музея-заповедника имени Г. Н. Прозрителева и Г. К. Пправе [26], Западно-Каспийского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов [15] и др.

Результаты и их обсуждение

Территориальные векторы цивилизационного развития обсуждаемого региона исторически во многом связаны с поймами рек, в первую очередь рр. Кубань, Терек и Кума [4; 5; 8; 9; 11; 13-16; 19].

В настоящей работе в качестве модельного объекта выбрана в основном пойменная часть равнинного участка территорий бассейна р. Кумы частично провинции предгорных степных и лесостепных ландшафтов и в основном провинции полупустынных ландшафтов (71 %) [20], где к настоящему времени расположены 3 района: Георгиевский городской, Советский городской и Буденновский муниципальный (рис. 1).

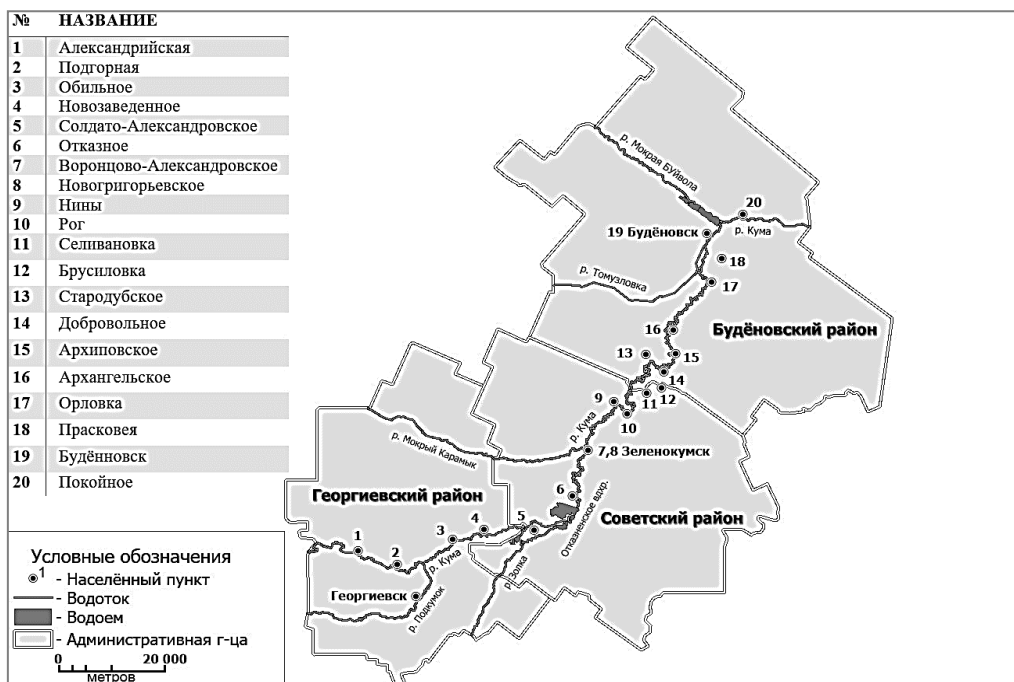


Рис. 1. Административная карта Георгиевского, Советского и Буденновского районов (населенные пункты по долине р. Кума)

Fig. 1. Administrative map of Georgievsky, Sovetsky and Budennovsky Districts (settlements along the Kuma River valley)

Таблица. Данные о населенных пунктах* по долине р. Кумы начала XIX века [14; 16]
 Table. Data on settlements* in the valley of the Kuma River from the beginning of the 19th century

Населенный пункт* (современное название)	Год образования	Протяженность реки в населенном пункте, км (современная)	Население (современная численность, 2012 г.)	Вода для питья и хозяйственного использования	Леса, дес. (десятин)	Мосты	Мельницы водяные
1) стан. Александрийская	1783	13,04	6 013 (11 761)	р. Кума	–	–	–
2) стан. Подгорная	1754	6,86	4 243 (5 892)	р. Кума	–	–	–
3) с. Обильное	1784	5,97	8 583 (6 377)	р. Кума, колодцы	1400 дес. примыкает с восточной стороны	–	5
4) с. Новозаведенное	1784	8,96	6 173 (5 057)	р. Кума	1087 дес.	1	3
5) с. Солдато-Александровское	1778	10,17	7 722 (9 516)	р. Кума	2735 дес.	1	3
6) с. Отказное	1784	9,43	10 200 (3 018)	р. Кума (старица)	До возникновения – сплошной лес (на 1911 г. – 483 дес.)	1	3
7) с. Воронцово-Александровское (г. Зеленокумск)	1781	14,6	15 674 (33 738)	р. Кума, колодцы (старицы)	До возникновения – сплошной лес (на 1911 г. – 281 дес.)	2	6
8) с. Новогригорьевское (г. Зеленокумск)	1781	14,6	9 368 (см. выше)	р. Кума, колодцы	на 1911 г. – 800 дес.	См. выше	5
9) с. Нины	1786	10,3	6 601 (4 121)	р. Кума, колодцы	Сплошной лес (по 10 верст в обе стороны от села)	Паром до основания	5
10) хут. Рог	1925	0,8	626 (256)	р. Кума	–	–	–
11) п. Селивановка (Петерсталь)	1903	–	212 (663)	Старица р. Кумы	–	–	–
12) п. Брусиловка (Либенталь)	1909	–	317 (6)	Старица р. Кумы	–	–	–
13) с. Стародубское	1773	3,77	2 388 (4 324)	р. Кума (старица)	66 дес.	–	5
14) с. Добровольное	1882	1,52	1 027* (345)	р. Кума, устье старицы	–	–	–
15) с. Архиповское (Башкирка)	1882	8,39	773 (1 013)	р. Кума	455 дес.	–	1
16) с. Архангельское (Цыгановка)	1840	16,7	10 503 (4 891)	р. Кума	отсутствует	–	2
17) Орловка	1847	3,1	3 414 (3 241)	р. Кума	–	–	–
18) с. Прасковья	1781	–	13 724 (10 724)	Канавы, проведенная из р. Кумы	150 дес.	–	9
19) г. Буденновск (г. Святой Крест)	1795	6,33	15 100 (64 676)	р. Кума	отсутствует	–	1
20) с. Покойное	1766	7,13	8 738 (8 980)	р. Кума	711 дес.	–	8
Итого	–	120	131 399 (178 599)	–	7368 дес.	5	56

* г. Георгиевск и с. Краснокумское не были учтены по причине их изначального положения на р. Подкумок – символ означает отсутствие информации

Изученные территории, на которых водоток может быть охарактеризован как равнинная река (высоты до 300-500 м над уровнем моря и небольшие уклоны – $\leq 6\%$ [18]), начали осваиваться российскими поселенцами в XVIII-XIX вв. [7; 14; 16].

Данные представленной таблицы позволяют проанализировать первоначальные и сравнить с современными особенностями природного состояния, хозяйственного освоения и использования пойменных земель для населенных пунктов, расположенных непосредственно на берегах р. Кумы или ее старицах. В настоящее время на берегах р. Кумы для отмеченных районов расположены 20 населенных пунктов. Расстояние между первым и по-

следним по прямой составляет 94 км, тогда как расстояние по руслу реки в связи с ее высоким уровнем меандрирования (коэффициент меандрирования 2,8) – 264 км. При этом расстояние между двумя рядом расположенными пунктами по реке в среднем составляет 14,5 км, что исходно создавало комфортные транспортные коммуникационные условия для населения. Половина из поселений была основана в XVIII в. Суммарная численность населения изученной территории на начало XX в. составляла примерно 132 000 человек, при этом плотность на 1 км реки достигала 500 чел., тогда как на современном этапе составляют соответственно 180 000 и 681 чел. (рис. 2).

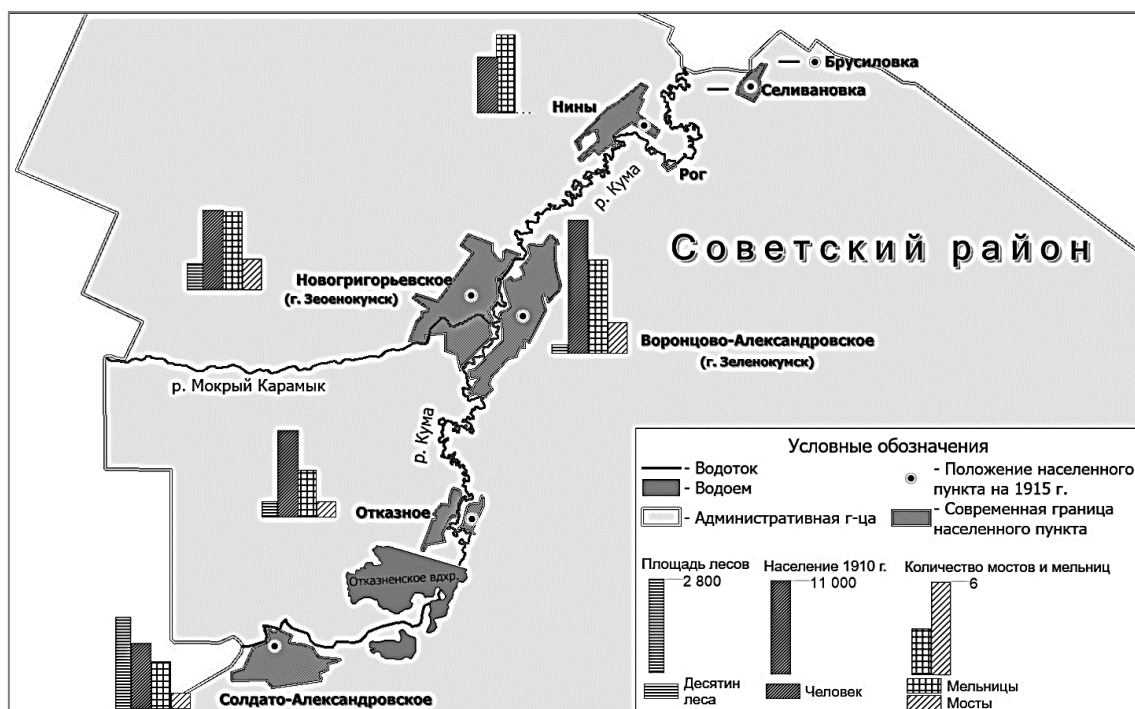


Рис. 2. Характеристика населенных пунктов Советского района Ставропольского края
Fig. 2. Characteristics of settlements in the Sovetsky District of the Stavropol Territory

Наиболее древним из известных населенных пунктов, пожалуй, следует считать Маджар (ныне г. Буденновск). Маджар возник в XIII-XIV вв. в устье р. Мокрая Буйвола (приток р. Кума) и считался крупнейшим городом Золотой Орды на Северном Кавказе. Известный марокканский путешественник Ибн-Баттута описывал Маджар как «город на большой реке, с садами и обильными плодами» [17, с. 287]. В конце XVIII в. первые русские переселенцы застали руины этого города.

Заселение долины р. Кума в XVIII-XIX вв. происходило выходцами в основном из Воронежской, Курской, Орловской, Черниговской и Харьковской губерний России и, по мнению ряда историков [8], было связано со следующими основными причинами: во-первых, государственная политика по освоению Кавказа, во-вторых, благоприятные для традиционного зернового хозяйства природно-климатические условия и, что немаловажно, круглогодичный нелимитированный доступ к пресной воде. Можно отметить, что в этот же пери-

од и по берегам притоков р. Кумы создается множество населенных пунктов.

Сейчас сток р. Кумы зарегулирован Отказненским водохранилищем и имеет искусственную гидрологическую связь с рр. Кубань и Терек. В старину долина р. Кумы во время весенне-летнего паводка сильно затапливалась. В XIX в. было зафиксировано несколько крупных наводнений в Среднем и в Нижнем Прикумье, вызванных отсутствием стока в Каспийское море и наличием множества плотин [12]. В различных источниках отмечают, как периодически подтапливались пойменные земли, расположенные ниже с. Солдато-Александровское. Для территорий поймы р. Кумы для с. Прасковей и с. Покойное А. Семилуцкий упоминает наводнение 1845 г., автор сообщает, что в 1851 г. затоплено «...до 80 мельниц, виноградные сады и огороды», в 1887 г. «...в селе Прасковей разрушила (ред. вода) до 200 домов... Каждое наводнение приносит крестьянам убытки на сотни тысяч рублей» [12, с. 271-272].

При этом основным родом деятельности первопоселенцев на осваиваемых территориях являлось, конечно же, растениеводство (пшеница, лен, просо, рожь, овес и ячмень) и скотоводство. В пойме р. Кумы были также развиты садоводство и виноградарство. Урожайность важнейшей сельскохозяйственной культуры – пшеницы достигала 5-6 ц/га [7; 15]. Для сравнения, в 2020 г. в Советском районе при использовании передовых агротехнологий урожайность составила 23,2 ц/га [23].

Важнейшим природным ресурсом для российских переселенцев в новых местах, наряду с плодородными разновидностями каштановых почв, являлся лес. На первоначальный период заселения долины р. Кумы ее берега были большей частью покрыты пойменными лесами. Так, по данным справочника по Ставропольской епархии [14], территории современного г. Зеленокумска и с. Отказное были сплошь покрыты лесом, а для расположенного в лесу с. Нины отмечено, что лес в обе стороны от села тянется по 10 верст. В упомянутом справочнике зафиксировано присутствие весьма достаточных для населения площадей леса, по крайней мере, в десятке населенных пунктов по реке (табл.). По данным Н. Е. Шевченко и В. Н. Белоуса, пойменные леса равнинной части р. Кумы представлены в основном видами *Carpinus*

caucasica, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Acer campestre*, *Ulmus suberosa*, *Ulmus glabra* и *Fraxinus excelsior*, а также нанофанерофитами родов *Populus* и *Salix* [22]. Лес создавал не только благоприятный микроклимат, но и главным образом служил для населения подходящим строительным материалом и обеспечивал топливом. Так, в с. Нины Покровская церковь (1797 г.) была полностью построена из местного дуба. Небольшие деревянные церкви строились и в других населенных пунктах. Наличие в составе леса древесных пород рода *Salix*, в т. ч. *Salix alba* [21], в изобилии произрастающих на берегах реки, в том же с. Нины привело к развитию лозоплетения и торговли плетеными изделиями. Следует отметить, что в целом для России этого периода лозоплетение получило огромное развитие. К 1913 г. плетением занимались 37 тыс. кустарей в 17 губерниях, а в 1920 г. был выпущен каталог, который предлагал тщательно разработанные формы кресел, столов, книжных полок, утвари и пр. [24]. Автор справочника по Ставропольской епархии [14] пишет, что «ясли, корзинки и плетни» были хорошо известны далеко за пределами села Нины и составляли предмет бойкой торговли местного населения: «Ясли, корзинки и плетни для телег развозятся производителями по безлесным селам губерний и также зачастую обмениваются на хлебы за ясли средней величины, обыкновенно, берут от 3-х до 5-ти мер».

Водоснабжение населения периода освоения изученных территорий для питьевых целей, поения скота и хозяйственных целей осуществлялось главным образом из р. Кумы, что могло иметь периодические негативные последствия для человека в связи с эпизодическим загрязнением реки, в т. ч. бытовыми и животноводческими отходами, отходами кожевенного и скорняжного производства. В то же время значительное число населенных пунктов для питьевых целей пользовались колодцами, например, в с. Нины, как отмечается в справочнике по Ставропольской епархии [14], колодцы были на каждой улице. В других населенных пунктах колодцы использовались в основном для поения животных, огородничества и садоводства, что могло быть связано с качеством воды. Население повсеместно также использовало родники и артезианские скважины (рис. 3).



Рис. 3. Артезианский колодец и три конные повозки с бочками для перевозки воды.

Город Святой Крест (Будённовск), Ставропольская губерния (нач. XX в.) [26]

*Fig. 3. An artesian well and three horse-drawn carts with barrels for water transporting.
Holy Cross city (Budennovsk), Stavropol province (early 20th century) [26]*

В Среднем Прикумье запасы грунтовых вод небольшие [13, с. 85]. Поэтому сюда проведены Большой Ставропольский и Терско-Кумский каналы. В конце XIX в. жители г. Святой Крест использовали воду из Кумы [27, с. 221]. Еще в конце XIX в. с. Покойное страдало от нехватки воды. Попытки вырыть колодцы на глубину 25 саж. оказывались безуспешными [12, с. 270]. В начале XX в. в Прасковейском уезде Ставропольской губернии было пробурено наибольшее количество артезианских скважин [1, с. 4; 12; 20].

На р. Куме первооселенцы создавали такие необходимые для полноценной хозяйственной деятельности инженерные сооружения, как мосты и водяные мельницы. Одновременно с заселением жители сел, в первую очередь, соседних с г. Святой Крест, активно сооружали оросительные и дренажные каналы для своих садов и виноградников. Мельницы ставили при каналах и руслах р. Кумы [6, с. 1-16].

Такие объекты капитального строительства как мосты отмечаются на начало XIX в. для 5 населенных пунктов, водяные мельницы – в 13 поселениях, только в с. Воронцово-Александровское их было 6. Мельницы (рис. 4) играли видную роль в жизни поселенцев, поскольку позволяли получать продукты глубокой переработки зерна, существенно увеличивая при этом

экономическую эффективность системы зерноводческой деятельности.

Период с XVIII по XIX в. для населения сел, станиц и хуторов долины р. Кумы отличался определенными угрозами природного и антропогенного генезиса. В этой череде на первое место можно поставить неурожайные по причине погоды и вредителей годы, далее болезни населения, в т. ч. связанные с качеством воды, затем – разливы реки при наводнениях, половодьях, дождевых паводках, а также набеги горцев и разбойников, использовавших пойменные леса для скрытых подходов. Из мер противодействия нападениям примечателен Указ гражданского губернатора от 20 августа 1813 г., в котором «...предписывалось георгиевскому земскому суду подтвердить всем жителям прикумских сел, чтобы они, отправляясь на полевые работы, брали с собою заряженными ружья и насаживали на дерево косу или пику, чтобы... могли отражать (ред. – нападение) и чтобы непременно возвращались с поля к 8 часам вечера». В Распоряжении областного начальника Я. Вильямина от 14 мая 1828 г. № 1564, более того, напрямую указывалось: «...позволяется поселянам убивать их (ред. – разбойников) из ружей и не опасаться никакой ответственности» [12].



А

Рис. 4. Мельницы. А) "Волобуева мельница" (Ночной пейзаж) (окрестности г. Ставрополь). Рисунок М. Ю. Лермонтова. Тушь. 1837 г.; Б) "Волобуева мельница" (окрестности г. Ставрополь). Рисунок М. Ю. Лермонтова. Карандаш. 1837 г.

Fig. 4. Mills. А) "Volobueva mill" (Night landscape) (surroundings of Stavropol). Drawing by Mikhail Lermontov. Ink. 1837; Б) "Volobueva mill" (surroundings of Stavropol). Drawing by Mikhail Lermontov. Pencil. 1837.



Б

Заключение

Таким образом, территориальный вектор заселения и цивилизационного развития Центрального Предкавказья в XVIII–XIX вв. исторически во многом связан с поймами рек, в первую очередь рр. Кубань, Терек и Кума, что в основном обуславливалось государственной политикой по освоению Кавказа и благоприятными для традиционного зернового хозяйства почвенными и природно-климатическими условиями. Важнейшим обстоятельством при этом выступал круглогодичный нелимитированный доступ к пресной воде. Для современных Георгиевского, Советского городских округов и Буденновского муниципального округа исторически освоение и развитие территорий связано в основном с поселениями по р. Куме и ее притокам. Поселения традиционно создавались на расстоянии дневного перехода (не более 20–28 км) друг от друга, тем самым обеспечивая удобную коммуникационную доступность. Практически все населенные пункты, созданные поселенцами более 200 лет назад, существуют и ныне, характер

основной деятельности по-прежнему – растениеводство и животноводство. В настоящее время численность населения снизилась в половине проанализированных населенных пунктов, в остальных увеличилась незначительно, а в г. Зеленокумске и г. Буденновске увеличилась в 2 и 4 раза соответственно.

Основным родом деятельности первопоселенцев являлось растениеводство (шпеница, лен, просо, рожь, овес и ячмень) и скотоводство, также развивались промыслы, деревообработка, скорняжное и кожевенное производства. Глубокая переработка зерна на водяных мельницах позволяла значительно увеличивать экономическую эффективность системы зерноводческой деятельности.

В XVIII – XIX вв. для населения сел, станиц и хуторов долины р. Кумы важнейшими угрозами, сдерживающими развитие, могут быть названы неурожайные по причине погоды и вредителей годы, болезни населения, разливы реки при наводнениях, половодьях, дождевых паводках, а также набеги горцев и разбойников.

Литература

1. Агеев В. Артезианские колодцы Ставропольской губернии // Сборник сведений о Северном Кавказе. Т. 3. / под ред. Г. Н. Прозрителева. Ставрополь: типо-литогр. Т. М. Тимофеева, 1909. 498 с.
2. Бадахова Г. Х., Байрамкулова Б. О., Гаджимурадова З. М., Джандубаева Т. З. Мониторинг современных климатических изменений на территории Предкавказья // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2013. № 2. С. 1-6.
3. Блохин Н. Ф., Блохина Т. И. Водные ресурсы Ставрополя. Ставрополь: Департамент «Ставрополькрайводхоз», 2001. 286 с.
4. Витько Е. В. История освоения и развития сельскохозяйственных ландшафтов Ставропольского края: дис. ... канд. геогр. наук. Ставрополь, 2003. 190 с.
5. Военно-статистическое обозрение Российской империи. Т. XVI, ч. 1. Ставропольская губерния. СПб, 1851. 274 с.
6. Давыдов И. Исследование режима реки Кумы в Ставропольской губернии // Сборник сведений о Северном Кавказе. Т. 7. Ставрополь: Типография губернского правления, 1912. С. 1-17.
7. Диброва Г. С. История изучения природных условий и ресурсов Предкавказья в связи с хозяйственным освоением территории: дисс. ... канд. геогр. наук. М., 1974. 181 с.
8. Край наш Ставрополье: Очерки истории / науч. ред. проф. Д. В. Кочура, проф. В. П. Невская. Ставрополь: Шат-гора, 1999. 525 с.
9. Мелиоративная энциклопедия: в 3-х т. Т. 3. / Сост. Б. С. Маслов. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. 440 с.
10. Мишвелов Е. Г., Бакуменко И. А. Изучение температурного режима поверхности Новотроицкого водохранилища по данным дистанционного зондирования и оценка его влияния на рост и развитие рыб // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. № 3. С. 150-158.
11. Сборник сведений о Северном Кавказе: (Материалы исторические, географические, этнографические, статистические, экономические и пр.): в 11 т. Т. 5. Списки населенных мест Ставропольской губернии (по данным 1909 года). Ставрополь: [б. и.], 1911. 182 с.
12. Семилуцкий А. Село Покойное Ставропольской губернии Новогригорьевского уезда // Сборник материалов для описания местностей и племен Кавказа. Тифлис, 1897. Вып. 23. С. 253-356.
13. Списки населенных мест Российской империи, составленные и издаваемые Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел. Т. 61: Ставропольская губерния. / сост. И. В. Бентовский. Ставрополь: Ставроп. губ. стат. ком., 1874. 158 с.
14. Справочник по Ставропольской епархии (обзор городов, сел, станиц и хуторов Ставропольской губернии и Кубанской области) / сост. свящ. Н. Т. Михайлов. Екатеринодар: тип. Кубан. обл. правл., 1910. 501 с.
15. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна рек Каспийского моря междуречья Терека и Волги. Книга 2. Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна. М.: Регион-ГидроПроект, 2013. 68 с.
16. Твалчрелидзе А. Ставропольская губерния в статистическом, географическом, историческом и сельскохозяйственном отношении. Ставрополь: типография М. Н. Корицкого, 1897. 743 с.
17. Тизенгаузен В. Г. Сборник материалов, относящихся к истории Золотой Орды. Т. 1. Извлечения из сочинений арабских. СПб: изд. на иждивение гр. С. Г. Строганова, 1884. 564 с.
18. Чебанова Е. Ф., Приходько И. А. Гидрология: метод. рекомендации. Краснодар: КубГАУ, 2018. 69 с.
19. Шалалыгин Ю. И. Исследование и начало освоения Центрального Предкавказья в XVIII – начале XIX вв.: дис. ... канд. ист. наук. Пятигорск, 2005. 229 с.
20. Шальнев В. А., Лиховид А. А., Фоминов А. А. и др. Современные ландшафты Ставропольского края / науч. ред. Ю. П. Хрусталева. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2002. 227 с.
21. Шевченко Н. Е., Белоус В. Н. Основные типы ассоциаций прирусловых лесов среднего течения реки Кумы (Ставропольский край) // Экология, кругозор, образование. 2007. № 1. С. 3-8.
22. Шевченко Н. Е., Белоус В. Н. Биоморфологический анализ флоры пойменных лесов среднего течения реки Кумы (Ставропольский край) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: VII Международная научно-практическая конференция Барнаул (21-24 октября 2008 г). Барнаул, 2008. С. 17-18.
23. ЖАТВА – 2020. Официальный Интернет-портал Советского городского округа Ставропольского края [Электронный ресурс]. URL: http://sgosk.ru/news/zhatva-2020/?sphrase_id=53571 (дата обращения: 02.06.2022).
24. Лозоплетение [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 25.06.2022).
25. Реки Ставрополя [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mpr26.ru/water/obshchaya-informatsiya> (дата обращения: 25.06.2022).
26. Фонды ГБУК «Ставропольский государственный историко-культурный и природно-ландшафтный музей-заповедник имени Г. Н. Прозрителева и Г. К. Пправе» [Электронный ресурс]. URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?q=Артезианский%20колодец&museumIds=1530&imageExists=null> (дата обращения: 25.06.2022).

References

1. Ageev V. Artesian wells in the Stavropol province. *Sbornik svedeniy o Severnom Kavkaze. T. 3* [Collection of Information About the North Caucasus. Vol. 3]. G. N. Prozritelev (ed.) Stavropol, T. M. Timofeev's tipo-litogr Publ., 1909. 498 p. (In Russian)
2. Badakhova G. Kh., Bayramkulova B. O., Gdzhimuradova Z. M., Dzhandubaeva T. Z. Monitoring of current climate changes in the territory of the Ciscaucasia. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences]. 2013. No. 2. Pp. 1-6. (In Russian)
3. Blokhin N. F., Blokhina T. I. *Vodnye resursy Stavropol'ya* [Water Resources of the Stavropol Region]. Stavropol, Stavropolkrayvodkhoz Department Publ., 2001. 286 p. (In Russian)
4. Vit'ko E. V. *Istoriya osvoeniya i razvitiya sel'skokhozyaystvennykh landshaftov Stavropol'skogo kraja: dis. ... kand. geogr. nauk* [The History of the Agricultural Landscapes Development in the Stavropol Territory: Ph.D. thesis (Geography)]. Stavropol, 2003. 190 p. (In Russian)
5. *Voenno-statisticheskoe obozrenie Rossiyskoy imperii. T. XVI, ch. 1. Stavropol'skaya guberniya* [Military Statistical Review of the Russian Empire. Vol. 16, part 1. Stavropol Province]. St. Petersburg, 1851. 274 p. (In Russian)
6. Davydov I. Study of the Kuma River regime in the Stavropol province. *Sbornik svedeniy o Severnom Kavkaze. T. 7*. [Collection of Information About the North Caucasus. Vol. 7]. Stavropol, Provincial Government Publ., 1912. Pp. 1-17. (In Russian)
7. Dibrova G. S. *Istoriya izucheniya prirodnykh usloviy i resursov Predkavkaz'ya v svyazi s khozyaystvennym osvoeniem territorii: diss. ... kand. geogr. nauk* [The History of the Study of Natural Conditions and Resources in Ciscaucasia in Connection with the Territory Economic Development: Ph.D. thesis (Geography)]. Moscow, 1974. 181 p. (In Russian)
8. Kochura D. V., Nevskaya V. P. (ed.) *Kray nash Stavropol'e: Ocherki istorii* [Stavropol Territory: Essays on History]. Stavropol, Shat-gora Publ., 1999. 525 p. (In Russian)
9. Maslov B. S. (comp.) *Meliorativnaya entsiklopediya: v 3-x t. T. 3*. [Land Reclamation Encyclopedia: in 3 vols. Vol. 3]. Moscow, FSSI Rossinformagpotex Publ., 2004. 440 p. (In Russian)
10. Mishvelov E. G., Bakumenko I. A. Study of the temperature regime of the Novotroitsk reservoir surface according to remote sensing data and assessment of its influence on the fish growth and development. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: ecology, development]. 2018. Vol. 13. No. 3. Pp. 150-158. (In Russian)
11. *Sbornik svedeniy o Severnom Kavkaze: (Materialy istoricheskie, geograficheskie, etnograficheskie, statisticheskie, ekonomicheskie i pr.): v 11 t. T. 5. Spiski naseleennykh mest Stavropol'skoy gubernii (po dannym 1909 goda)* [Collection of Information About the North Caucasus: (Historical, geographical, ethnographic, statistical, economic materials etc.): in 11 vols. Vol. 5. Lists of Settlements in the Stavropol Province (according to 1909)]. Stavropol, 1911. 182 p. (In Russian)
12. The village of Pokoynoye, Stavropol province, Novogrigorevsky District. *Sbornik materialov dlya opisaniya mestnostey i plemen Kavkaza* [Collection of Proceedings for Localities and Tribes Describing in the Caucasus]. Tiflis, 1897. Iss. 23. C. 253-356. (In Russian)
13. Bentovskiy I. V. (comp.) *Spiski naseleennykh mest Rossiyskoy imperii, sostavlennye i izdavaemye Tsentral'nym statisticheskim komitetom Ministerstva vnutrennikh del. T. 61: Stavropol'skaya guberniya* [Lists of Populated Areas of the Russian Empire Compiled and Published by the Central Statistical Committee of the Interior Ministry. Vol. 61: Stavropol Province]. Stavropol, Stavropol Provincial Statistical Committee Publ., 1874. 158 p. (In Russian)
14. Mikhaylov N. T. (comp.) *Spravochnik po Stavropol'skoy eparkhii (obzor gorodov, sel, stanits i khutorov Stavropol'skoy gubernii i Kubanskoy oblasti)* [Reference Book on the Stavropol Diocese (Overview of Cities, Villages and Farms in the Stavropol Province and Kuban Region)]. Yekaterinodar, Kuban Regional Government Publ., 1910. 501 p. (In Russian)
15. *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob'ektov basseyna rek Kaspiyskogo morya mezhdurech'ya Tereka i Volgi. Kniga 2. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya i klyucheveye problemy rechnogo basseyna* [Scheme of the Integrated Use and Protection of Water Bodies in the Rivers Basin of the Caspian Sea between the Terek and the Volga. Book 2. Assessment of the Ecological State and Key Issues of the River Basin]. Moscow, RegionHydroProject Publ., 2013. 68 p. (In Russian)
16. Tvalchrelidze A. *Stavropol'skaya guberniya v statisticheskom, geograficheskom, istoricheskom i sel'skokhozyaystvennom otnosheniyakh* [Stavropol Province in Statistical, Geographical, Historical and Agricultural Terms]. Stavropol, M. N. Koritsky's Publ., 1897. 743 p. (In Russian)
17. Tizengauzen V. G. *Sbornik materialov, odnosyashchikhsya k istorii Zolotoy Ordy. T. 1. Izvlecheniya iz sochineniy arabskikh* [Collection of Proceedings Related to the History of the Golden Horde. Vol. 1. Extracts from Arabic Writings]. St. Petersburg, S. G. Stroganov's Publ., 1884. 564 p. (In Russian)
18. Chebanova E. F., Prikhod'ko I. A. *Gidrologiya: metod. Rekomendatsii* [Hydrology: Method. Recommendations]. Krasnodar, KSAU Publ., 2018. 69 p. (In Russian)

19. Shalalygin Yu. I. *Issledovanie i nachalo osvoeniya Tsentral'nogo Predkavkaz'ya v XVIII – nachale XIX vv.: dis. ... kand. ist. nauk* [Research and the Beginning of the Development in the Central Ciscaucasia in the 18th – early 19th Centuries: Ph.D. thesis (History)]. Pyatigorsk, 2005. 229 p. (In Russian)

20. Shal'nev V. A., Likhovid A. A., Fominov A. A. et al. *Sovremennye landshafty Stavropol'skogo kraja* [Current Landscapes of the Stavropol Territory]. Yu. P. Khrustalev. (ed.) Stavropol, SSU Publ., 2002. 227 p. (In Russian)

21. Shevchenko N. E., Belous V. N. Main types of riverine forest associations in the middle course of the Kuma River (Stavropol Territory). *Ekologiya, krugozor, obrazovanie* [Ecology, Outlook, Education]. 2007. No. 1. Pp. 3-8. (In Russian)

22. Shevchenko N. E., Belous V. N. Biomorphological analysis of the floodplain forests flora in the middle reaches of the Kuma River (Stavropol Territory). *Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii: VII mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Barnaul (21-24 oktyabrya 2008 g)* [Issues of Botany in Southern Siberia and Mongolia: 7th International Scientific

and Practical Conference Barnaul (October 21-24, 2008)]. Barnaul, 2008. Pp. 17-18. (In Russian)

23. ZHATVA – 2020. *Ofitsial'nyy Internet-portal Sovetskogo gorodskogo okruga Stavropol'skogo kraja* [Harvest – 2020. Official Internet Portal of the Soviet Urban District of the Stavropol Territory]. Available at: http://sgosk.ru/news/zhatva-2020/?sphrase_id=53571 (accessed 02.06.2022). (In Russian)

24. *Lozopletenie* [Willow Weaving]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (accessed 25.06.2022). (In Russian)

25. *Reki Stavropol'ya* [Rivers in Stavropol]. Available at: <http://www.mpr26.ru/water/obshchaya-informatsiya> (accessed 25.06.2022). (In Russian)

26. *Fondy GBUK «Stavropol'skiy gosudarstvennyy istoriko-kul'turnyy i prirodno-landshaftnyy muzey-zapovednik imeni G. N. Prozriteleva i G. K. Prave»* [Funds of G. N. Prozritelev and G. K. Prave Stavropol State Historical, Cultural and Natural Landscape Museum-Reserve]. Available at: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?q=Aptезианский%20колодец&museumIds=1530&imageExists=null> (accessed 25.06.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Мишвелов Евгений Георгиевич, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования, институт наук о Земле, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: mishvelov@mail.ru

Колесникова Марина Евгеньевна, доктор исторических наук, профессор кафедры истории России, гуманитарный институт, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: kolesnikovam2017@mail.ru

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор кафедры географии и методики преподавания, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; старший научный сотрудник, институт геологии, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, Махачкала, Россия; старший научный сотрудник центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

Корниенко Артем Иванович, студент, институт наук о Земле, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: artem_k_o1@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Evgeny G. Mishvelov, Doctor of Science (Biology), Professor, Department of Ecology and Nature Management, Institute of Earth Science, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, e-mail: mishvelov@mail.ru

Marina E. Kolesnikova, Doctor of Science (History), Professor, Humanitarian Institute, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, e-mail: kolesnikovam2017@mail.ru

Zagir V. Ataev, Ph.D. (Geography), Professor, Department of Geography and Teaching Methods, Director of the Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; Senior Researcher, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia; Senior Researcher, Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

Artem I. Kornienko, Student, Institute of Earth Science, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, e-mail: artem_k_o1@mail.ru

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 528.88
DOI: 10.31161/1995-0675-2020-14-2-61-71

Анализ сохранности лесозащитных насаждений на примере Степновского муниципального округа Ставропольского края

© 2022 Полушковский Б. В., Турун П. П.,
Сутормина Э. Н., Белова А. В., Боброва И. Е.
Северо-Кавказский федеральный университет
Ставрополь, Россия; e-mail: boris_pol@rambler.ru; turun_geo61@mail.ru;
sutormina_ella@mail.ru; gis_anna@mail.ru; bo-in92@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель работы – провести оценку количественного и качественного состояния лесополос с использованием геоинформационных технологий. **Методы.** При помощи фотограмметрического и картометрического методов проанализированы данные дистанционного зондирования для восточных районов Ставропольского края (в особенности для Степновского муниципального округа). Применение геоинформационных технологий позволило оценить текущее качественное и количественное состояние лесополос. **Результаты.** Лесозащитные насаждения в восточных районах Ставропольского края находятся в плохом состоянии. Всего в ходе проведения работ на территории района выделено и оцифровано 1154 лесополосы общей площадью 5,29 тыс. га. По результатам формирования карты лесополос и классификации выявлено, что целых или незначительно разрушенных лесополос в Степновском округе всего 6,5 % от общего количества. При этом определено, что линейные характеристики большинства лесополос составляет от 10 до 30 м ширины, менее 500 м длины. **Вывод.** Сложные климатические условия на востоке Ставропольского края неблагоприятным образом влияют не только на сельскохозяйственные культуры, но и на лесозащитные насаждения. Предложенную методику исследования и оценки защитных лесных насаждений можно использовать для других восточных районов Ставропольского края для более полного исследования состояния лесополос региона, а также для оценки процессов опустынивания.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования, дешифрирование, лесополосы, картографирование лесополос, геоинформационные системы.

Формат цитирования: Полушковский Б. В., Турун П. П., Сутормина Э. Н., Белова А. В. Боброва И. Е. Анализ сохранности лесозащитных насаждений на примере Степновского муниципального округа Ставропольского края // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 61-71. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-61-71

Analysis of the Safety for Forest Protection Plantations on the Example of the Stepnovsky Municipal District in the Stavropol Territory

© 2022 Boris V. Polushkovsky, Pavel P. Turun,
Ella N. Sutormina, Anna V. Belova, Inna E. Bobrova
North Caucasian Federal University
Stavropol, Russia; e-mail: boris_pol@rambler.ru; turun_geo61@mail.ru;
sutormina_ella@mail.ru; gis_anna@mail.ru; bo-in92@mail.ru

ABSTRACT. The aim of the paper is to assess the quantitative and qualitative state of forest belts using geoinformation technologies. **Methods.** Using photogrammetric and cartometric methods, remote sensing data for the eastern regions of the Stavropol Territory (especially for the Stepnovsky municipal district) were analyzed. The use of geoinformation technologies made it possible to assess the current qualitative and

quantitative state of forest belts. **Results.** Protective forest plantations in the eastern regions of the Stavropol Territory are in poor condition. In total, during the work in the district, 1154 forest belts with a total area of 5.29 thousand hectares were identified and digitized. It was revealed that there are only 6.5 % of the total number of intact or slightly destroyed forest belts in the Stepnovsky District according to the results of the formation of forest belts map and classification. At the same time, it was determined that the linear characteristics of most forest belts are from 10 to 30 m wide, less than 500 m long. **Conclusion.** Difficult climate conditions in the east of the Stavropol Territory adversely affect not only agricultural crops, but also forest protection plantations. The proposed methodology for the research and evaluation of protective forest plantations can be used for other eastern regions of the Stavropol Territory for a more complete research of the forest belts state in the region, as well as to evaluate the desertification processes.

Keywords: remote sensing data, interpretation, forest belts, mapping of forest belts, geoinformation systems.

For citation: Polushkovsky B. V., Turun P. P., Sutormina E. N., Belova A. V. Bobrova I. E. Analysis of the Safety for Forest Protection Plantations on the Example of the Stepnovsky Municipal District in the Stavropol Territory. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 61-71. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-61-71 (In Russian)

Введение

Защитные лесные насаждения оказывают комплексное многоаспектное влияние на состояние почвенного покрова, который, в свою очередь, является основой для ведения сельскохозяйственной деятельности.

Сегодня для всей территории России характерна значительная разбалансированность сельскохозяйственных земель. Активное проявление эрозионных процессов отмечается на 25,7 % территории пашни (1 009 тыс. га), то есть каждый четвёртый гектар пашни разрушен от действия воды и ветра. При этом 40,3 % площади пашни подвержено выдуванию, 13,2 % – действию водной эрозии, 2,2 % – совместному воздействию воды и ветра [10].

Кроме того, территория Ставрополя (особенно восточные районы) относится к регионам с рискованным земледелием [9], поэтому для ряда территорий региона значение лесозащитных насаждений трудно переоценить. Лесные полосы – это защитные лесные насаждения в виде лент, создаваемые на пахотных землях, пастбищах, в садах, вдоль каналов и дорог, по бровкам оврагов, на склонах и т. п. с целью их защиты от различных неблагоприятных факторов [1].

Данные лесные насаждения играют значительную природоохранную, средообразующую и рекреационную роль. Они существенно меняют ветровой режим, влажность воздуха, испаряемость, положительно влияют на накопление запасов влаги в почве, улучшают гидрологический режим территории и микроклимат, предотвращают развитие водной и ветровой эрозии, регулируют интенсивность поверхностно-

го стока, и тем самым защищают почвы от смыва и размыва [6]. В борьбе с водной эрозией под влиянием лесополос смыв почвы существенно сокращается [5].

Помимо этого, защитные лесные насаждения, особенно в регионах с высокой долей сельскохозяйственных земель, являются важными аккумуляторами углерода как в многолетней наземной биомассе, так и в почве под ними путем формирования органического вещества.

Лесополосы в Ставропольском крае выполняют в основном ветрозащитную функцию, улучшают водный режим почвы путем задержания снега и препятствуют эрозии [11].

Материал и методы исследования

В СССР лесополосы активно высаживались в отдельные периоды с 50-х гг. XX века. В постсоветский период вопросы агролесомелиоративного обустройства территорий перестали быть актуальными. Попытки возрождения агролесомелиорации со стороны научно-исследовательских учреждений в России в целом пока безуспешны ввиду отсутствия государственного финансирования [4]. Таким образом, и в Ставропольском крае с 90-х гг. системные мероприятия по поддержанию и развитию сети лесополос не проводились. Это привело к тому, что возраст большинства лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения составляет более 40 лет, они вплотную подошли к пределу своего производственного ресурса, и уже сейчас наблюдается их массовая деградация.

Поэтому на сегодняшний день лесополосы края имеют различное качественное и количественное состояние, которое мы попытались систематизировать и описать в

виде нескольких категорий, представленных на рисунке 1. Оценка состояния лесополос проводилась визуально, с использованием данных дистанционного зондирования – снимков, доступных в сервисе Google Maps. Использование космических снимков позволяет проанализировать не только состояние и эффективность защитных лесонасаждений, но дать экологическую оценку эрозионных ландшафтов [3; 7].

Так как сервис Google Maps функционирует на базе снимков Landsat 8, а также спутников сверхвысокого разрешения WorldView и QuickBird, то в теории разрешение снимков может достигать 0,5-0,6 м/пиксель. Однако такое высокое разрешение характерно в основном для территории крупных городов. Эмпирически нами было установлено, что снимки земель сельскохозяйственного назначения имеют более низкое пространственное разрешение около 2,5 м/пиксель, что достаточно для нашего исследования. Такое разрешение позволяет при помощи фотограмметрического метода достаточно точно выделять лесополосы, ширина которых в Ставропольском крае обычно составляет 12-25 м. В сервисе Google Maps есть возможность выбрать снимки за ряд лет, с различным разрешением и сделанные в разные времена года. Также еще одним достоинством таких снимков является отображение данных в цветах, привычных и естественных для человеческого глаза. Для проведения анализа были отобраны наиболее свежие из имею-

щихся материалов (как правило, за 2018-2020 гг.), сделанные в теплое время года (т. к. на снимках, сделанных зимой, снежный покров не позволяет надежно идентифицировать лесополосы) [2].

Также некоторая категория лесополос была слабо различима на снимке из-за облачности и низкого пространственного разрешения снимка (особенно на востоке района и местах «склейки»), однако таких лесополос было немного, и мы их выделили в отдельную категорию (№ 5).

Для объективной оценки степени поврежденности насаждений осуществлена камеральная инвентаризация защитных лесных полос на основании данных дистанционного зондирования. Для отработки методики исследования качественного и количественного состояния лесополос был выбран Степновский муниципальный округ (ранее – Степновский район), расположенный в юго-восточной части Ставропольского края.

Территорию Ставропольского края можно условно разделить на 4 агроклиматические зоны: крайне засушливая, засушливая, зона неустойчивого увлажнения и зона достаточного увлажнения. Степновский муниципальный район относится к засушливой зоне, для него характерны среднегодовое количество осадков в районе 433-482 мм, сумма температур выше 10 °С – 3650-3800 °С [13].



Рис. 1. Категории визуального выделения лесополос
Fig. 1. Categories of forest belts visual identification

Степновский округ имеет сельскохозяйственную специализацию, но невысокий потенциал земельных ресурсов, прежде всего, за счет деградации земель сельскохозяйственного назначения.

Земельный фонд округа составляет 188,7 тыс. га, или 2,84 % от общей земельной площади Ставропольского края (на 01.01.2017 г.).

Земли сельскохозяйственного назначения округа для осуществления сельскохозяйственного производства составляют 181718,1 га, или 96,3 % от общего земельного фонда района [12].

В округе сложилась следующая структура земельного фонда: основную часть территории Степновского округа занимают земли сельскохозяйственного назначения, поселений, земли лесного и водного фонда. Менее всего занимают земли промышленности, транспорта, связи, радиовещания, телевидения и иного специального назначения.

Преобладающей категорией в составе районного земельного фонда, на которую приходится более 96 % от общей площади земель района, являются земли сельскохозяйственного назначения. Земли данной категории служат основным средством производства продуктов питания, имеют особый правовой режим и подлежат особой охране, направленной на сохранение их площади, предотвращение развития негативных процессов и повышение плодородия почв.

Землями сельскохозяйственного назначения в соответствии с Земельным кодексом РФ признаются земли за границей населенных пунктов, предоставленные для

нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей [8].

Данные таблицы 1 показывают, что Степновский муниципальный округ имеет повышенный потенциал земель сельскохозяйственного назначения, – их доля в общей площади земель составляет 96,3 %, при значении этого параметра в среднем по Ставропольскому краю – 87,5 %.

По материалам дистанционного зондирования на космоснимке были выделены лесополосы и классифицированы по приведенным выше критериям (рис. 2). Оцифровка лесополос и дальнейшая обработка проводилась с использованием ГИС MapInfo Professional 15.0. В процессе оцифровки из района исследования были исключены территории населенных пунктов, а также оцифровке не подвергались те области, где защитные лесополосы между полями отсутствуют.

После первичного выделения лесоплос в GoogleEarth необходимо было перенести данные в геоинформационную систему, для проведения дальнейшего анализа. В GoogleEarth инструменты геоанализа отсутствуют полностью. Для этого итоговый файл со всеми лесополосами района с помощью утилиты UniversalTranslator были импортированы в ГИС MapInfo. Файлы KML и KMZ являются форматами GoogleEarth и не полностью поддерживаются сторонними ГИС. На рисунке 3 показан импорт лесополос в MapInfo с подложкой в виде снимка.

На этом этапе нас интересовало получить целостную картину лесополос (без потерь объектов) с соответствующими индексами, которые были заданы в GoogleEarth лесополосам разных типов.

Таблица. Распределение земельного фонда Степновского муниципального округа по категориям земель [13]

Table. Land fund distribution in the Stepnovsky Municipal District by land categories

Категории земель	Показатели	
	тыс. га	% к итогу
Общий земельный фонд округа	188,7	100,0
Земли сельскохозяйственного назначения	181,72	96,3
Земли поселений	3,585	1,9
Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, связи, радиовещания, телевидения, информатики, обороны, безопасности и иного специального назначения	0,755	0,4
Земли особо охраняемых территорий	–	
Земли лесного фонда	0,944	0,5
Земли водного фонда	1,698	0,9
Земли запаса	–	



Рис. 2. Структура защитных лесополос Степновского муниципального округа
Fig. 2. Structure of protective forest belts in the Stepnovsky Municipal District

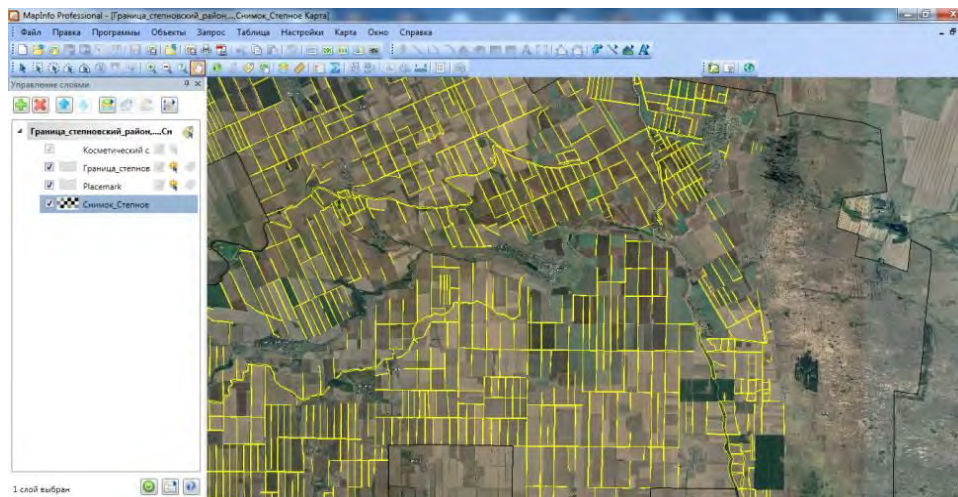


Рис. 3. Импорт лесополос в ГИС MapInfo
и проверка сопоставимости объектов на карте и в таблице
Fig. 3. Forest belts importing into GIS MapInfo
and checking the comparability of objects on the map and in the table

Особенностью Степновского округа, выявленной еще на этапе оцифровки лесополос, является то, что в восточной части района лесополосы отсутствуют, хотя их следы еще можно обнаружить на космоснимках. А также, на востоке района практически нет структурно оформленных полей и земля не обрабатывается.

Всего на территории Степновского муниципального округа по данным ДЗЗ было выделено 1154 лесополосы общей площадью 5,29 тыс. га, что составляет 2,91 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения муниципального округа (2,8 % от общей площади земельного фонда района). Это очень небольшие показатели, здесь также видно, что в во-

сточных районах ситуация с земельным фондом и защитными лесополосами обстоит хуже, чем в центральных или западных районах, где обычно в районе выделяется 3000-5000 лесополос.

Схожая ситуация с неудовлетворительным состоянием и даже полным разрушением лесополос на востоке района характерна и для остальных восточных территорий Ставропольского края. На рисунке 4 представлены Арзгирский и Левокумский муниципальные округа, у которых также в восточных частях районов лесополосы отсутствуют полностью. Таким образом, даже не проводя детального анализа снимков, видны значительные проблемы в защитном лесонасаждении.

Несмотря на общую фрагментарную картину размещения защитных лесных полос Степновского округа, для более детального анализа и выявления характеристик лесополос была проведена векторизация и классификация лесополос в ГИС MapInfo. На начальном этапе геоинформационного анализа было установлено, что распределение лесополос различных категорий на территории района исследования не следует каким-либо пространственным закономерностям (рис. 5). Лесополосы разной степени сохранности располагаются бессистемно.

На рисунке 5 видно, что лесополосы, находящиеся рядом, имеют различную

степень сохранности. Причем в Степновском округе оказалось много лесополос, которые не только продольно и поперечно ограничивают поля, но и проходят вдоль оврагов, русел рек и каналов, повторяя их конфигурацию. Такие лесополосы имеют неправильную форму и непостоянную ширину. Они выполняют важную функцию защиты оросительных каналов от пыли. Сегодняшнее их состояние нельзя оценить как хорошее.

Применение инструментов геоинформационного анализа после начального этапа оцифровки дало возможность изучить качественные и количественные характеристики лесополос.

Одной из важнейших количественных метрических характеристик лесозащитных насаждений является их общая площадь.

В процессе оцифровки лесополосы были выполнены в виде полигональных объектов, которые по умолчанию имеют свойство площади. Поэтому одновременно с изучением качественных характеристик защитных лесополос было выполнено внесение площадей в атрибутивную таблицу. Таким образом, можно провести расчет площадей лесополос всех категорий. Для удобства расчетов мы разделили все лесополосы района на 5 тематических слоев, и определили площади каждой категории лесозащитных насаждений.

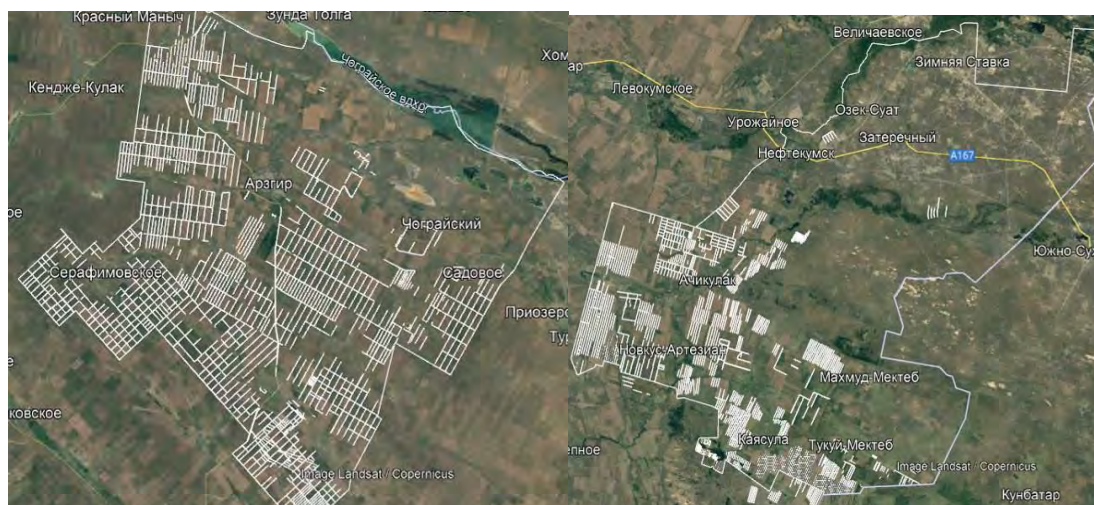


Рис. 4. Защитные лесополосы Арзгирского (слева) и Левокумского (справа) муниципальных округов Ставропольского края

Fig. 4. Protective forest belts of the Arzgirsky (left) and Levokumsky (right) Municipal Districts in the Stavropol Territory

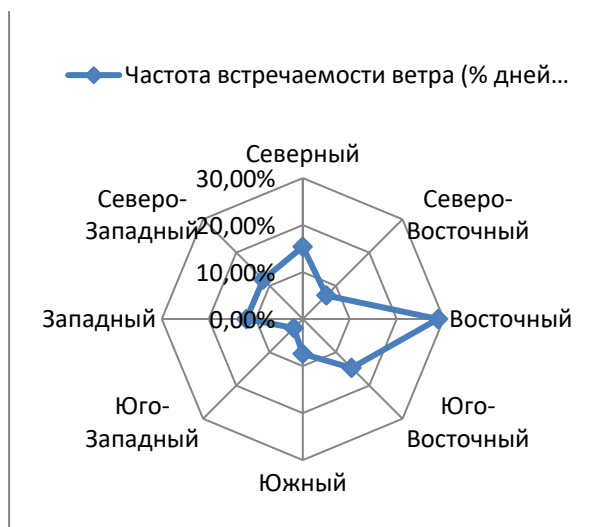


Рис. 4. Роза ветров Степновского муниципального округа
 Fig. 4. Wind rose of the Stepnovsky Municipal District

Результаты и их обсуждение

Проанализировав распределение лесополос по категориям, можно сделать выводы о том, что в целом ситуация с лесополосами в Степновском округе недостаточно благоприятная – доля целых и незначительно разрушенных лесополос значительно меньше разрушенных и полностью разрушенных лесополос (рис. 6). Целых лесополос по результатам анализа всего 2 шт., или 0,17 % от общего количества лесозащитных полос в районе. Незначительно разрушенных лесополос на территории района 73 шт., всего 6,3 % от общего количества.

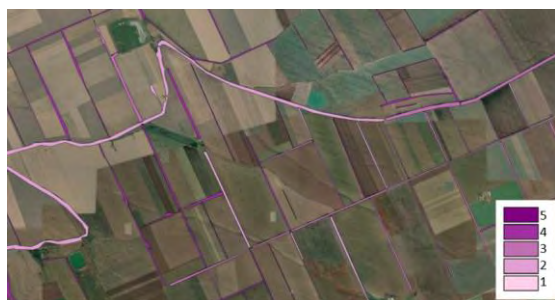


Рис. 5. Процесс классификации лесополос в ГИС MapInfo
 Fig. 5. The process of forest belts classification in MapInfo

Площадь значительно разрушенных и полностью разрушенных лесополос существенно больше, чем целых лесополос – категории 3 и 4 по площади больше почти в пять раз, чем категории 1 и 2. Значительно разрушенных и полностью разрушенных лесополос в Степновском округе 1068 шт., или 92,6 % всех защитных насаждений.

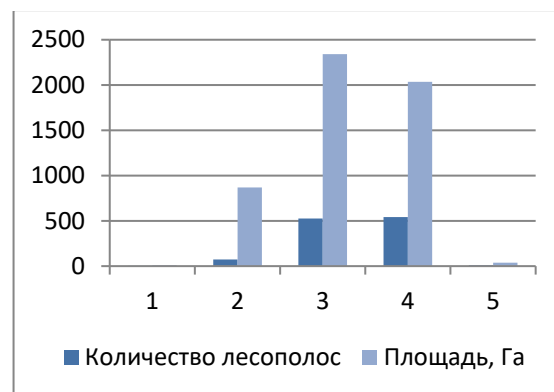


Рис. 6. Гистограмма с количественными характеристиками каждой категории лесополос

Fig. 6. Histogram with quantitative characteristics for each category of forest belts

Лесополосы, категорию которых не удалось классифицировать по материалам дистанционного зондирования – это лесополосы, находящиеся на стыках склеенных снимков, в областях с высокой облачностью и т. д. В целом их количество не велико – всего 2 лесополосы, а площадь их составляет 9,51 га. Для их дальнейшей идентификации необходимо либо применять дополнительные съемки (например, данные крупномасштабных аэрофотосъемок), либо осуществлять полевые выезды для визуальной оценки состояния – местоположение и координаты этих лесополос могут быть установлены по космоснимкам.

Следующей важной характеристикой лесополос является их длина и ширина. Чем больше ширина – тем эффективнее лесополоса выполняет свои защитные функции. То же самое касается и длины лесополос – длинная лесополоса без разрывов будет обеспечивать лучшую защиту сельскохозяйственных земель, чем ряд коротких лесополос или лесополоса с разрывами. Так как лесополосы являются полигональными объектами, то в любой геоинформационной системе они будут иметь основные свойства площади и периметра. Применяв дополнительные инструменты (утилиты) можно определить координаты поворотных точек, и центра полигона (центроида). Однако свойство длины и ширины у полигона отсутствует. В связи с этим нам пришлось использовать несколько промежуточных этапов для определения линейных характеристик полигональных объектов.

Для этого сначала необходимо преобразовать полигоны в полилинии, что можно сделать в ГИС MapInfo. Несмотря на то, что защитные лесополосы будут представлены полилиниями, они также будут яв-

ляться целыми объектами, для которых измерить длину и ширину в автоматическом режиме невозможно. Для разбиения полилинии на отдельные сегменты использовалась универсальная ГИС QGIS и ее функция векторного анализа «Взорвать линии».

Таким образом, мы получаем множество сегментов всех защитных лесополос (рис. 7). В идеальном варианте лесополоса разделяется на 4 составляющих полилинии: две длинные и две короткие, которые можно измерить средствами ГИС.

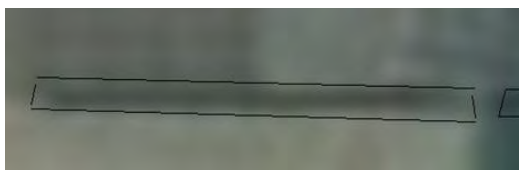


Рис. 7. Пример разбиения лесополосы на отдельные сегменты

Fig. 7. An example of a forest belt splitting into separate segments

Для определения линейных характеристик в атрибутивной таблице создаем дополнительные поля для записи линейных характеристик длины и ширины (Length и Width). Далее по аналогии с вычислением площадей была вычислена длина всех полилиний и записана в соответствующий столбец таблицы (рис. 8).

kml_name	Area	Length	Width
3	37 476,76	2 018,28	0
3	35 894,66	2 333,84	0
3	40 062,45	2 118,02	0

Рис. 8. Заполнение столбцов таблицы для отдельных сегментов линий

Fig. 8. Table columns filling for individual line segments

Далее, имея данные о длине защитных лесополос, было необходимо оценить их ширину и избавиться от дублирования данных в атрибутивной таблице. Согласно рекомендациям по агролесомелиоративному проектированию защитные лесополосы в зависимости от пород деревьев должны иметь ширину в интервале 10-30 м. [4] Однако в процессе оцифровки и дальнейшего анализа нередко попадались лесополосы, имеющие ширину 31-35 м. В результате с помощью инструмента запроса были выбраны и удалены объекты, имеющие значение длины менее 40 м (рис. 9).

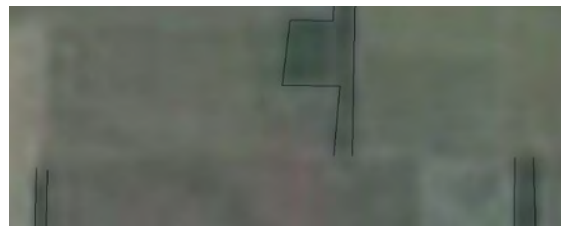


Рис. 9. Удаление отдельных сегментов линий

Fig. 9. Individual line segments deleting

Расчёт ширины защитных лесополос и запись ширины в поле width был проведён также в автоматическом режиме при помощи инструмента работы с таблицами MapInfo по формуле: $width = area / length$. Фрагмент получившейся атрибутивной таблицы представлен на рисунке 10.

kml_name	Area	Length	Width
3	120 455,05	133,832	900,044
3	5 295,08	304,93	17,3649
3	37 083,49	1 926,04	19,2537

Рис. 10. Полностью заполненная атрибутивная таблица с категорией, площадью, длиной и шириной лесополос

Fig. 10. Fully completed attribute table with category, area, length and width of forest belts

Проведенный количественный анализ позволил определить диапазоны, в которых варьируются размеры лесополос. По ширине ситуация с лесополосами в Степновском округе обстоит достаточно неплохо – всего 8 лесополос имеют ширину менее рекомендованной в 10 м, большая часть лесополос (726 шт.) имеют ширину от 10 до 30 м (рис. 11). В данном случае, чем шире лесополоса – тем лучше она выполняет свои защитные функции. Из рисунка видно, что ширину в 30-40 м имеют 174 лесополосы, а 40-50 м – всего 86. Таким образом, прослеживается явная линейная зависимость между шириной защитных лесополос и их количеством. В общем смысле менее широких лесополос больше, чем широких. Если же рассматривать категорию лесополос шириной более 50 м, то здесь наблюдается рост количества лесных насаждений, однако необходимо отметить, что в процессе исследования были выявлены участки лесной растительности прямоугольной формы, которые иногда встречаются на краях лесополос. Такие участки могут иметь ширину не только 50, но и более 60 м, поэтому мы посчитали нецелесообразным выделять их отдельной катего-

рией. Именно такие участки обуславливают прирост в категории лесополос шириной более 50 м.



Рис. 11. Гистограмма результатов измерений ширины лесополос
Fig. 11. Histogram of the results in the measurements of forest belts width

Длина лесополос куда более неоднородна – так, в процессе анализа удалось выявить, что в районе 757 защитных лесополос имеют длину менее 500 м. Это в первую очередь объясняется конфигурацией и размерами полей Степновского округа, но в то же время снижает эффективное действие таких лесополос по борьбе с дефляцией. Лесополос длиной 500-100 м 189 шт., что уже в 4 раза меньше, чем лесополос протяженностью до 500 м. При этом на рисунке 12 можно отметить сильную обратную зависимость длины лесополос и их количества: чем длиннее лесополосы, тем их меньше в районе исследования. Длину более 2500 м имеют всего 32 защитных лесополосы, причем в их число входят не только лесозащитные насаждения вдоль полей, но и вдоль оросительных каналов.

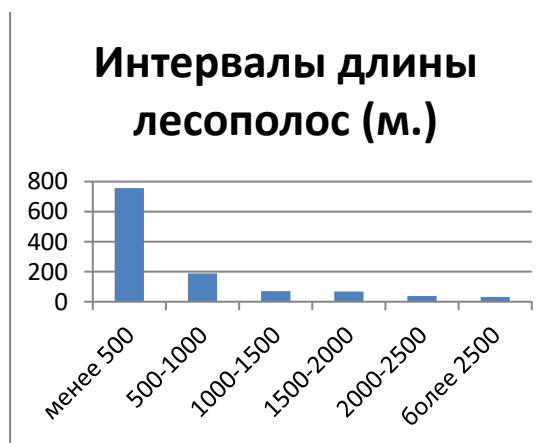


Рис. 12. Гистограмма результатов измерений длины лесополос
Fig. 12. Histogram of the results in the measuring of forest belts length

Таким образом, на территории Степновского округа уже сейчас остро стоит проблема разрушения лесополос, деградации земель и надвигающегося опустынивания. По нашему мнению, деградация лесополос будет продолжаться и в дальнейшем, так что площади разрушенных лесополос будут увеличиваться, а целых – уменьшаться.

Безусловно, одним из определяющих развитие сельского хозяйства в Степновском округе факторов является резко-континентальный климат. Вторым фактором являются почвенные условия, так как темно-каштановые и каштановые почвы имеют в своем составе большой процент солонцов, что неблагоприятно влияет на нормальное функционирование древесных растений. Нормальное произрастание и функционирование лесных полос требует значительного внимания со стороны хозяйствующих субъектов, в то же время недостаточны и масштабы работ по восстановлению древесных насаждений.

Заключение

В результате проведенного исследования, современное состояние лесополос Степновского округа Ставропольского края можно оценить в общем как плохое.

По данным дистанционного зондирования можно выявить целый ряд проблем:

- полное отсутствие защитных лесополос на востоке района;
- потеря плодородия почв на территориях с исчезнувшими лесополосами;
- общее количество разрушенных лесополос в несколько раз превышает число целых.

Причин такой сильной деградации лесополос несколько: это естественные факторы (старение деревьев, засушливый климат) и антропогенные факторы (бесконтрольная вырубка деревьев, выжигание сухой травы, свалка мусора и отходов производства промышленных и сельскохозяйственных предприятий). Эти процессы приводят к порче не только защитных лесополос, но и земель сельхозназначения.

Применение и дешифрирование снимков совместно с ГИС могут предоставить эффективные и действенные инструменты для выявления полезной информации о состоянии лесозащитных насаждений и их пространственном распределении.

Литература

1. Абакумов Б. А., Бабенко Д. К., Бартенев И. М., Виноградов В. Н., Долгилевич М. И., Захаров В. В., Зыков И. Г., Касьянов Ф. М., Коптев В. И., Крюкова Е. А., Кулик Н. Ф., Лабазников Б. В., Макарычев Н. Т., Малинина З. И., Маттис Г. Я., Николаенко В. Т., Павловский Е. С., Персидская Л. Т., Савельева Л. С., Сенкевич А. А., Степанов А. М., Торохтун И. М., Трещевский И. В., Трибунская В. М. Защитное лесоразведение в СССР / под общ. ред. Павловского Е. С. М.: Агропромиздат, 1986. 264 с.

2. Гурьев А. Т., Алешко Р. А., Торхов С. В., Трубин Д. В. Тематическая обработка спутниковых снимков лесных территорий на основе структурных моделей. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 164 с.

3. Ермолаев О. П., Медведева Р. А., Платончева Е. В. Методические подходы к мониторингу процессов эрозии на сельскохозяйственных землях Европейской части России с помощью материалов космических съемок // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2017. Т. 159. № 4. С. 668-680.

4. Ерусалимский В. И., Рожков В. А. Многофункциональная роль защитных лесных насаждений // Бюлетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2017. № 88. С. 121-138.

5. Кочкарь М. М. Роль стокорегулирующих лесополос во взаимодействии природных и антропогенных факторов эрозионно-гидрологического процесса в Нижнем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2002. 22 с.

6. Лесная энциклопедия: в 2-х т. Т. 1. / гл. ред. Г. И. Воробьев. М.: Советская энциклопедия, 1985. 563 с.

7. Сабиров А. Т., Галилулин И. Р., Кокутин С. Н., Колесникова Е. Р. Экологическая оценка эрозионных ландшафтов с использованием космических снимков // Вестник Казанского

государственного аграрного университета. 2007. Т. 2. № 1(5). С. 74-79.

8. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 28.05.2022) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 10.06.2022).

9. Атлас земель Ставропольского края. Ставрополь, 2000. 118 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://mshsk.ru/dzz/atlasSK.pdf> (дата обращения: 10.06.2022).

10. О состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mpr26.ru/deyatelnost/otchety-doklady/o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-i-prirodopolzovaniy-v-stavropolskom-krae> (дата обращения 30.03.2022).

11. Погода в России по месяцам: архив погоды в России [Электронный ресурс]. URL: <https://world-weather.ru/archive/russia/> (дата обращения: 10.06.2022).

12. Региональный доклад о состоянии и использовании земель Ставропольского края // Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stavreg.ru/index.php/12-napolnenie/750-regionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-stavropolskogo-kraja> (дата обращения 30.03.2022).

13. Сторчак И. Г., Ерошенко Ф. В. Использование NDVI для оценки продуктивности озимой пшеницы в Ставропольском крае // Земледелие. 2014. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ndvi-dlya-otsenki-produktivnosti-ozimoy-pshenitsy-v-stavropolskom-krae> (дата обращения: 10.06.2022).

References

1. Abakumov B. A., Babenko D. K., Bartenev I. M., Vinogradov V. N., Dolgilevich M. I., Zakharov V. V., Zykov I. G., Kas'yanov F. M., Koptev V. I., Kryukova E. A., Kulik N. F., Labaznikov B. V., Makarychev N. T., Malinina Z. I., Mattis G. Ya., Nikolaenko V. T., Pavlovsky E. S., Persidskaya L. T., Savel'eva L. S., Senkevich A. A., Stepanov A. M., Torokhtun I. M., Treshchevsky I. V., Tribunskaya V. M. *Zashchitnoe lesorazvedenie v SSSR* [Protective Afforestation in the USSR]. Pavlovsky E. S. (ed.) Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 264 p. (In Russian)

2. Gur'ev A. T., Aleshko R. A., Torkhov S. V., Trubin D. V. *Tematicheskaya obrabotka sputnikovyykh snimkov lesnykh territoriy na osnove strukturnykh modeley* [Thematic Processing of Forest Areas Satellite Images Based on Structural

Models]. Arkhangelsk, IPTs NArFU Publ., 2013. 164 p. (In Russian)

3. Ermolaev O. P., Medvedeva R. A., Platoncheva E. V. Methodological approaches to monitoring of erosion processes on agricultural lands of Russian European part using satellite imagery materials. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientific Notes of Kazan University. Series: Natural Sciences]. 2017. Vol. 159. No. 4. Pp. 668-680. (In Russian)

4. Erusalimskiy V. I., Rozhkov V. A. Multifunctional role of protective forest plantations. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva* [Bulletin of V. V. Dokuchaev Soil Institute]. 2017. No. 88. Pp. 121-138. (In Russian)

5. Kochkar M. M. *Rol' stokoreguliruyushchikh lesopolos vo vzaimodeystvii prirodnykh i antropo-*

gennykh faktorov erozionno-gidrologicheskogo protsessa v Nizhnem Povolzh'e: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. s.-kh. nauk [The Role of Run-off-Regulating Forest Belts in the Interaction of Natural and Anthropogenic Factors of the Erosion-Hydrological Process in the Lower Volga Region: Author's abstract of Ph.D. (Agrarian)]. Volgograd, 2002. 22 p. (In Russian)

6. Vorobev G. I. (ed.) *Lesnaya entsiklopediya: v 2-kh t. T. 1.* [Forest Encyclopedia: in 2 vols. Vol. 1]. Moscow, 1985. 563 p. (In Russian)

7. Sabirov A. T., Galilulin I. R., Kokutin S. N., Kolesnikova E. R. Ecological assessment of erosional landscapes using space images. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Journal of Kazan State Agrarian University]. 2007. Vol. 2. No. 1(5). Pp. 74-79. (In Russian)

8. *Zemel'nyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 25.10.2001 N 136-FZ (red. ot 28.05.2022)* [Land Code of the Russian Federation dated October 25, 2001 N 136-FZ (as amended on May 28, 2022)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (accessed 10.06.2022). (In Russian)

9. *Atlas zemel' Stavropol'skogo kraja* [Atlas of the lands in the Stavropol Territory]. Stavropol, 2000. 118 p. Available at: <http://mshsk.ru/dzz/atlasSK.pdf> (accessed 10.06.2022). (In Russian)

10. *O sostoyanii okruzhayushchey sredy i prirodopol'zovanii v Stavropol'skom krae* [On the State of the Environment and Nature Management in the Stavropol Territory]. Available at: <http://www.mpr26.ru/deyatelnost/otchety-doklady/o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-i-prirodopolzovanii-v-stavropolskom-krae> (accessed 30.03.2022). (In Russian)

11. *Pogoda v Rossii po mesyatsam: arkhiv pogody v Rossii* [Weather in Russia by Months: Weather Archive in Russia]. Available at: <https://world-weather.ru/archive/russia/> (accessed 10.06.2022). (In Russian)

12. Regional report on the state and use of lands in the Stavropol Territory. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy registratsii, kadastra i kartografii (Rosreestr) [Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography (Rosreestr)]. Available at: <http://www.stavreg.ru/index.php/12-napolnenie/750-regionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-stavropolskogo-kraja> (accessed 30.03.2022). (In Russian)

13. Storchak I. G., Eroshenko F. V. NDVI using to assess the productivity of winter wheat in the Stavropol Territory. *Zemledelie* [Agriculture]. 2014. No. 7. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ndvi-dlya-otsenki-produktivnosti-ozimoy-pshenitsy-v-stavropolskom-krae> (accessed 10.06.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Полушковский Борис Викторович, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и кадастров, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: boris_pol@rambler.ru

Турун Павел Петрович, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и кадастров, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: turun_geo61@mail.ru

Сутормина Элла Николаевна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и кадастров, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: sutormina_ella@mail.ru

Белова Анна Валерьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и кадастров, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: gis_anna@mail.ru

Боброва Инна Евгеньевна, ассистент кафедры физической географии и кадастров, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия; e-mail: bo-in92@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Boris V. Polushkovsky, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Physical Geography and Cadastres, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia; e-mail: boris_pol@rambler.ru

Pavel P. Turun, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Associate Professor, Department of Physical Geography and Cadastres, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia; e-mail: turun_geo61@mail.ru

Ella N. Sutormina, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Physical Geography and Cadastres, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia; e-mail: sutormina_ella@mail.ru

Anna V. Belova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Physical Geography and Cadastres, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia; e-mail: gis_anna@mail.ru

Inna E. Bobrova, Assistant, Department of Physical Geography and Cadastre, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia; e-mail: bo-in92@mail.ru

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.5
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-72-84

Динамика высокогорных ландшафтов Северного Кавказа по данным дистанционного зондирования в 2000-2020 гг.

© 2022 Пуреховский А. Ж.¹, Гуня А. Н.¹, Колбовский Е. Ю.^{1, 2}

¹ Институт географии РАН
Москва, Россия; e-mail: purekhovskii@igras.ru;
a.n.gunya@igras.ru; kolbovskii@igras.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Москва, Россия; e-mail: kolbovskii@igras.ru

РЕЗЮМЕ. Целью работы являлся анализ трансформации основных типов ландшафтов и землепользования (Land Cover/Land Use Change) в высокогорных районах Северного Кавказа. **Методы.** Используются дистанционные источники обнаружения изменений – тематические продукты, созданные на основе последовательно обработанных данных Landsat Analysis Ready Data лаборатории Global Land Analysis and Discovery Университета Мэриленда за период с 2000 по 2020 г. и алгоритмы гис-моделирования выявления границ основных типов ландшафтов (нивально-гляциальных, горно-луговых и горно-лесных), а также определения характера трансформаций (переходов от типа к типу) в пределах подверженных изменениям высокогорных экотонов. **Результаты.** Предложена интерпретация выявленных трансформаций в рамках ландшафтной концепции на основе проводившихся в течение последних двадцати лет полевых исследований. **Вывод.** На первом месте по площади стоят изменения горно-луговых ландшафтов, которые «поджимаются» снизу горно-лесными ландшафтами, а с другой стороны сами захватывают некоторые горно-лесные ареалы, а также продвигаются вверх за счет сокращения нивально-гляциальных ландшафтов.

Ключевые слова: высокогорные ландшафты Северного Кавказа, ГИС-моделирование трансформации ландшафтов и землепользования, Landsat ARD, среднелетняя динамика.

Формат цитирования: Пуреховский А. Ж., Гуня А. Н., Колбовский Е. Ю. Динамика высокогорных ландшафтов Северного Кавказа по данным дистанционного зондирования в 2000-2020 гг. // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 72-84. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-72-84

Dynamics of High-Mountain Landscapes in the North Caucasus According to Remote Sensing Data in 2000-2020

© 2022 Andrey Zh. Purekhovsky¹, Alexey N. Gunya¹,
Evgeny Yu. Kolbovsky^{1, 2}

¹ Institute of Geography, RAS
Moscow, Russia; e-mail: purekhovskii@igras.ru;
a.n.gunya@igras.ru; kolbovskii@igras.ru

² Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia; e-mail: kolbovskii@igras.ru

ABSTRACT. The aim of the paper was to analyze the transformation of the landscapes main types and land use (Land Cover/ Land Use Change) in the high-mountain areas of the North Caucasus. **Methods.** Remote sources of change detection are used – thematic products created on the basis of sequentially processed Landsat Analysis Ready Data from the Global Land Analysis and Discovery laboratory of the Univer-

sity of Maryland for 2000-2020 and GIS-modeling algorithms for identifying the boundaries of the main landscapes types (nival-glacial, mountain-meadow and mountain-forest) as well as determining the nature of transformations within high-mountain ecotones. **Results.** It is proposed the interpretation of the revealed transformations within the framework of the landscape concept on the basis of field research conducted over the past twenty years. **Conclusion.** In the first place are area changes in mountain-meadow landscapes, which are “pressed” from below by mountain-forest landscapes, and on the other hand, they themselves capture some mountain-forest areas, and also move up due to the reduction of nival-glacial landscapes.

Keywords: high-mountain landscapes in the North Caucasus, GIS-modeling of landscape transformation and land use, Landsat ARD, long-time average annual dynamics.

For citation: Purekhovskiy A. Zh., Gunya A. N., Kolbovskiy E. Yu. Dynamics of High-Mountain Landscapes in the North Caucasus According to Remote Sensing Data in 2000-2020. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 72-84. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2- 72-84 (In Russian)

Введение

Высокогорные ландшафты являются наиболее динамичными по своей природе: неудивительно, что в последние четверть века в горных регионах мира отмечается трансформация природно-ландшафтных зон, реализующаяся на фоне колебаний глобального климата и существенных изменений в характере природо- и землепользования.

Полевые исследования, проведенные разными авторами [8], показали, что на Северном Кавказе проявляются многие особенности, характерные для высокогорных регионов, в частности – смещение природно-ландшафтных границ нивально-гляциальной, горно-луговой и горно-лесной зон. Подобная трансформация приводит к формированию своего рода подвижных экотонов, с наблюдающимися переходами от одного типа высокогорного ландшафта к другому. При этом темпы и характер изменения границ высокогорных ландшафтов различается как в разных частях Северного Кавказа (восточной, центральной и западной), так и в пределах различных высотных поясов (нивно-гляциального или горно-лесного).

До недавнего времени фиксация и сопоставление такого рода трансформаций были затруднены вследствие недостаточности и (зачастую) несравнимости полевых (ландшафтных, геоботанических) описаний: редкие экспедиции в труднодоступные ареалы не приводили к накоплению надежной и обширной базы соответствующих данных, что на фоне динамичных сезонных и среднесезонных изменений (осложненных накладывающимися переменами в землепользовании) не позволяло выстроить обоснованную концепцию динамики ландшафтной структуры высокогорного региона.

В последние годы в распоряжение исследователей поступают глобальные дан-

ные, приведенные к одному формату, регулярно актуализируемые и составленные из космических серий сенсоров Landsat и Sentinel, которые расширяют возможности геоинформационного моделирования, картографирования и анализа изменений горных ландшафтов.

Использование среднесезонных космических снимков для дешифрирования компонентов ландшафта и видов землепользования давно уже стало традиционным методом ландшафтного (и отраслевого – геоботанического, почвенного, лесорастительного) картографирования [7]. Однако результаты, полученные в отдельных исследовательских кейсах, не подлежали сравнению вследствие использования разнокачественных снимков, (полученных в разные сезоны и разнообразных условиях облачности), применения разных алгоритмов дешифрирования. Серьезная проблема возникла при попытках выявления среднесезонной динамики на основе обработки архивных снимков (сенсоров Landsat 5 и Landsat 7) с разной разрешающей способностью и чувствительностью [26].

Методологический прорыв обозначился при введении в широкую практику композитов, составленных из комплектов «сцен» спутниковых изображений серии Landsat, обработанных таким образом, чтобы заполнить пробелы в данных, связанные с облачностью или дымкой. Модели, построенные на основе нейронных сетей, позволили создавать наборы фенологических метрик, которые, в свою очередь, были использованы для обработки обширных территорий и получения глобальных «покрытий» («landcover»), фиксирующих состояние ландшафта на поверхности планеты [22].

Появление глобальных «покрытий» – растровых данных (гридов) с единой размерностью «зерна» – 30 м в пикселе – для временного промежутка в два десятилетия (с 2000 г.) открывает новые возможности

для определения и/или уточнения динамики ландшафтной структуры высокогорных территорий, и, что не менее важно, выявления трендов изменений [4].

Возникают три взаимосвязанных исследовательских задачи. Первая задача связана с необходимостью актуализации старых экспертных ландшафтных карт на основе использования современных методов геоинформационного моделирования морфолитогенной основы и состояния (биоты) ландшафта. Вторая задача проистекает из неполного понимания причинно-следственных связей, между колебаниями глобального климата и региональной (а также локальной) реакцией экосистем, в частности – причин изменения границ природно-ландшафтных зон. Наконец, третья задача обусловлена радикальными переменами в землепользовании в пределах высокогорья Северного Кавказа: частичной экореабилитацией сельскохозяйственных (прежде всего, пастбищных) угодий, продолжающейся концентрацией населения в городах и крупных населенных пунктах, запустением части селитебных (и культурно-ландшафтных) ареалов, появлением новых агентов природопользования в виде туризма и рекреации.

В рамках данной публикации авторы предприняли попытку обоснования и апробации методологического подхода к оценке трансформации ландшафтов, основанного на использовании инновационных тематических продуктов дистанционного зондирования Земли. Основная цель исследования – выявление и характеристика основных трендов в изменении границ между различными типами природно-ландшафтных зон с оценкой количественных показателей формирующихся экотон и переходов от одного типа ландшафтов к другому.

Объект исследования – высокогорные ландшафтные зоны: нивально-гляциальная, горно-луговая и горно-лесная. Учитывая большой разброс абсолютных величин границ высокогорных ландшафтов на Западном и Восточном Кавказе, нижней границей высокогорной зоны предлагается условно считать высотную горизонталь 2000 м.

Изучение трансформации горных ландшафтов имеет достаточно длинную историю, связанную в основном с анализом региональных кейсов. Новый этап в развитии науки о горных ландшафтах начался в связи с использованием ДДЗ, которые послужили объективным источником данных на обширных и труднодоступных территориях. Именно применение

ДДЗ, в особенности – обработанных и стандартизированных тематических продуктов, позволило сформировать направление, которое ныне обозначается как **Land Use / Land Cover Change (LULC)** [27].

Интерпретация полученных результатов по изменению в использовании земель и трансформации земельного покрова позволила вскрыть многофакторную природу изменений, являющихся следствием социально-экономических и биофизических процессов, зависящих от масштабов и характера землепользования [19; 20; 28]. Антропогенные изменения ландшафтов увязываются с появлением или исчезновением того или иного типа землепользования, его расширения или сокращения, диффузного или очагового распределения освоенных земель и др. [14; 15; 25].

Горные ландшафты с их расчлененностью и высокой динамикой ландшафтов сильно ограничивают применение методов ДДЗ. Ограничения, прежде всего, связаны с дробностью контуров, погодными и сезонными контрастами на относительно небольших ареалах. Опыт применения повторных съемок в России вообще [9; 10] или использования новейших материалов ДДЗ [1], представлен локальными примерами.

Переход на региональный уровень на основе обобщения результатов локальных исследований затруднен из-за отсутствия надежных алгоритмов, обеспечивающих экстраполяцию точечных данных на более обширные регионы. Один из способов экстраполяции заключается в применении концепции ландшафтной структуры. Считается, что ландшафты одного и того же типа имеют один и тот же набор дешифровочных признаков и фактуру, одинаково отображаются на снимках, следовательно, результаты дешифрирования в одном месте можно распространять на ареалы, занимаемые тем же ландшафтом.

С этих позиций трансформация мозаики (паттерна) LULC может рассматриваться как результат (следствие) смещения границ ландшафтов определенного ранга (урочищ, групп урочищ, местностей, собственно ландшафтов). Так, изменение площадей, занятых снегом и льдом, воспринимается как изменение нивально-гляциальных ландшафтов, и, следовательно, непосредственно граничащих с ними горно-луговых ландшафтов. Аналогично изменение лесопокрываемых площадей в высокогорье свидетельствует о смещении верхней границы леса и локализации горно-луговых ландшафтов. Переходная полоса, в пределах которой наблюдаются изменения подобного

рода может рассматриваться как экотон, для которого характерно близкое соседство и чередование вкраплений («патчей») ландшафтов разных классов.

Материалы исследования

Исходными данными для анализа изменений границ горных ландшафтов послужили данные космической съемки серии Landsat, предоставляемые пользователям Геологической службой (USGS) и Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) США. Landsat является единственным общедоступным источником глобальных спутниковых данных со средним разрешением (30 м), доступным до 2016 года, что позволяет проводить оценку изменений наземных ландшафтов на протяжении периода от 35 до нескольких лет [29].

Для данной работы использовался тематический продукт, подготовленный лабораторией «Global Land Analysis and Discovery (GLAD ARD)» Университета Мэриленда, состоящий из 16-дневных композитов, которые сформированы из лучших вариантов съемки, нормализованных по отражательной способности (для видимого, ближнего и коротковолнового инфракрасного диапазонов каналов), а также уровню качества данных. Специальный слой качества данных Landsat указывает на наличие облачности, топографических теней, атмосферного загрязнения, открытой воды и снежного/ледяного покрова. Участки, закрытые облаками и дымкой, корректируются по безоблачным снимкам с помощью специализированного метода заполнения пробелов [22].

Данные GLAD ARD хранятся в географических координатах с размером пикселя 0,00025° и организованы в виде тайлов 1°1'. Ежегодные 16-дневные временные ряды GLAD ARD преобразованы в набор основанных на ранжировании статистических данных (фенологических показателей), что позволяет применить для них разновременную классификацию и регрессионные модели.

Для получения отдельных видов покрытий (условные «лес», «луг», «снега и льды», «акватории») сначала выбирались (из набора растров Landsat) или строились (через калькулятор растров) тематики следующих параметров:

- 1) отражательная способность;
- 2) величина излучения в тепловом канале;
- 3) нормализованный вегетационный индекс, NDVI;
- 4) нормализованный водный индекс, NDWI.

Для каждого параметра вычислялся (по соответствующему растру) набор показателей, включающих выбранные статистики (минимум, максимум, квартили), межранговые средние значения (минимум – первый квартиль, первый – третий квартиль, третий квартиль – максимум) и диапазоны (от минимума до максимума, от минимума к медиане, от медианы к максимуму). Также был рассчитан набор показателей на основе NDVI, отражающий сезонные изменения этого параметра и представляющий основные этапы внутригодового фенологического цикла (начало, конец, пик вегетационного периода). Далее все полученные метрики пересчитывались инструментом Фокальная статистика, который сравнивает фактическое значение каждого пикселя со значениями соседних восьми пикселей движущегося окна 3×3 пикселя. На заключительном этапе рассчитываются коэффициенты детерминации между физическими характеристиками Landsat и полученными в модели ранжированными значениями типов покрытий («лес», «луг», «снега и льды», «акватории»). Последовательность создания метрик подробно представлена в публикации авторов метода [22].

Для изучения изменения границы горно-лесных ландшафтов использовался тематический продукт «Forest Extent and Height (высота древесной растительности)» для 2000-2020 гг. Эта глобальная модель высоты древесной растительности создавалась на основе данных Landsat и калибровалась с использованием наблюдений GEDI [23]. В качестве обучающих данных применялась метрика 95 % GEDI энергии сигнала относительно высоты поверхности (RH95) [13]. Данные калибровки GEDI были отфильтрованы, чтобы исключить некачественные наблюдения и возможные ошибки, и привязаны к пикселям Landsat ARD. Для каждого тайла Landsat ARD (1°1') была откалибрована отдельная модель с использованием обучающих данных, собранных в соседних тайлах. Использовались GEDI RH95 2019 года в качестве зависимой переменной и многовременные показатели Landsat того же года в качестве объясняющих (факторных) переменных для калибровки ансамблей алгоритмов деревьев регрессии.

Данные о нарушениях лесного покрова за период с 2001 по 2020 г. являются результатом объединения двух наборов данных: данных о глобальных потерях лесов (GFL) V1.8 [18] и новых ежегодных данных об утрате лесов, полученные с использованием подхода [21] во всем мире.

Для анализа трансформации горно-луговых типов ландшафтов использовалось покрытие «Vegetation Continuous Fields» (количество вегетации), которое создавалось на базе продукта MODIS Vegetation Continuous Fields (VCF). MODIS VCF получают с помощью спектрорадиометра среднего разрешения спутника Terra. MODIS VCF состоит из трех непрерывных слоев (древесный покров, недревесная растительность и не покрытая растительностью поверхность плюс поверхностные воды) с разрешением 250 м, суммирующихся в сплошное (100 %) покрытие [16; 12].

Данные VCF, составленные с помощью MODIS, были преобразованы в годовые показатели, отражающие основные фазы фенологического цикла. В общей сложности были получены 68 показателей из объединенных данных каналов Landsat и нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI). Был использован алгоритм дерева регрессии для получения процента покрытия растительного покрова с разрешением 30 м на пиксель с использованием обучающей выборки на основании данных Landsat [17].

Многолетний снежно-ледниковый покров (Perennial Snow and Ice) включает территорию, покрытую ледниками или снег, который сохраняется в течение всего года. Для производства покрытия «Perennial Snow and Ice» использовались регионально верифицированные модели классификации с обучением (ансамбли деревьев решений), каждая из которых была откалибрована с помощью экспертно выбранных образцов из разновременных снимков Landsat за

2000, 2010 и 2020 годы. Для каждого года использовались композиты Landsat отражающие состояние земной поверхности в момент максимальной температуры и пикового значений NDVI (максимальная вегетация и развитие зеленой биомассы), чтобы разделить многолетний и годовой снежный покров. Данные обучения за указанные три года интегрировались для калибровки и получения новых итераций единой региональной модели [24].

Методы

Охарактеризованные в предыдущем разделе растровые покрытия по условным типам ландшафтов были вырезаны заранее подготовленной маской территории Северного Кавказа, находящейся на уровне выше изолинии 2000 м абсолютной высоты.

Для анализа трансформаций границ природно-ландшафтных зон высокогорья Кавказа потребовалось преобразовать полученные покрытия в ландшафтные зоны в понимании классического ландшафтоведения. Контрастность различий спектральных характеристик основных видов-эдикаторов ландшафтных зон позволяет делить континуум покрытия высокогорных комплексов на 4 зоны (табл.1) [11]:

1. Зона, покрытая льдом или снегом – «Perennial Snow and Ice»;
2. Зона открытой каменистой поверхности – «Vegetation Continuous Fields < 50 %»;
3. Зона луговой альпийской и субальпийской растительности – «Vegetation Continuous Fields > 50 %»;
4. Зона древесной растительности – «Forest Extent and Height > 3 м».

Таблица 1. Типы ландшафтов и их основные дешифровочные признаки
Table 1. Types of landscapes and their main deciphering features

Типы ландшафтов (высотные зоны)	Тип покрытий GLAD UMD	Особенности спектральных характеристик отражательной способности	Дополнительные дешифровочные характеристики
Нивально-гляциальные	Perennial Snow and Ice	Высокие значения отражения во всех спектральных каналах	
	Vegetation Continuous Fields < 50 %	Низкие значения каналов видимых спектров и повышенные характеристики в каналах ближнего и среднего инфра-красного канала	Выше снеговой линии (около 3300-3500)
Горно-луговые	Vegetation Continuous Fields > 50 %	Стандартные для растительности спектральные кривые характеризующиеся низкими значениями в синих и красных каналах, повышенные значения в зеленом и максимальные в каналах ближнего и среднего инфра-красного канала	
Горно-лесные	Forest Extent and Height > 3 м	Идентичная луговой по распределению яркостных значений, но в связи с большим количеством двудольных и голосеменных растений имеет пониженные характеристики на 10-20 % в значениях зеленых и инфракрасных каналов	Ниже 2500 м

Ледники и снежники нивально-гляциальной зоны характеризуется высокими значениями отражения во всех спектральных каналах приемной аппаратуры, что сближает ее с областями облачности и дымки космоснимков. Скалистые участки этой зоны характеризуется низкими значениями каналов видимых спектров и повышенными характеристиками в ближнем и среднем инфракрасных каналах. Горно-луговая зона имеет стандартные для растительности спектральные кривые, характеризующиеся низкими значениями в синих и красных каналах приемной аппаратуры, повышенные значения в зеленом и максимальные в ближнем и среднем инфракрасных каналах. Горно-лесная зона идентична горно-луговой по распределению яркостных значений, но в связи с большим количеством двудольных и голосеменных растений имеет пониженные характеристики на 10-20 % в значениях зеленых и инфракрасных каналах [2; 5; 6; 11].

Для отработки алгоритма преобразования полученных зон к классическим ландшафтным зонам использовалась территория верховьев р. Баксан – южного Приэльбрусья, на которую была составлена ландшафтная карта [3]. Согласно этим исследованиям, для высокогорно-луговой зоны

были определены 5 типов и 13 подтипов ландшафтов (рис. 1).

Для выбранных подтипов ландшафтов были подобраны полевые площадки (ключи), по которым устанавливали принадлежность территорий к классификационным зонам и проверяли спектральные характеристики модельных территорий в разрезе спектральных каналов съемочной аппаратуры Landsat. На основании показателей принадлежности были сформулированы условия включения в те или иные ландшафтные зоны полученных покрытий GLAD UMD. В результате: снежно-ледниковые ареалы нивально-гляциальной зоны полностью вошли в покрытие «Многолетний снег и лед (Perennial Snow and Ice)», зона горных лесов совпала по распространению с покрытием «высота древесной растительности (Forest Extent and Height)» со значением > 3 м. Бесснежные участки нивально-гляциальной зоны и горно-луговая зона были получены на основе покрытия «количество вегетации» (Vegetation Continuous Fields) с разделением по значению в области $50\% \pm 3\%$. Границы полученных результирующих покрытий верифицировали по космической съемке сверх высокого разрешения WorldView- (4-1) и GeoEye-1.

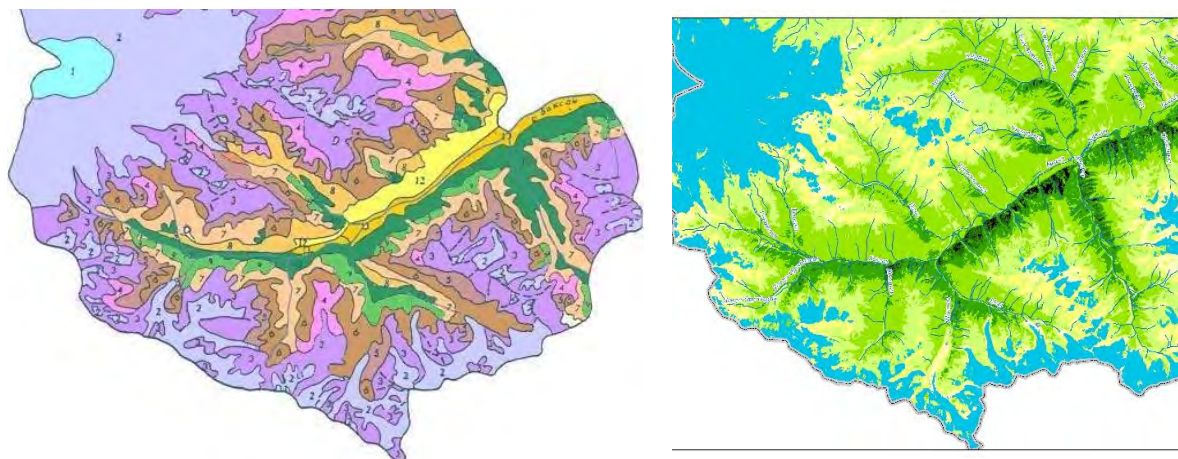


Рис. 1. Сравнение карты ландшафтов Приэльбрусья, сделанной путем традиционной отрисовки контуров, и карты покрытий, полученной автоматически (на основе GLAD UMD)
Fig. 1. Comparison of the landscape map for Elbrus Region, made by traditional contour drawing, and the coverage map obtained automatically (based on GLAD UMD)

Границы горно-луговой зоны Северного Кавказа были выделены путем предварительной классификации шкалы высот на два класса способом «естественные границы» (Natural Breaks Jenks) с выделением ареалов выше и ниже 2000 м (с последую-

щим вырезанием сцены моделирования горизонталью 2000 м).

Для выявления и делимитации трансформаций границ высокогорно-луговой зоны Северного Кавказа проведен геопространственный анализ полученных покры-

тий ландшафтных зон, включавший следующие шаги:

- Бинаризация растров по пороговому значению;
- Обрезание с помощью утилиты маскирования по заданной границе;
- Объединение всех растров с использованием утилиты вырезания;
- Построения разностных слоев;
- Векторизация результатов по значению.

Геопространственный анализ проводился в среде утилиты командной строки Gidal и с использованием утилит, написанных на языке Python. Типы переходов определялись комбинированием разновременных растров и последующей конкатенацией для получения индексов.

Статистический анализ включал в себя расчет площадей трансформации ландшафтных зон по типам переходов и административным единицам с использованием утилиты Таблица пересчетов.

Результаты и их обсуждение

Общая площадь, затронутая изменениями за последние два десятилетия, составляет около 60 000 га, что составляет около 1,28 % всей высокогорной зоны Северного Кавказа (более 2000 м).

Учитывая все изменения по ландшафтам, в том числе комплементарно дублирующиеся, на первом месте по площади стоят изменения горно-луговых ландшафтов, которые «поджимаются» и захватываются снизу горно-лесными ландшафтами (сокращение на 65 %), а с другой стороны сами захватывают другие зоны (34 % рост). Рост идет в основном за счет горно-лесных ландшафтов (более двух третей роста площадей) и нивально-гляциальных ландшафтов (около трети). Наименее заметными являются изменения нивально-гляциальных ландшафтов, которые составили около 5 % от площади всех изменений (табл. 2).

Изменения сильно различаются по регионам Северного Кавказа (табл. 3). Они большей частью пропорциональны соотношению основных ландшафтных зон в регионах. Максимальные по площади изменения нивально-гляциальных ландшафтов в Карачаево-Черкессии и в Северной Осетии-Алании. При этом лежащая между ними Кабардино-Балкария отражает наименьшие площади сокращения нивально-гляциальных ландшафтов. Республика Дагестан и Карачаево-Черкессия переживают самые крупные изменения в горно-лесной зоне.

Таблица 2. Изменения площадей основных типов высокогорных ландшафтов в 2000-2020 гг.

Table 2. Changes in the areas of the main high-mountain landscapes types in 2000-2020

	Нивально-гляциальных		Горно-луговых		Горно-лесных	
	сокращение	рост	сокращение	рост	Сокращение	рост
площадь га	6 521,98	0	39 785,39	20 906,25	14 384,27	39 785,39
%	100,00%		65,55%	34,45%	26,55%	73,45%
всего	6 521,98		60 691,64		54 169,66	

Таблица 3. Изменения площадей основных типов высокогорных ландшафтов в 2000-2020 гг. в регионах Северного Кавказа

Table 3. Changes in the areas of the main high-mountain landscapes types in 2000-2020 in the regions of the North Caucasus

Регион	Трансформации:					
	Нивально-гляциальных в горно-луговые		Горно-луговых в горно-лесные		Горно-лесных в горно-луговые	
	площадь в га	%	площадь в га	%	площадь в га	%
Краснодарский край	376,87	17,57%	937,97	43,73%	830,05	38,70%
Республика Адыгея	156,77	17,00%	373,96	40,55%	391,57	42,46%
Карачаево-Черкесская республика	2 262,45	18,57%	6 422,83	52,70%	3 501,13	28,73%
Кабардино-Балкарская республика	27,78	0,49%	4 549,47	81,01%	1 038,96	18,50%
Ставропольский край	0,00	0,00%	2,78	16,90%	13,67	83,10%
Республика Северная Осетия-Алания	1 656,80	32,08%	2 906,67	56,27%	601,80	11,65%
Республика Ингушетия	93,93	8,56%	886,83	80,85%	116,11	10,59%
Чеченская республика	299,89	8,12%	2 458,97	66,56%	935,37	25,32%
Республика Дагестан	1 647,49	5,52%	21 245,91	71,18%	6 955,62	23,30%
Всего	6 521,98	10,75%	39 785,39	65,55%	14 384,27	23,70%

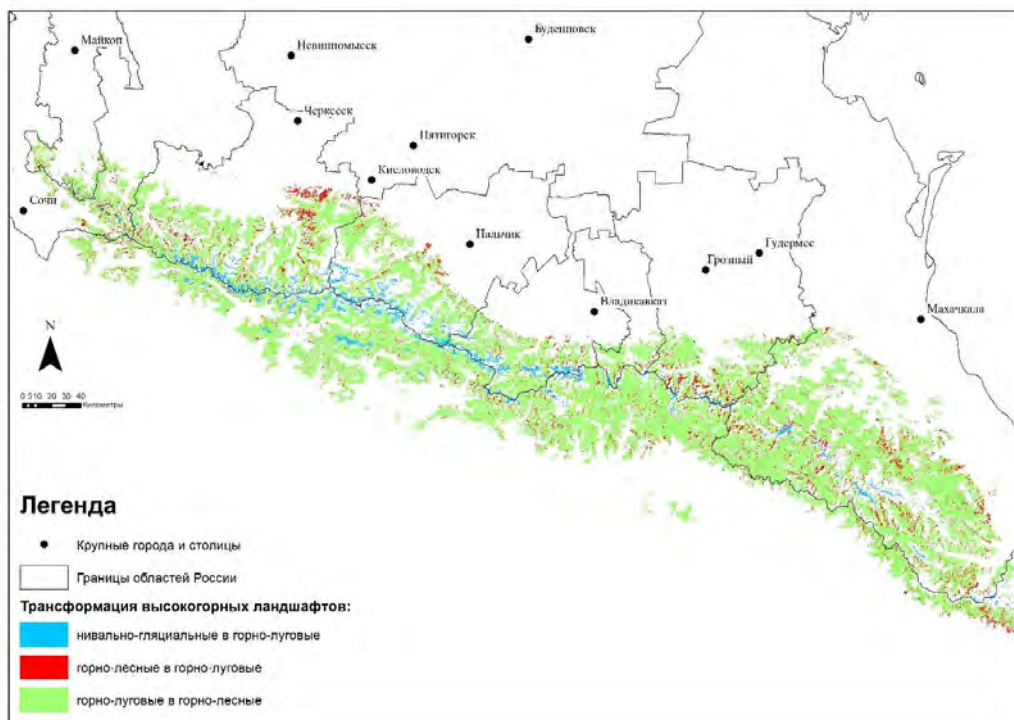


Рис. 2. Динамика трансформации ландшафтных зон высокогорной зоны Северного Кавказа за 2000-2020 гг. (пиксели изменений увеличены для наглядности)
Fig. 2. Transformation dynamics landscape zones in the high-mountain zone of the North Caucasus for 2000-2020 (change pixels are enlarged for clarity)

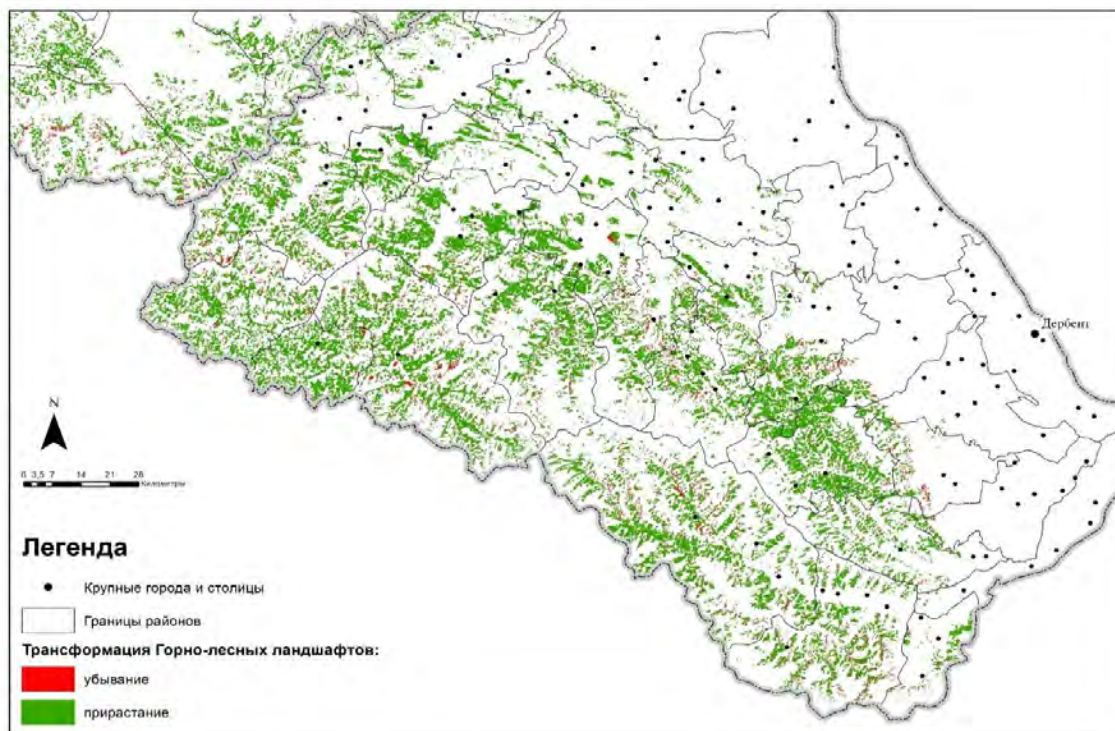


Рис. 3. Динамика границ горно-лесных ландшафтов за 2000-2020 гг. на территории Республики Дагестан (пиксели изменений увеличены для наглядности)
Fig. 3. Dynamics of the borders for mountain-forest landscapes for 2000-2020 on the territory of the Republic of Dagestan (pixels of changes are enlarged for clarity)

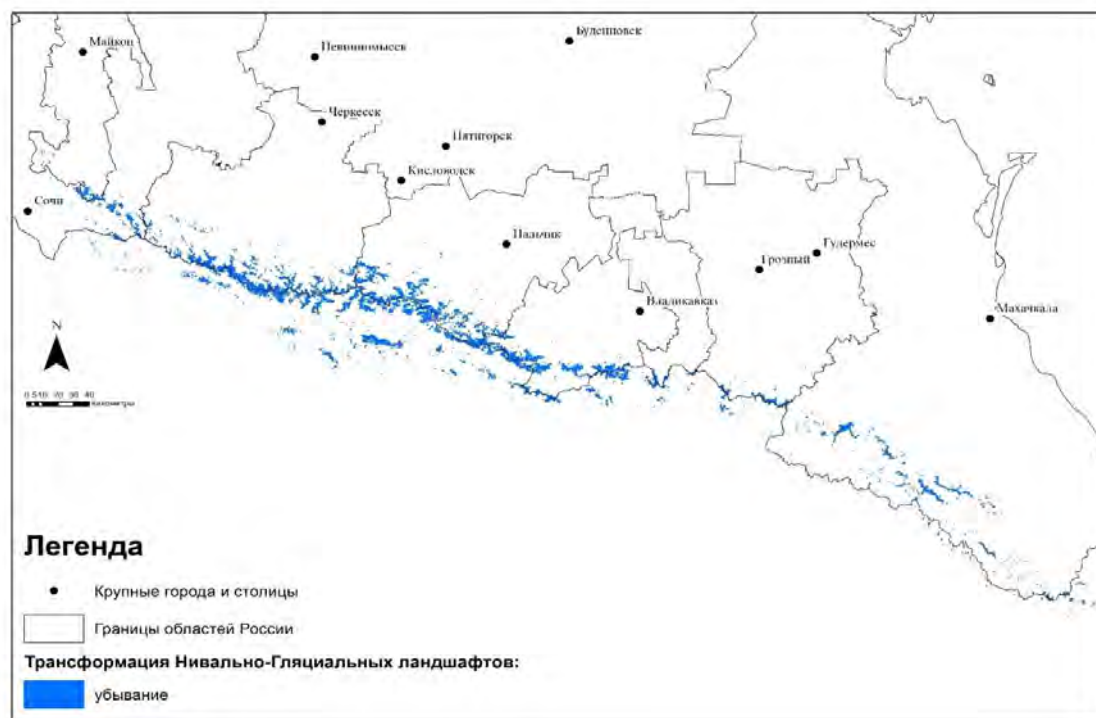


Рис. 4. Ареалы сокращения нивально-гляциальных ландшафтов в 2000-2020 гг. (пикселы изменений увеличены для наглядности)

Fig. 4. Areas of nival-glacial landscapes reduction in 2000-2020 (change pixels are enlarged for clarity)

При подробном анализе можно заметить, что увеличение лесов наблюдается практически повсеместно в высокогорье (рис. 2), особенно на верхней границе леса. Исключение составляет восточная часть Северного Кавказа, где уменьшения также приурочены и к нижней границе леса (Чеченская Республика, Дагестан). Уменьшение также заметно в восточной части Караево-Черкессии (плато Бечасын) и в большинстве осваиваемых долинах рек.

Уменьшение площадей горно-луговых ландшафтов заметно в среднегорьях. Увеличение в основном приурочено к ареалам, где наблюдается антропогенная деградация горных лесов, а также за счет сокращения нивально-гляциальной зоны.

Как видно из рисунка 4, наибольшие сокращения нивально-гляциальных ландшафтов наблюдаются на Центральном и Западном Кавказе (западнее массива Эльбрус). В Кабардино-Балкарии сокращения сопровождаются частичным увеличением ареалов нивально-гляциальных ландшафтов, что объясняет относительно небольшую долю суммарного сокращения нивально-гляциальной зоны в этой республике.

Заключение

Динамика границ высокогорных ландшафтов отражает сложную и, порой, не-

просто интерпретируемую картину: сокращение нивально-гляциальных ландшафтов и поднятие вверх (за счет освобожденных площадей) горно-луговых ландшафтов. В то же время горно-луговые ландшафты имеют тенденцию занимать и горно-лесные участки, т. е. опускаться вниз. При этом площадь горно-лесных ландшафтов в целом также увеличивается. Можно предположить, что причины разнообразия трендов изменения могут объясняться различиями в процессах трансформации использования земель в западном и восточном секторе Северного Кавказа, на локальном уровне – контрастными условиями северных и южных склонов крупных хребтов. Ощутимый отпечаток на современную ландшафтную динамику может оказывать предшествовавший характер землепользования. Выявление сложной цепочки причинно-следственных связей требует разработки региональных и локальных моделей с возможностью верификации закономерностей в полевых условиях на предварительно выбранных ключевых участках.

Основным результатом исследования можно считать доказанную возможность продуктивного использования глобальных данных дистанционного зонирования (LULC) на среднемасштабном страновом

(т. е. уровне физико-географической страны) уровне, а также выявление достоинств и недостатков традиционной и общепризнанной методологии оценки изменения так называемого земельно-ландшафтного покрова. К очевидным достоинства метода следует отнести, во-первых, корректную методику дешифрирования набора снимков с последующей разработкой унифицированного классификатора растровой по-

верхности, который может быть использован в любом регионе мира. Однако, как это часто бывает, недостатки любого метода являются прямым продолжением его достоинств: итоговые таксоны универсального классификатора на региональном уровне могут захватывать и объединять неблизкие типы реальных природных ландшафтов и землепользования.

Литература

1. Алексеева Н. Н., Гуня А. Н., Черкасова А. А. Динамика земельного покрова на горных охраняемых природных территориях Северного Кавказа (на примере национального парка «Алания») // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2021. № 2. С. 92-102.

2. Выгодская И. Н., Горшкова И. И. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности. М.: Гидрометеиздат, 1987. 246 с.

3. Гуня А. Н. Мониторинг высокогорных территорий с использованием наземных и аэрокосмических снимков (на примере национального парка «Приэльбрусье»): дис. ... канд. геогр. наук. М., 1990. 180 с.

4. Гуня А. Н., Машкова Р. А., Гежаев А. М. Динамика и трендовые изменения высокогорных ландшафтов в горно-рекреационных районах Северного Кавказа // Вопросы географии. Москва: Издательский дом «Кодекс». 2014. Т. 137. С. 521-543.

5. Дейвис Ш. М., Ландгребе Д. А., Филипс Т. Л. и др. Дистанционное зондирование: количественный подход. М.: Недра, 1983. 415 с.

6. Кринов Е. Л. Спектральная отражательная способность природных образований. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 272 с.

7. Колбовский Е. Ю., Гуня А. Н., Петрушина М. Н. Опыт сравнения геоинформационного моделирования и традиционного картографирования природных ландшафтов (на примере Приэльбрусья) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: материалы Международной конференции. 2022. Т. 28. С. 523-539.

8. Котляков В. М., Гуня А. Н., Грачева Р. А. Тенденции развития ландшафтов Северного Кавказа в условиях меняющегося климата и социально-экономических трансформаций: материалы 1 Кавказского международного экологического форума (Грозный, 15-16 октября 2013 г.). Грозный, 2013. С. 192-202.

9. Остроухов А. В. Оценка динамики антропогенной трансформации темнохвойных лесов Северного Сихотэ-Алиня на основе дистанционного зондирования // География и природные ресурсы. 2014. № 1. С. 155-160.

10. Шиятов С. Г., Моисеев П. А., Григорьев А. А. Мониторинг климатогенной динамики высокогорной древесной растительности при помощи

ландшафтных фотоснимков на Южном Урале // Вопросы географии. 2014. № 137. С. 125-155.

11. Шихов А. Н., Герасимов А. П., Пономарчук А. И., Перминова Е. С. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения: учебное пособие. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. 191 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/32ehnu> (дата обращения: 15.03.2022)

12. DiMiceli C., Townshend J., Carroll M., Sohlberg R. Evolution of the representation of global vegetation by vegetation continuous fields. Remote Sensing Environ. 2021. Vol. 254. Pp. 112271.

13. Dubayah R., Blair J. B., Goetz S., Fatoyinbo L., Hansen M., Healey S., Hofton M., Hurtt G., Kellner J., Luthcke S., Armston J., Tang H., Duncanson L., Hancock S., Jantz P., Marselis S., Patterson P. L., Qi W., Silva C. The Global Ecosystem Dynamics Investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. Science of Remote Sensing. 2020. 1, 100002.

14. Ewane E. B. Assessing land use and landscape factors as determinants of water quality trends in Nyong River basin, Cameroon. Environmental Monitoring and Assessment. 2020. 192(8). Pp. 1-35.

15. Ewane B. E., Lee H. H. Assessing land use/land cover change impacts on the hydrology of Nyong River Basin, Cameroon. Journal of Mountain Science. 2020. 17(1). Pp. 50-67.

16. Hansen M. C., Defries, R. S., Townshend J. R. G., Carroll M., Dimiceli C., Sohlberg R. A. Global Percent Tree Cover at a Spatial Resolution of 500 Meters: First Results of the MODIS Vegetation Continuous Fields Algorithm. Earth Interact. 2003. 7 (10). Pp 1-15.

17. Hansen M. C., Egorov A., Roy D. P., Potapov P., Ju J., Turubanova S., Kommareddy I, Loveland T. R. Continuous fields of land cover for the conterminous United States using Landsat data: First results from the Web-Enabled Landsat Data (WELD) project. Remote Sensing Letters. 2011. 2(4). Pp. 279-288.

18. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A. et al. High-Resolution Global Maps of 21st-century For-

est Cover Change. *Science*. 2013. 342(6160). Pp. 850-853.

19. Lambin E. F., Turner B. L., Geist H. J., Agbola S. B., Angelsen A., Bruce J. W., Coomes O. T., Dirzo R., Fischer G., Folke C., George, P. S. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*. 2001. 11(4). Pp. 261-269.

20. Lambin E. F., Geist H., Rindfuss R. R. Introduction: local processes with global impacts. In: *Land-Use and Land-Cover Change*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2006. Pp. 1-8.

21. Potapov P., Tyukavina A., Turubanova S., Talero Y., Hernandez-Serna A., Hansen M. C. et al. Annual continuous fields of woody vegetation structure in the Lower Mekong region from 2000-2017 Landsat time-series. *Remote Sensing Environ*. 2019. 232, 111278.

22. Potapov, P., Hansen M. C., Kommareddy I., Kommareddy A., Turubanova S., Pickens A. et al. Landsat Analysis Ready Data for Global Land Cover and Land Cover Change Mapping. *Remote Sensing*. 2020. 12(3), 426.

23. Potapov, P., Li, X., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Hansen, M. C., Kommareddy, A., et al. Mapping global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat Data. *Remote Sensing Environ*. 2021. 253(4), 112165.

24. Potapov P, Hansen M. C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song

X.-P., Baggett A, Kommareddy I., Kommareddy A. The Global 2000-2020 Land Cover and Land Use Change Dataset Derived from the Landsat Archive: First Results. *Front. Remote Sens*. 2022. 3:856903.

25. Resler L. M., Shao Y., Campbell J. B. and Michaels, A., 2020. Land cover and land use change in an emerging national park gateway region: Implications for mountain sustainability. In: Sarmiento F., Frolich L. M. (eds). *The Elgar companion to geography, transdisciplinarity and sustainability*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham. Pp. 270-292.

26. Song X. P., Hansen M. C., Stehman S. V., Potapov P. V., Tyukavina A., Vermote E. F., Townshend J. R. Global land change from 1982 to 2016. *Nature*, 2018. 560(7720). Pp. 639-643.

27. Townshend J. R. (1992). Improved Global Data for Land Applications: A Proposal for a New High Resolution Data Set: Report of the Land Cover Working Group of IGBP-DIS. IGBP Secretariat, the Royal Swedish Academy of Science. 87 p.

28. Verburg P. H., Erb K.-H., Mertz O., Espindola G. Land System Science: Between global challenges and local realities. *Current opinion in environmental sustainability*. 2013. 5(5). Pp. 433-437.

29. Wulder M. A., Masek J. G., Cohen W. B., Loveland T. R., Woodcock C. E. Opening the archive: How free data has enabled the science and monitoring promise of landsat. *Remote Sensing Environ*. 2012. 122:2-10.

References

1. Alekseeva N. N., Gunya A. N., Cherkasova A. A. Dynamics of land cover in the mountain protected natural areas of the North Caucasus (the case of Alania National Park). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Moscow University Bulletin. Series 5: Geography]. 2021. No. 2. Pp. 92-102. (In Russian)

2. Vygodskaya I. N, Gorshkova I. I. *Teoriya i eksperiment v distantsionnykh issledovaniyakh rastitel'nosti* [Theory and Experiment in Remote Studies of Vegetation]. Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1987. 246 p. (In Russian)

3. Gunya A. N. *Monitoring vysokogornyykh territoriy s ispol'zovaniem nazemnykh i aerokosmicheskikh snimkov (na primere natsional'nogo parka «Priel'brus'e»): dis. ... kand. geogr. nauk* [Monitoring of High-Mountain Territories Using Ground and Aerospace Images (the case of Elbrus National Park): Ph.D. thesis (Geography)]. Moscow, 1990. 180 p. (In Russian)

4. Gunya A. N., Mashkova R. A., Gezhaev A. M. Dynamics and trend changes in high-mountain landscapes in the mountain-recreational areas of the North Caucasus. *Voprosy geografii* [Issues of Geography]. Moscow, Kodeks Publ., 2014. Vol. 137. Pp. 521-543. (In Russian)

5. Davis Sh. M., Landgrebe D. A., Philips T. L. et al. *Distantsionnoe zondirovanie: kolichestven-*

nyy podkhod [Remote Sensing: The Quantitative Approach]. Moscow, Nedra Publ., 1983. 415 p. (In Russian)

6. Krinov E. L. *Spektral'naya otrazhatel'naya sposobnost' prirodnykh obrazovaniy* [Spectral Reflectivity of Natural Formations]. Moscow-Leningrad, the USSR Academy of Sciences Publ., 1947. 272 p. (In Russian)

7. Kolbovskiy E. Yu., Gunya A. N., Petrushina M. N. Comparison of geoinformation modeling and traditional mapping of natural landscapes (the case of Elbrus Region). *InterKarto.InterGIS. Geoinformatsionnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya territoriy: materialy Mezhdunarodnoy konferentsii* [InterKarto.InterGIS. Geoinformation Support for Sustainable Development of Territories: Proceedings of the International Conference]. 2022. Vol. 28. Pp. 523-539. (In Russian)

8. Kotlyakov V. M., Gunya A. N., Gracheva R. A. *Tendentsii razvitiya landshaftov Severnogo Kavkaza v usloviyakh menyayushchegosya klimata i sotsial'no-ekonomicheskikh transformatsiy: materialy 1 Kavkazskogo mezhdunarodnogo ekologicheskogo foruma (Groznyy, 15-16 oktyabrya 2013 g.)* [Trends in the Development of the North Caucasus Landscapes in a Changing Climate and Socio-Economic Transformations: Proceedings of the 1st Caucasian International Environmental Forum

(Grozny, October 15-16, 2013)]. Grozny, 2013. Pp. 192-202. (In Russian)

9. Ostroukhov A. V. Assessment of the anthropogenic transformation dynamics of dark coniferous forests in Northern Sikhote-Alin based on remote sensing. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources]. 2014. No. 1. Pp. 155-160. (In Russian)

10. Shiyatov S. G., Moiseev P. A., Grigor'ev A. A. Monitoring of climatogenic dynamics of high-mountain woody vegetation using landscape photographs in the Southern Urals. *Voprosy geografii* [Issues of Geography]. 2014. No. 137. Pp. 125-155. (In Russian)

11. Shikhov A. N., Gerasimov A. P., Ponomarchuk A. I., Perminova E. S. *Tematicheskoe deshifirovanie i interpretatsiya kosmicheskikh snimkov srednego i vysokogo prostranstvennogo razresheniya: uchebnoe posobie* [Thematic Decoding and Interpretation of Space Images of Medium and High Spatial Resolution: A Manual]. Available at: <https://clck.ru/32ehnu> (accessed 15.03.2022). (In Russian)

12. DiMiceli C., Townshend J., Carroll M., Sohlberg R. Evolution of the representation of global vegetation by vegetation continuous fields. *Remote Sensing Environ.* 2021. Vol. 254. Pp. 112271.

13. Dubayah R., Blair J. B., Goetz S., Fatoyinbo L., Hansen M., Healey S., Hofton M., Hurtt G., Kellner J., Luthcke S., Armston J., Tang H., Duncanson L., Hancock S., Jantz P., Marselis S., Patterson P. L., Qi W., Silva C. The Global Ecosystem Dynamics Investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. *Science of Remote Sensing.* 2020. 1, 100002.

14. Ewane E. B. Assessing land use and landscape factors as determinants of water quality trends in Nyong River basin, Cameroon. *Environmental Monitoring and Assessment.* 2020. 192(8). Pp. 1-35.

15. Ewane B. E., Lee H. H. Assessing land use/land cover change impacts on the hydrology of Nyong River Basin, Cameroon. *Journal of Mountain Science.* 2020. 17(1). Pp. 50-67.

16. Hansen M. C., Defries, R. S., Townshend J. R. G., Carroll M., Dimiceli C., Sohlberg R. A. Global Percent Tree Cover at a Spatial Resolution of 500 Meters: First Results of the MODIS Vegetation Continuous Fields Algorithm. *Earth Interact.* 2003. 7 (10). Pp 1-15.

17. Hansen M. C., Egorov A., Roy D. P., Potapov P., Ju J., Turubanova S., Kommareddy I, Loveland T. R. Continuous fields of land cover for the conterminous United States using Landsat data: First results from the Web-Enabled Landsat Data (WELD) project. *Remote Sensing Letters.* 2011. 2(4). Pp. 279-288.

18. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A. et al. High-Resolution Global Maps of 21st-century Forest Cover Change. *Science.* 2013. 342(6160). Pp. 850-853.

19. Lambin E. F., Turner B. L., Geist H. J., Agbola S. B., Angelsen A., Bruce J. W., Coomes O. T., Dirzo R., Fischer G., Folke C., George, P. S. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change.* 2001. 11(4). Pp. 261-269.

20. Lambin E. F., Geist H., Rindfuss R. R. Introduction: local processes with global impacts. In: *Land-Use and Land-Cover Change.* Springer, Berlin, Heidelberg. 2006. Pp. 1-8.

21. Potapov P., Tyukavina A., Turubanova S., Talero Y., Hernandez-Serna A., Hansen M. C. et al. Annual continuous fields of woody vegetation structure in the Lower Mekong region from 2000-2017 Landsat time-series. *Remote Sensing Environ.* 2019. 232, 111278.

22. Potapo, P., Hansen M. C., Kommareddy I., Kommareddy A., Turubanova S., Pickens A. et al. Landsat Analysis Ready Data for Global Land Cover and Land Cover Change Mapping. *Remote Sensing.* 2020. 12(3), 426.

23. Potapov, P., Li, X., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Hansen, M. C., Kommareddy, A., et al. Mapping global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat Data. *Remote Sensing Environ.* 2021. 253(4), 112165.

24. Potapov P, Hansen M. C., Pickens A., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Turubanova S., Zalles V., Li X., Khan A., Stolle F., Harris N., Song X.-P., Baggett A, Kommareddy I., Kommareddy A. The Global 2000-2020 Land Cover and Land Use Change Dataset Derived from the Landsat Archive: First Results. *Front. Remote Sens.* 2022. 3:856903.

25. Resler L. M., Shao Y., Campbell J. B. and Michaels, A., 2020. Land cover and land use change in an emerging national park gateway region: Implications for mountain sustainability. In: Sarmiento F., Frolich L. M. (eds.). *The Elgar companion to geography, transdisciplinarity and sustainability.* Edward Elgar Publishing, Cheltenham. Pp. 270-292.

26. Song X. P., Hansen M. C., Stehman S. V., Potapov P. V., Tyukavina A., Vermote E. F., Townshend J. R. Global land change from 1982 to 2016. *Nature,* 2018. 560(7720). Pp. 639-643.

27. Townshend J. R. (1992). Improved Global Data for Land Applications: A Proposal for a New High Resolution Data Set: Report of the Land Cover Working Group of IGBP-DIS. IGBP Secretariat, the Royal Swedish Academy of Science. 87 p.

28. Verburg P. H., Erb K.-H., Mertz O., Espindola G. Land System Science: Between global challenges and local realities. *Current opinion in environmental sustainability.* 2013. 5(5). Pp. 433-437.

29. Wulder M. A., Masek J. G., Cohen W. B., Loveland T. R., Woodcock C. E. Opening the archive: How free data has enabled the science and monitoring promise of landsat. *Remote Sensing Environ.* 2012. 122:2-10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Пуреховский Андрей Жоржевич, научный сотрудник, Институт географии РАН, Москва, Россия; e-mail: purekhovskii@igras.ru

Гуня Алексей Николаевич, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, Институт географии РАН, Москва, Россия; e-mail: a.n.gunya@igras.ru

Колбовский Евгений Юлисович, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, географический факультет, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия; e-mail: kolbovskii@igras.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Andrey Zh. Purekhovsky, Researcher, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: purekhovskii@igras.ru

Alexey N. Gunya, Doctor of Science (Geography), Leading Researcher, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: a.n.gunya@igras.ru

Evgeny Y. Kolbovsky, Doctor of Science (Geography), Leading Researcher, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: kolbovskii@igras.ru

Принята в печать 08.06.2022 г.

Received 08.06.2022.

Науки о Земле / Earth Science

Оригинальная статья / Original Article

УДК 004.9:528.8:631.6

DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-84-92

Возможности использования геоинформационных и смежных технологий при проектировании гидромелиоративных систем

© 2022 **Тесленок С. А., Гунин А. А., Долгачева Т. А.**

Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва,
Саранск, Россия; e-mail: teslserg@mail.ru; gunin-stroy@yandex.ru,
tdolgacheva@yandex.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Определение возможностей применения современных ГИС, геоинформационных и спутниковых технологий для сбора и обработки материалов инженерно-экологических изысканий в целях разработки проектной документации оросительных и осушительных гидромелиоративных систем. **Методы.** Сбор и обработка полевых и камеральных материалов инженерно-экологических изысканий, геоинформационно-картографических и спутниковых данных. **Результаты.** Приведены примеры практического использования современных ГИС, геоинформационных и спутниковых технологий в инженерно-экологических изысканиях для целей гидромелиорации Проектного института ООО «Водстройпроект-М» (г. Саранск, Республика Мордовия), включая выполненные в других регионах – Волгоградской и Самарской областях. По полученным с помощью навигационной программы SAS.Планета космоснимкам были выявлены территории, подверженные процессам засоления и распространения солонцовых почв, характерные для ландшафтов семиаридных и аридных регионов и определены места расположения курганных могильников, внесенных в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации. Дополнительно рассмотрены особенности использования спутниковых технологий с применением режима РТК-съёмки (кинематики реального времени). **Вывод.** Любые инженерно-экологические изыскания основаны на сборе и обработке данных, включая результаты, получаемые при изучении и анализе геоинформационно-картографических материалов и спутниковых данных, и при этом неопределимы роль и значение ГИС. В качестве центрального звена и базового модуля при создании специализированной ГИС для целей мелиорации, предлагается использовать навигационную программу SAS.Планета, применяемую на всех этапах изысканий и проектирования. ГИС, геоинформационные и смежные технологии позволяют существенно экономить средства на финансовую составляющую инженерно-экологических изысканий для целей гидромелиорации и ускорять сроки их проведения, повысив при этом точность и качество

выполняемых работ. Это позволит в дальнейшем, при строительстве и эксплуатации новых гидромелиоративных систем, избежать проявления неблагоприятных с экологической точки зрения явлений и процессов.

Ключевые слова: географическая информационная система, ГИС, геоинформационные технологии, карты, космоснимки, спутниковые технологии, SAS.Планета, гидромелиорация, орошение, осушение, проектирование.

Формат цитирования: Тесленок С. А., Гунин А. А., Долгачева Т. А. Возможности использования геоинформационных и смежных технологий при проектировании гидромелиоративных систем // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 84-92. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-84-92

Possibilities of Geoinformation and Related Technologies Using in the Design of Hydro-Reclamation Systems

© 2022 **Sergey A. Teslenok, Andrey A. Gunin, Tatyana A. Dolgacheva**
National Research Ogarev Mordovia State University
Saransk, Russia; e-mail: teslserg@mail.ru; gunin-stroy@yandex.ru,
tdolgacheva@yandex.ru

ABSTRACT. Aim. Determination of the possibilities for modern GIS, geoinformation and satellite technologies using for collecting and processing materials of engineering and environmental surveys in order to develop design documentation for irrigation and drainage irrigation systems. **Methods.** Collection and processing of field and office materials of engineering and environmental surveys, geoinformation and cartographic and satellite data. **Results.** Examples of the practical use of modern GIS, geoinformation and satellite technologies in engineering and environmental surveys for the purposes of hydro-reclamation of Vodstroyproekt-M OOO Design Institute (Saransk, Republic of Mordovia), including those carried out in other regions – Volgograd and Samara regions, are given. According to the satellite images obtained with the help of SAS.Planet navigation program, the territories exposed to the processes of salinization and the saline soils spread characteristic for the landscapes of semiarid and arid regions were identified and the locations of burial mounds included in the Unified State Register of Cultural Heritage Objects (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples in the Russian Federation were determined. **Conclusion.** Any engineering and environmental surveys are based on the collection and processing of data, including the results obtained from the study and analysis of geoinformation and cartographic materials and satellite data, and at the same time the role and importance of GIS are invaluable. As a central link and a basic module when creating a specialized GIS for land reclamation purposes, it is proposed to use SAS.Planet navigation program used at all stages of surveys and design. GIS, geoinformation and related technologies make it possible to significantly save money on the financial component of engineering and environmental surveys for the hydro-reclamation and accelerate the timing of their implementation, while increasing the accuracy and quality of the work performed. This will make it possible during the construction and operation of new hydro-reclamation systems, to avoid the unfavorable phenomena and processes from an environmental point of view.

Keywords: geographic information system, GIS, geoinformation technologies, maps, satellite images, satellite technologies, SAS.Planet, hydromelioration, irrigation, drainage, design.

For citation: Teslenok S. A., Gunin A. A., Dolgacheva T. A. Possibilities of Geoinformation and Related Technologies Using in the Design of Hydro-Reclamation Systems. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 84-92. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-84-92 (In Russian)

Введение

Неотъемлемой составной частью и фундаментом любых инженерно-экологических изысканий (далее ИЭИ) является сбор и обработка данных, запрашиваемых в государственных учреждениях, реестрах, фондах, а также результатов, получаемых при изучении и анализе геоинформационно-картографических материалов и спутнико-

вых данных. При этом неопределимы роль и значение ГИС. ГИС (географическая информационная система, геоинформационная система) – это система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных, (географических) данных и связанной с ними непространственной атрибутивной информации о пространственных объектах [2; 5; 7].

Материалы и методы исследования

Применение ГИС и переход на цифровизацию экологических моделей текущего экологического состояния окружающей среды существенно меняет подход к проведению ИЭИ для проектирования гидромелиоративных систем и для осуществления изысканий экологической направленности в целом. Важнейшим преимуществом перехода на использование ГИС, геоинформационных и смежных технологий и активное их внедрение в практику являются: удешевление стоимости комплекса работ по изысканиям и проектированию; сокращение сроков проведения изысканий; повышение качества выполняемой работы; рост мобильности данных; возможность быстрой и несложной передачи данных с одного устройства на любое другое или их вывод на печать; увеличение скорости анализа полученных данных и принятия оперативных управленческих решений.

С технологической точки зрения ГИС экологической направленности рассматриваются как средство хранения, сбора, отображения, распространения и преобразования пространственно-координированной экологической информации. Технологический процесс использования ГИС в научных экологических исследованиях и ИЭИ можно разделить на несколько этапов [5]:

- сбор исходного материала и создание специализированной ГИС локального или регионального уровня и её баз данных [3; 4; 7; 15];

- решение поставленных научно-практических задач и обработка полученных при помощи существующих ГИС данных [2; 7];

- визуализация пространственных и атрибутивных данных и результатов вычислительных задач с применением ГИС [2; 7].

Наибольшие показатели результативности и эффективности ИЭИ достигаются в случае максимальной степени точности сбора, обобщения, визуализации и анализа изучаемой информации. Результаты ИЭИ формируются преимущественно из данных [4; 5]:

- констатирующих (полученных в подготовительный период и непосредственно в момент проведения инженерных изысканий);

- оценочных (полученных в результате обработки результатов выполненных изыскательских работ);

- прогнозируемых (по материалам которых осуществляется прогноз экологических изменений среды под влиянием функционирования инженерного объекта).

Значительный опыт организации и проведения инженерно-технического проектирования и ИЭИ для целей гидромелиорации, в т. ч. и с использованием совре-

менных ГИС, геоинформационных и спутниковых технологий имеет Проектный институт ООО «Водстройпроект-М» (г. Саранск). Так, только на территории Республики Мордовия с 2017 г. выполнены работы по разработке проектной документации по мероприятиям расчистки русел рек Мокша (участка территории Ковылкинского муниципального района); Сейтма (территория Казенно-Майданского сельского поселения того же района); Малая Варма (территория с. Ельники Ельниковского района); Куря (территория Ладского сельского поселения Ичалковского района); преддекларационному обследованию гидротехнических сооружений с составлением актов, расчет вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических и имуществу физических и юридических лиц в результате аварий на гидротехнических сооружениях; разработке проектной и проектно-сметной документации по объектам капитального ремонта гидротехнических сооружений прудов (на балке Сухой дуб, с. Куликовка Октябрьского района г.о. Саранск; на р. Парка, с. Мордовские Парки и овраге Бол. Угол, д. Зиновские Выселки Краснослободского муниципального района; выполнение проектных и изыскательских работ по реконструкции магистральных и осушительных каналов и отрегулированных водоприёмников осушительных систем (ОС) (НЛК-1, НЛК-2, НЛК-3 ОС «Ладка» Ичалковского района; МК-1 ОС «Исса», Инсарского района; МК-1 и ОК-1-1 ОК-2-1, ОК-2-2, ОК-2-3, ОК-2-4 ОС «Совхоз-техникум «Новокарьгинский» Краснослободского района.

Результаты и их обсуждение

Кроме указанных выше работ, специалистами организации в рамках ИЭИ для целей гидромелиорации выполнялись работы по изучению соответствия и достоверности материалов, полученных при помощи ГИС, данным и результатам полевых исследований. В ходе ИЭИ были исследованы материалы спутниковых снимков высокого разрешения, благодаря которым инженерами-экологами были составлены программы производства экологических работ. Полевые исследования, организованные и осуществлённые на основании предварительных данных ГИС, были подтверждены на всех изучаемых объектах. К примеру, в 2019 г. в процессе проведения работ вдоль трассы Палласовского канала в Палласовском районе Волгоградской области по спутниковым материалам были выявлены территории, подверженные процессам засоления и распространения солонцовых почв, характерные для ландшафтов подобных семиаридных и аридных регионов [9] (рис. 1), а в 2021 г. – при

проектировании оросительной системы по объекту «Строительство внутрихозяйственной оросительной системы на площади 2700 га в Приволжском районе Самарской области» по спутниковым снимкам были определены места расположения курганных могильников (рис. 2). Выявленные при проведении работ курганы внесены в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации [12; 14].

Спутниковые снимки в настоящее время имеют достаточное пространственное разрешение, что позволяет инженерам-экологам широко использовать их для изучения территорий предстоящего гидромелиоративного строительства и освоения. Увеличение качества спутниковых материалов позволяет правильнее и шире раскрывать проблемы земельных участков в целом, а значит, на этой основе станет возможным выявление и своевременное принятие мер по ликвидации существующих факторов негативного воздействия на гидромелиоративные системы, а также воздействия самих гидромелиоративных систем на окружающую природную и антропогенную среду.

Кроме того, необходимо помнить, что внедрение ГИС в ИЭИ – это самый верный и надежный путь к их удешевлению, повышению качества, созданию единой базы данных для проектировщиков и организации обмена данными. Применение спутниковых материалов позволяет точно определить план предстоящих полевых работ, маршруты наблюдений и места для привлечения особого внимания при вы-

полнении рекогносцировочных работ, связанных с ИЭИ.

В полевых исследованиях экологической направленности свое (теперь уже ставшее неотъемлемым) применение ГИС нашли при организации и проведении сезонных маршрутных наблюдений; фаунистических обследований; выявлении мест зимовки и путей миграции животных; археологических раскопок; отборах проб почв, воды, воздуха, гамма-съемках и т. д. [2; 7]. При выполнении подобных видов работ критически важным фактором является точность фиксации, нанесения и отражения в геоинформационно-картографических данных мест отбора и находок полевых материалов. Фиксация координат в ходе полевых исследований при помощи GPS-технологий и передача их в программные комплексы позволяет в последующем точно определить экологическое состояние исследуемой территории, разработать мероприятия по ликвидации неблагоприятных факторов, разработать комплексный подход к изучению не только самого проблемного участка, но и прилегающей к нему территории. Так, к примеру, зафиксированные при проведении полевых исследований памятники культурного наследия (рис. 2), имеющие точные границы охранных зон, при помощи GPS-систем были четко перенесены на геоинформационно-картографическую основу, что позволило в последующем, при проектировании системы гидромелиоративных мероприятий и сооружений, предусмотреть соответствующие проектные решения, не приводящие к негативному влиянию гидромелиоративных систем на объекты культурного наследия [12; 14].



Рис. 1. Спутниковый снимок района распространения засоленных почв вдоль трассы Палласовского канала (Палласовский район Волгоградской области) [18]
Fig. 1. Satellite image of the area of saline soils distribution along the Pallasovsky Canal route (Pallasovsky District of the Volgograd Region)

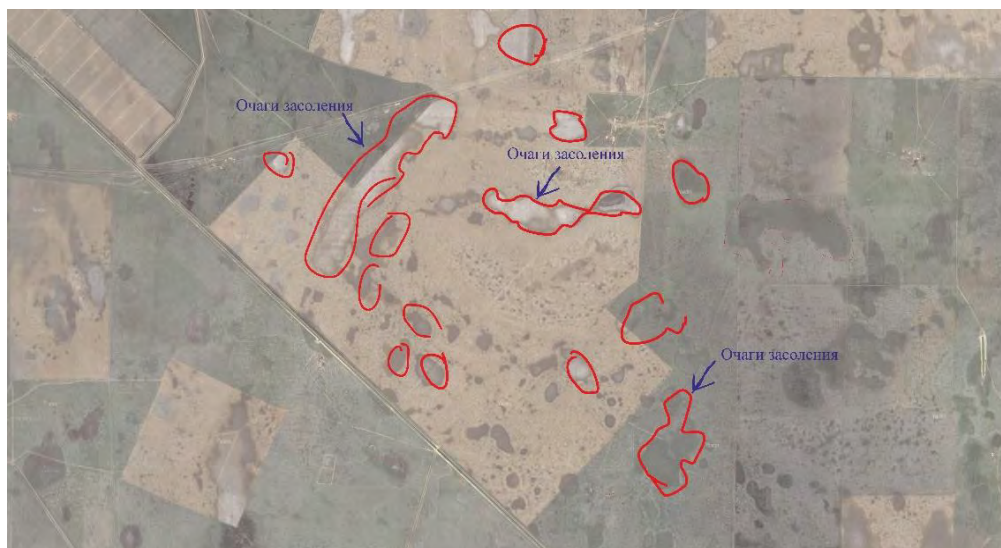


Рис. 2. Спутниковый снимок курганных могильников в Приволжском районе Самарской области [18]

Fig. 2. Satellite image of burial mounds in the Privolzhsky District of the Samara Region

Проектирование и создание комплексов карт в процессе проведения и по результатам выполнения полевых исследований: почвенных (общих, почвенно-агрохимических, свойств почв (кислотности, солонцеватости, засоленности (засоления), (общего содержания водорастворимых солей, токсичных солей и отдельных ионов), гранулометрического (механического) состава), почвенно-мелиоративных (запасов солей, фильтрационной способности, защелченности и т. п.), оценочных (бонитетных, агропроизводственных групп почв), почвенно-эрозионных (степени эродированности / дефлированности, податливости / устойчивости эрозии, эрозионно-опасных ареалов и др.), почвенно-экологических (валовых и подвижных форм микроэлементов, пестицидов и других загрязняющих веществ) [13; 16]; биогеографических (флористических, геоботанических, растительности, лесов, лесной таксации, естественных кормовых угодий, фаунистических, зоогеографических, ареалов обитания, миграций животных, промысловых, флористического и фаунистического районирования, экосистем, биомов, болотного фонда, фито-экологических и зооэкологических, окружающей среды, охраны природы и др.) [6; 16]; геологических (карт фактического материала, собственно геологических, тектонических, геофизических (петроплотностных, магнитных и гравитационных аномалий, удельного электрического сопротивления и др.), структурных, геохимических, геоморфологических, инженерно-геологических, геодинамических, неотектонических, палеогеографических, фациально-палеогеографических, палеогеологических (палеотектонических, па-

линспастических), литологических (литолого-петрографических, литолого-фациальных), формационных, стратиграфических, петрографических, метаморфических, четвертичных отложений, металлогенических, полезных ископаемых, прогнозных по отдельным видам минерального сырья и их комплексов и др.) [10; 16]; гидрогеологических (общих, основных водоносных горизонтов, специального целевого назначения, гидрогеологического районирования, гидрохимических, карт ресурсов подземных вод и др.) [11; 16] в настоящее время невозможно без применения ГИС. Говоря о картах экологического состояния, трудно не согласиться с тем, что они не сильно отличаются от соответствующих групп карт природы и социально-экономических карт, в которых также могут присутствовать карты с выделенными специализированными сюжетами, обладающие экологической направленностью [1; 8; 15; 16].

При съемках мест и результатов проявления различных экзогеодинамических (в т. ч. антропогенно стимулированных) процессов активно используются спутниковые технологии с применением режима РТК-съемок (кинематики реального времени) [17], что позволяет существенно снизить временные и материальные трудозатраты на изыскания, при этом значительно повысить их качество. Спутниковые технологии с применением режима РТК активно применяются для определения местоположения и выноса в натуре водоохраных зон, прибрежных защитных полос, построения морфометрических створов, русловых съемок и др. Особой группой геомоделирующих функций всех современных ГИС слу-

жит цифровое моделирование рельефа [7; 14], являющееся применительно к проблематике ИЭИ в целях разработки проектирования гидромелиоративных систем предметом отдельного разговора. Кроме того, современные программные комплексы позволяют в режиме реального времени произвести оценку видов и режимов выпадения и особенностей пространственного распределения осадков, атмосферного давления, направления и скорости ветра, температурного режима воздуха и почвы, а также получить соответствующий картографический материал, оценить и проанализировать его, и сделать на этой основе выводы о климатических особенностях территории, подлежащей гидромелиорации.

Хорошо зарекомендовавшим себя программным комплексом для сбора разнообразных спутниковых и картографических материалов, получения всевозможных атрибутивных данных, включая цели ИЭИ, может быть признана навигационная программа SAS.Планета (SAS.Planet / SASPlanet) [18]. Этот программный комплекс позволяет определить: особенности географического положения того или иного объекта или территории; степень зазеленности, заозеренности, заболоченности территории; наличие признаков окисления или засоления почв; проявление и распространённость эрозионных процессов; наличие линий электропередачи, связи, сетей трубопроводов и других инженерных коммуникаций; проявление и результаты техногенного вмешательства; выявить места возможного распространения исторических и археологических памятников (например, характерных для условий степных ландшафтов курганных могильников (рис. 2) и т. п., получить необходимый картографический или спутниковый материал нужного масштаба (пространственного разрешения) с географической привязкой.

Навигационная программа SAS.Планета, оптимально подходящая в качестве базового модуля и центрального звена при создании специализированной ГИС для целей мелиорации, в настоящее время применяется на всех этапах изысканий и проектирования. В частности, она активно использовалась при организации и осуществлении указанных выше работ, выполненных Проектным институтом ООО «Водстройпроект-М». Приведенные ранее на рисунках 1 и 2 участки распространения засоленных почв и курганных могильников расшифрованы по космоснимкам, также полученным с использованием сервисов SAS.Planet [4; 18].

Главными преимуществами программы являются: возможность бесплатного распространения и использования, не требующая никаких финансовых вложений; наличие большой базы данных спутниковых и картографических данных разных пространственных уровней; возможность быстрого изучения программного комплекса пользователями, связанная с доступностью, интуитивно понятным интерфейсом и простотой его использования; возможность свободного извлечения, копирования и передачи информации на другие устройства и в другие программные комплексы; сильные возможности векторизации растровых данных; а также то, что это отечественный программный продукт, соответственно его интерфейс и помощь – полностью на русском языке. К недостаткам можно отнести лишь относительно редкую актуализацию версий программного обеспечения и спутниковой информации, а также ограниченное количество модулей и, как следствие, – незначительные возможности дополнительной обработки информации.

Заключение

К сожалению, в настоящее время непосредственно для целей ИЭИ гидромелиоративных систем ГИС практически не разрабатываются, не создаются и не применяются, но имеющиеся технологии уже активно используются и находят свое применение на всех этапах таких изысканий: сбора и обработки исходных данных, организации и осуществления полевых исследований, выполнения камеральной обработки полученных материалов, формулирования возможных вариантов и принятия проектных решений. Именно ГИС, геоинформационные и смежные технологии позволяют перевести ИЭИ для целей гидромелиорации на новый уровень и в полуавтоматический режим, что, в свою очередь, позволит существенно экономить средства на их финансовую составляющую и ускорять сроки проведения самих изысканий, а самое главное – повысить при этом точность и качество выполняемых работ. Высокая точность выполненных с применением современных ГИС, геоинформационных и спутниковых технологий ИЭИ может помочь избежать в дальнейшем, при строительстве и, особенно, эксплуатации новых оросительных и осушительных гидромелиоративных систем ряда неблагоприятных с экологической точки зрения явлений и процессов. Прежде всего, это вторичное засоление, чрезмерное осушение или напротив – подтопление и / или заболачивание территорий, наводнения, интенсивное развитие эрозии и др. Поэто-

му создание новых цифровых геоинформационно-картографических моделей для целей ИЭИ и увеличение частоты их актуализации – это то, чего остро не хватает изыскательским и проектным институтам в настоящее время. Без разработки и со-

здания специализированных ГИС непосредственно для целей ИЭИ продолжительность сроков их проведения останется также достаточно продолжительной и, как следствие, – экономически затратной.

Литература

1. Алексеенко Н. А. О видах и типах экологических карт // Геодезия и картография. 2004. № 7. С. 44-51.
2. Ананьев Ю. С. Геоинформационные системы: учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2003. 70 с.
3. Бучацкая Н. В., Тесленок С. А., Козлов Д. А., Тесленок К. С. Природное компьютерное картографирование на локальном уровне // ИнтерКарто. ИнтерГИС: материалы Международной научной конференции. 2015. Т. 21 (1). С. 396-408.
4. Бучацкая Н. В., Тесленок С. А., Суглина А. В., Тесленок К. С. Источники информационных ресурсов для формирования баз данных водных объектов ГИС «Экология» и обеспечения геоинформационного геоэкологического картографирования // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы VI (заочной) Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 20 ноября 2014 г.). Воронеж: Научная книга, 2014. С. 34-41.
5. Васильев В. Н. Обзор существующих ГИС // Молодой ученый. 2016. № 14 (118). С. 62-66.
6. Емельянова Л. Г., Огуреева Г. Н. Биогеографическое картографирование. М.: Юрайт, 2021. 108 с.
7. Капралов Е. Г., Кошкарёв А. В., Тикунов В. С., Глазырин В. В., Заварзин А. В., Замай С. С., Лурье И. К., Охонин В. А., Пырьев В. И., Рыльский И. А., Семин В. И., Серапинас Б. Б., Симонов А. В., Трофимов А. М., Флейс М. Э., Якубайлик О. Э., Яровых В. Б. Геоинформатика: учеб. для студ. вузов. М.: Академия, 2005. 480 с.
8. Мамась Н. Н., Антоненко Д. А., Мельник О. А. и др. Экологическое картографирование: учебное пособие / под общ. ред. И. С. Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2017. 116 с.
9. Тесленок С. А. Солонцовые комплексы в ландшафтах Акмолинского Приишмья // Информационное пространство современной науки: материалы Международной заочной научно-практической конференции (Чебоксары, 6 февраля 2010 г.). Чебоксары: НИИ педагогики и психологии, 2010. С. 214-216.
10. Геологические карты [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/>

78524/ Геологические?ysclid=latxhy89 so14592 2181 (дата обращения 04. 01. 2022).

11. Гидрогеологические карты [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/79127/Гидрогеологические> (дата обращения 04. 01. 2022).

12. Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://okn-mk.mkrf.ru/maps> (дата обращения 04. 01. 2022).

13. Почвенные карты [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/123169/Почвенные> (дата обращения 04. 01. 2022).

14. Сведения из Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/> (дата обращения 04. 01. 2022).

15. Тесленок С. А., Бучацкая Н. В. Экологические карты: учебно-методический комплекс для студентов. Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2020 [Электронный ресурс]. URL: <http://catalog.inforeg.ru/inet/GetEzineByID/330012> (дата обращения 04. 01. 2022).

16. Тесленок С. А. Использование карт: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2021 [Электронный ресурс]. URL: http://openedo.mrsu.ru/pluginfile.php/130240/mod_resource/content/1/Использование%20карт.pdf (дата обращения 04.01.2022).

17. Тимофеев М. В. RTK-режим системы глобального позиционирования при топографической съемке линейных объектов // Огарев-онлайн. 2015. № 24. [Электронный ресурс]. URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/rtk-rezhim-sistemy-globalnogo-pozicionirovaniya-pri-topograficheskoy-semke-linejnykh-obektov> (дата обращения 04.01.2022).

18. SASGIS – Веб-картография и навигация [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sasgis.org/> (дата обращения 04.01.2022).

References

1. Alekseenko N. A. On the species and types of ecological maps. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and Cartography]. 2004. No. 7. Pp. 44-51. (In Russian)
2. Anan'ev Yu. S. *Geoinformatsionnye sistemy: uchebnoe posobie* [Geoinformation Systems: A Manual]. Tomsk, TPU Publ., 2003. 70 p. (In Russian)
3. Buchatskaya N. V., Teslenok S. A., Kozlov D. A., Teslenok K. S. Natural computer mapping at

the local level. *InterKarto. InterGIS: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [InterCarto. InterGIS: Proceedings of the International Scientific Conference]. 2015. Vol. 21 (1). Pp. 396-408. (In Russian)

4. Buchatskaya N. V., Teslenok S. A., Suglina A. V., Teslenok K. S. Sources of information resources for the formation of databases of GIS "Ecology" water bodies and the provision of geoin-

formation geocological mapping. *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye v regionakh Rossii: materialy VI (zaochnoy) Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Voronezh, 20 noyabrya 2014 g.)* [Geoinformation Mapping in the Regions of Russia: Proceedings of the 6th (correspondence) All-Russian Scientific and Practical Conference (Voronezh, November 20, 2014)]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2014. Pp. 34-41. (In Russian)

5. Vasilev V. N. Review of GIS. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist]. 2016. No. 14 (118). Pp. 62-66. (In Russian)

6. Emelyanova L. G., Ogureeva G. N. *Biogeograficheskoe kartografirovaniye* [Biogeographic Mapping]. Moscow, Yurayt Publ., 2021. 108 p. (In Russian)

7. Kapralov E. G., Koshkarev A. V., Tikunov V. S., Glazyrin V. V., Zavarzin A. V., Zamay S. S., Lure I. K., Okhonin V. A., Pyrev V. I., Rylskiy I. A., Semin V. I., Serapinas B. B., Simonov A. V., Trofimov A. M., Fleys M. E., Yakubaylik O. E., Yarovykh V. B. *Geoinformatika: ucheb. dlya stud. Vuzov* [Geoinformatics: A Manual for students of universities]. Moscow, Academy Publ., 2005. 480 p. (In Russian)

8. Mamas N. N., Antonenko D. A., Melnik O. A. et al. *Ekologicheskoe kartografirovaniye: uchebnoe posobie* [Ecological Mapping: A Manual]. I. S. Belyuchenko (ed.) Krasnodar, KSAU Publ., 2017. 116 p. (In Russian)

9. Teslenok S. A. Solonetzic complexes in the landscapes of the Akmola Priishimye. *Informatsionnoe prostranstvo sovremennoy nauki: materialy Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Cheboksary, 6 fevralya 2010 g.)* [Information Space of Modern Science: Proceedings of the International Correspondence Scientific and Practical Conference (Cheboksary, February 6, 2010)]. Cheboksary, Research Institute of Pedagogy and Psychology Publ., 2010. Pp. 214-216. (In Russian)

10. *Geologicheskije karty* [Geological Maps]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/78524/Геологические?ysclid=latxhy89so145922181> (accessed 04.01.2022). (In Russian)

11. *Gidrogeologicheskije karty* [Hydrogeological Maps]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/>

bse/79127/Гидрогеологические (accessed 04.01.2022). (In Russian)

12. *Edinyy gosudarstvennyy reestr ob"ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) narodov Rossiyskoy Federatsii* [Unified State Register of Cultural Heritage Objects (Monuments of History and Culture) of the Peoples in the Russian Federation]. URL: <https://okn-mk.mkrf.ru/maps> (accessed 04.01.2022). (In Russian)

13. *Pochvennyye karty* [Soil Maps]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/123169/Почвенные> (accessed 04.01.2022). (In Russian)

14. *Svedeniya iz Edinogo gosudarstvennogo reestra ob"ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) narodov Rossiyskoy Federatsii* [Information from the Unified State Register of Cultural Heritage Objects (Monuments of History and Culture) of the Peoples in the Russian Federation]. URL: <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/> (accessed 04.01.2022). (In Russian)

15. Teslenok S. A., Buchatskaya N. V. *Ekologicheskije karty: uchebno-metodicheskij kompleks dlya studentov*. Saransk, Mordovian University Publ., 2020. [Ecological Maps: Educational and Methodological Complex for Students]. URL: http://openedo.mrsu.ru/pluginfile.php/116589/mod_resource/content/1/Экологически%20карты.pdf (accessed 04.01.2022). (In Russian)

16. Teslenok S. A. *Ispol'zovanie kart: ucheb. posobie* [Use of Maps. A Manual]. Saransk, Mordovian University Publ., 2021. URL: http://openedo.mrsu.ru/pluginfile.php/130240/mod_resource/content/1/Использование%20карт.pdf (accessed 04.01.2022). (In Russian)

17. Timofeev M. V. RTK-mode of the global positioning system for topographic survey of linear objects. *Ogarev-online* [Ogarev-online]. 2015. No. 24. URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/rtk-rezhim-sistemy-globalnogo-pozicionirovaniya-pri-topograficheskoy-semke-linejnyx-obektov> (accessed 04.01.2022). (In Russian)

18. *SASGIS – Veb-kartografiya i navigatsiya* [SASGIS - Web Cartography and Navigation]. URL: <http://www.sasgis.org/> (accessed 04.01.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Тесленок Сергей Адамович, кандидат географических наук, доцент кафедры геодезии, картографии и геоинформатики, географический факультет, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, Саранск, Россия; e-mail: teslserg@mail.ru

Гунин Андрей Андреевич, магистрант, кафедра землеустройства и ландшафтного планирования, географический факультет, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Sergey A. Teslenok, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Geodesy, Cartography and Geoinformatics, Faculty of Geography, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia; e-mail: teslserg@mail.ru

Andrey A. Gunin, graduate student, Department of Land Management and Landscape Planning, Faculty of Geography, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia; e-mail: gunin-stroy@yandex.ru

Tatyana A. Dolgacheva, Ph.D. (Geography),

Огарёва, Саранск, Россия; e-mail: gunin-stroy@yandex.ru

Долгачева Татьяна Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры геодезии, картографии и геоинформатики, географический факультет, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, Саранск, Россия; e-mail: tdolgacheva@yandex.ru

Associate Professor, Department of Geodesy, Cartography and Geoinformatics, Faculty of Geography, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia; e-mail: tdolgacheva@yandex.ru

Благодарность

Работа выполнена в рамках проекта «Создание электронного терминологического словаря-справочника по дисциплине «Геоинформационные технологии в экологических исследованиях» направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» (профиль «Управление природопользованием»)» № ГСГК-0049/21 от 26.07.2021 г.

Проект реализуется победителем Конкурса на предоставление грантов преподавателям магистратуры благотворительной программы «Стипендиальная программа Владимира Потанина» Благотворительного фонда Владимира Потанина.

Acknowledgment

The research was carried out as a part of the project No. GSGC-0049/21 dated 07.26.2021 "Creation of an Electronic Terminological Dictionary-Reference Book for the Discipline "Geoinformation Technologies in Environmental Research" Training area 05.04.06 "Ecology and Nature Management" (Environmental Management profile)".

The project is being implemented by the winner of the Master's program faculty grant competition of Vladimir Potanin Scholarship program (Vladimir Potanin's Charitable Foundation).

Принята в печать 02.06.2022 г.

Received 02.06.2022.

Науки о Земле / Earth Sciences
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.2
DOI: 10.31161/1995-0659-2022-16-2-92-102

Картографирование и визуализация изменений температуры воздуха в бассейне реки Оки

© 2022 **Титов А. А., Биктимирова Н. М., Братков В. В.**

Московский государственный университет геодезии и картографии
Москва, Россия; e-mail: altitks@yandex.ru; biktimirovanm@mail.ru; vbratkov@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Выявление, картографирование и визуализация сведений об изменении температуры воздуха в бассейне р. Оки за 1961-2020 гг. Выявление изменения температуры воздуха базируется на традиционных данных наземных наблюдений. При картографировании этих изменений авторы опираются на данные низкого пространственного разрешения, имеющиеся в открытом доступе. Их верификация осуществлялась путем сравнения с данными наземных наблюдений. Выявленные изменения картографировались, при этом для наглядности изменений авторы предлагают инфографику. **Методы.** Основными методами являются статистический, геоинформационный (картографический), а также сравнительно-географический. Они позволили не только выявить общие тенденции изменения температуры воздуха по территории бассейна р. Оки, но и оценить региональные и локальные аспекты этого процесса путем применения инфографики. **Результаты.** На основе статистических методов выявлены основные тренды изменения температуры воздуха на изучаемой территории. При сравнении данных, полученных на основе наземных наблюдений с данными низкого пространственного разрешения, выявлено, что точность последних в целом позволяет использовать их для создания традиционных карт изотерм. Дополнительная визуализация выявленных климатических изменений осуществлялась с использованием инфографики, которая позволила детализировать данные, объясняющие некоторые детали климатических изменений на созданных тематических картах. **Выводы.** Для территории бассейна р. Оки за 1961-2020 гг. выявлены тенденции изменения температуры воздуха: если в первую половину

рассматриваемого периода отмечалось ее снижение, то в последние десятилетия характерен выраженный ее рост по всем метеостанциям. Картографирование этого процесса позволяет оценить изменение положения изотерм января и июля. Несмотря на то, что карта «Изменение температуры воздуха в бассейне р. Оки за 1961-2020 гг.» показывает изменение средней годовой температуры воздуха, наличие инфографики в виде помесечного изменения температуры воздуха позволяет оценить их вклад в изменение валовых (годовых) ее значений. В целом применение различных картографических визуализаций (в данном случае – инфографики) позволяет повысить возможности восприятия традиционной информации.

Ключевые слова: изменения климата, температура воздуха, картографирование температуры, визуализация климатических изменений, бассейн р. Оки.

Формат цитирования: Титов А. А., Биктимирова Н. М., Братков В. В. Картографирование и визуализация изменений температуры воздуха в бассейне реки Оки // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 92-102. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-92-102

Mapping and Visualization of Air Temperature Changes in the Oka River Basin

© 2022 **Aleksey A. Titov, Nailya M. Biktimirova, Vitaly V. Bratkov**
Moscow State University of Geodesy and Cartography
Moscow, Russia; e-mail: altiks@yandex.ru; biktimirovanm@mail.ru; vbratkov@mail.ru

ABSTRACT. The **aim** of the paper is Identification, mapping and visualization of information about changes in air temperature in the Oka River Basin for 1961-2020. Detection of changes in air temperature is based on traditional ground-based observational data. When mapping these changes, the authors rely on low spatial resolution data available in the public domain. Their verification was carried out by comparison with ground-based observation data. The identified changes were mapped, while the authors offer infographics to illustrate the changes. The main **methods** are statistical, geoinformational (cartographic) and comparative geographical. They made it possible not only to identify general trends in air temperature changes across the territory of the Oka River Basin, but also to assess the regional and local aspects in this process through the use of infographics. **Results.** Based on statistical methods, the main trends in air temperature changes in the study area were identified. When comparing data obtained from ground-based observations with data of low spatial resolution, it was found that the accuracy of the latter generally makes it possible to use them to create traditional isotherm maps. Additional visualization of the identified climate changes was carried out using infographics, which made it possible to refine the data explaining some of the climate change details on the created thematic maps. **Conclusions.** For the territory of the Oka River Basin in 1961-2020 trends in air temperature change were revealed: if in the first half of the period under review there was a decrease, then in recent decades its pronounced increase at all meteorological stations is typical. Mapping this process makes it possible to estimate the change in the position of the January and July isotherms. Despite the fact that the “Change in air temperature in the Oka River Basin for 1961-2020” map shows the change in the average annual air temperature, the presence of infographics in the form of monthly changes in air temperature allows us to assess their contribution to the change in its gross (annual) values. In general, the use of various cartographic visualizations (in this case, these are infographics) makes it possible to increase the perception of traditional information.

Keywords: climate change, air temperature, temperature mapping, visualization of climate change, the Oka River Basin.

For citation: Titov A. A., Biktimirova N. M., Bratkov V. V. Mapping and Visualization of Air Temperature Changes in the Oka River Basin. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 92-102. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-92-102 (In Russian)

Введение

Термин «глобальное потепление» подразумевает долгосрочное повышение средней температуры климатической системы Земли. Этот процесс сопровождается постепенным ростом средней годовой температуры поверхностного слоя атмосферы и

Мирового океана. Глобальное потепление оказывает влияние на экосистемы, изменяет климатические зоны, влияет на здоровье людей, создает региональные и глобальные проблемы для стран и народов. Изменение климата оказывает не только отрицательное воздействие, но и положительное.

Очень важно правильно оценить эти воздействия.

Для оценки климатических изменений традиционно применяются различные статистические методы, которые позволяют выявить тренды, но не всегда удается получить представление о характере пространственных изменений. Для этих целей используются различные карты. Что касается изменений, отображенных на карте, они дают представление в большей степени о характере пространственных изменений, тогда как в отдельных случаях необходимо оценить вклад разных месяцев и сезонов года в эти изменения. Для этих целей удобно применять инфографику.

В этой связи нами предлагаются методы картографической визуализации климатических данных по бассейну р. Оки.

Материалы и методы исследования

Теоретические и методические вопросы картографирования климата и его отдель-

ных элементов рассмотрены в целом ряде работ [3-7; 10].

Бассейн р. Оки располагается в центре физико-географической страны Русская равнина, в её лесной и лесостепной областях [1]. Площадь бассейна составляет примерно 245 тыс. км². Бассейн находится на территории Орловской, Брянской, Калужской, Смоленской, Московской, Ярославской, Ивановской, Владимирской, Рязанской, Липецкой, Пензенской, Тамбовской областей, Республики Мордовия и города Москвы, при этом полностью на территории бассейна расположен только город Москва. Крайняя северная часть бассейна достигает 57° с.ш. (возле истока р. Тезы), южная – 52° с.ш. (близ истока р. Цны), западная – 33° в.д. (возле истока р. Угры), восточная – 45° в.д. (близ истока р. Иссы) (рис. 1) [9].

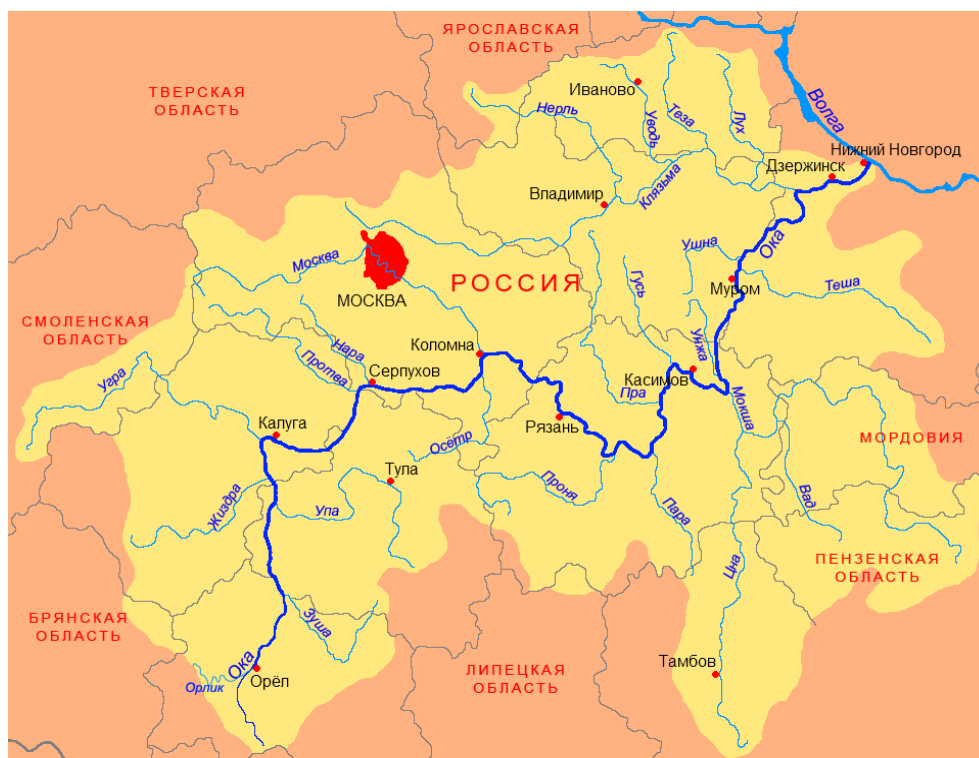


Рис. 1. Географическое положение и состав территории бассейна р. Оки
Fig. 1. Geographical position and composition of the territory of the Oka River Basin

Мониторинг климатических изменений на основе данных наземных наблюдений. Ежедневный мониторинг температуры воздуха, осадков, высоты снежного покрова и других показателей ведётся на метеорологических станциях. Такие данные можно найти на сайте Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу

окружающей среды meteo.ru [7]. Исходные сведения на данном ресурсе представлены в табличном виде и с привязкой к метеостанциям.

Для изучаемой территории были выбраны следующие 19 метеостанций в пределах собственно бассейна, а также в смежных с ним районах (в скобках указан ин-

декс Всемирной метеорологической организации): Елаьма (27648), Земетчино (27857), Коломна (27625), Конь-Колодезь (34026), Кострома (27333), Краснослободск (27756), Можайск (27509), Москва ВДНХ (27612), Нижний Новгород (27459), Павелец (27853), Пенза (27962), Переславль-Залесский (27425), Поньри (34003), Рязань (27730), Смоленск (26781), Старица (26499), Сухиничи (27707), Тамбов (27947), Трубчевск (26997) (рис. 2).

Выявление изменения температуры воздуха осуществлялось традиционными статистическими методами: на основе данных суточного разрешения высчитывались

месячные и годовые температуры воздуха для отдельных лет. Кроме того, определялись температуры теплого и холодного периодов года.

Для примера рассмотрим изменения температуры воздуха в северо-западной части бассейна, где располагаются метеостанции «Коломна», «Можайск» и «Москва, ВДНХ». Все три метеостанции расположены в Московской области, на берегу р. Москвы (крупного левого притока Оки), при этом Коломна находится при впадении р. Москвы в р. Оку. Изменения среднегодовых температур за 1961-2020 гг. иллюстрирует рисунок 3.



Рис. 2. Схема расположения метеостанций в бассейне Оки
 Fig. 2. Scheme of meteorological stations location in the Oka River Basin

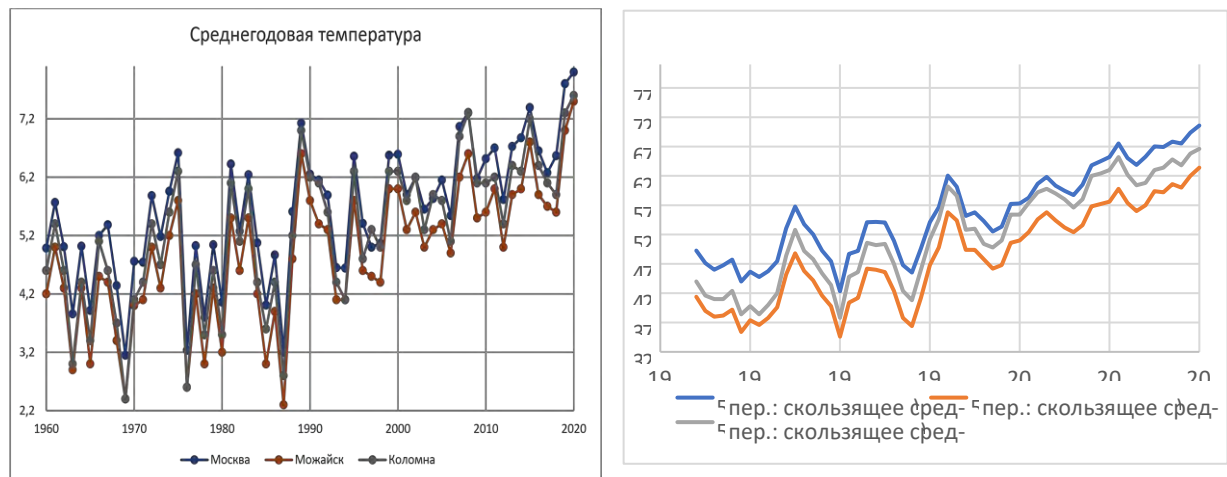


Рис. 3. Изменение годовой температуры воздуха за 1961-2020 гг. (а), скользящее среднее за пятилетние отрезки (б)
 Fig. 3. Change in annual air temperature for 1961-2020 (a), moving average for five-year periods (b)

На графиках видна синхронность термического режима. Экстремумы, как и общий тренд на повышение температуры совпадают. На всех трёх метеостанциях наиболее высокие температуры наблюдались в 2020 г. Однако минимальные температуры наблюдались в разные годы: в Можайске в 1987 г., в Коломне и Москве в 1969 г.

Для генерализации оценки климатических условий имеет смысл вычислить сум-

мы температур тёплого (выше 0 °С) и холодного периодов (ниже 0 °С, по модулю) для рассматриваемых метеостанций. Для визуализации динамики климатических процессов, используя данные по динамике среднегодовых температур были выбраны самое холодное (1976-1980 гг.) и самое тёплое (2014-2018 гг.) пятилетия. Их результаты для метеостанции «Москва, ВДНХ» представлены на рисунке 4.

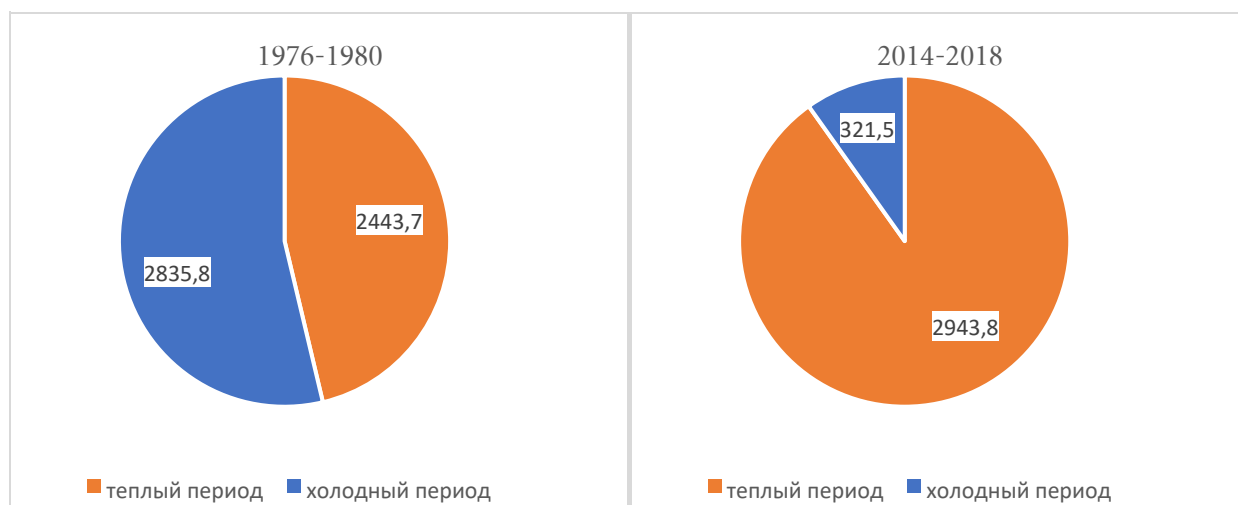


Рис. 4. Суммы температур тёплого и холодного периодов на метеостанции «Москва, ВДНХ»

Fig. 4. The sums of temperatures for the warm and cold periods at Moscow, VDNKh Weather Station

Кроме этого, для полноты картины следует вычислить суммы осадков тёплого и холодного периодов для всех рассматриваемых метеостанций. Для визуализации динамики климатических процессов, используя данные по динамике среднегодовых температур (рис. 8), были выбраны самое холодное (1976-1980 гг.) и самое тёплое (2014-2018 гг.) пятилетия. Ниже представлены полученные результаты на примере метеорологической станции «Москва, ВДНХ» (27612) (рис. 5)

Выявление климатических изменений на основе обработки растровых данных ежемесячного глобального мониторинга температуры и осадков. Для анализа были взяты растровые данные низкого пространственного разрешения (в 1 пикселе 21 км²) с сайта worldclim.org [8]. Это данные ежемесячного глобального мониторинга, созданные при помощи сложных

механизмов компиляции различных климатических данных и их интерполяции. Данные осадков и температуры представлены на всю территорию земного шара (кроме Антарктиды), то есть имеют сплошную зону покрытия (рис. 5).

На основе статистического анализ изменения годовой температуры воздуха, были определены самое тёплое (1976-1980 гг.) и самое холодное (2014-2018 гг.) пятилетия, для которых были построены изотермы января и июля.

Решение этой задачи осуществлялось путем последовательных действий. На первом этапе растры были извлечены по маске картографируемой территории (в данном случае бассейна р. Оки), представленной в виде shp-файла. Далее было необходимо подготовить растры для построения изолиний. Поскольку исходные данные представлены в виде максимальных и минимальных температур, необхо-

димо было вычислить среднее значение для соответствующих лет и месяцев при помощи инструмента Raster Calculator. При помощи этого инструмента также осреднялись данные за пятилетия для температур января и июля.

В результате расчетов получились 4 растра: температуры января 1976-1980 гг., температуры января 2014-2018 гг., температуры июля 1976-1980 гг., температуры июля 2014-2018 гг. На их основе в программе QGIS были построены изолинии изотерм с шагом 2 °С. Однако после построения изолиний по растрам низкого

пространственного разрешения их конфигурация не соответствует картографическим требованиям, и, поэтому, требует дальнейшей обработки (рис. 6). Полученные изолинии необходимо упростить, сгладить, а также удалить изолинии малой длины (как правило, это маленькие замкнутые изолинии, либо маленькие фрагменты изолиний возле границ картографируемой территории). Для этого был использован генератор геометрии в программе QGIS. После обработки изолинии стали доступны для дальнейшего использования на карте (рис. 7)



Рис. 5. Пример данных растров с сайта worldclim.org, визуализированный в программе QGIS

Fig. 5. An example of raster data from the worldclim.org site, visualized in the QGIS program

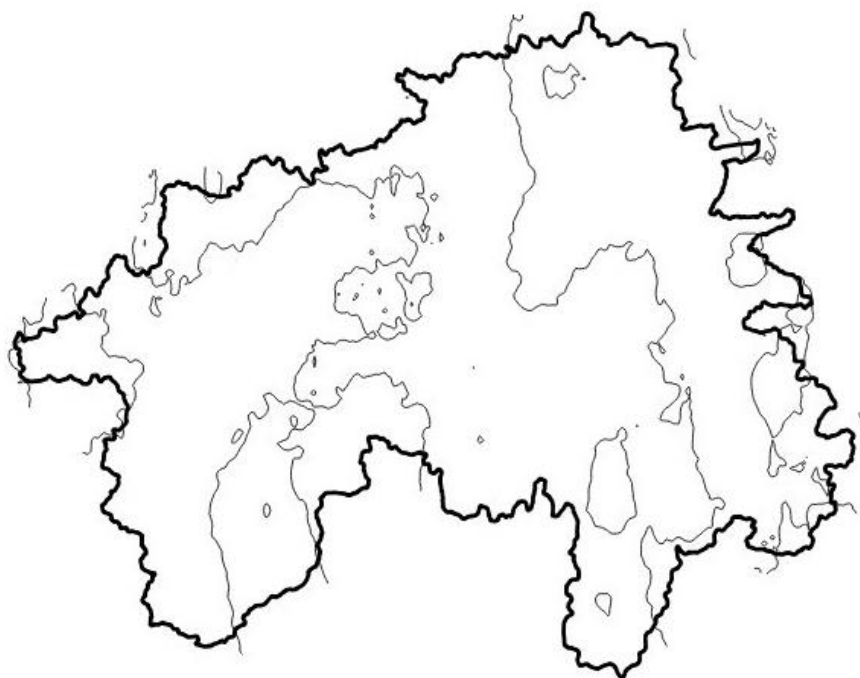


Рис. 6. Изолинии в границах бассейна до обработки

Fig. 6. Isolines within the boundaries of the basin before processing

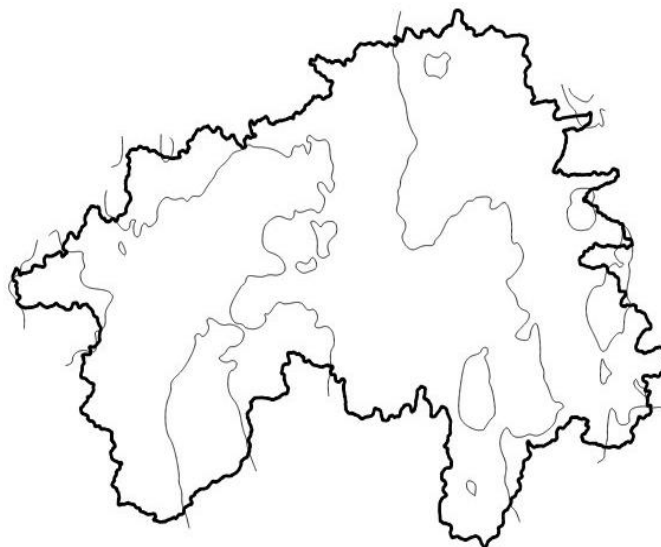


Рис. 7. Изолинии в границах бассейна после обработки
Fig. 7. Isolines within the boundaries of the basin after processing

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ итогов обработки температур и осадков по данным наземных наблюдений и растровых данных. Поскольку использовались данные из двух разных источников, но на одну и ту же картографируемую территорию, целесообразно сопоставить и сравнить значения этих данных и вычислить отклонения. Для анализа были выбраны измеренные по метеостанциям данные температуры и осадков в январе 2018 г., согласно данным наземных наблюдений и растровых данных низкого пространственного разрешения (табл.1)

В целом расхождения температур воздуха могут быть как положительными, так и отрицательными. Максимальное положительное отклонение зафиксировано в Нижнем Новгороде (+1,9 °C); максимальное отрицательное отклонение отмечается в Конь-Колодезе (-1,4 °C). Возможными причинами подобных отклонений может быть погрешность при геопривязке растров и местоположения метеостанций, а также технологии подсчетов данных Worldclim, поскольку данные наземных наблюдений meteo.ru отличаются высокой точностью в силу специфики их получения. Тем не менее, даже величины экстремальных отклонений заметно меньше значений температур, поэтому можно считать, что общая картина пространственного распределения температуры

воздуха для поставленной задачи в целом корректная.

Таблица 1. Сравнительный анализ данных температуры и осадков января 2018 г. наземных наблюдений и растровых данных
Table 1. Comparative analysis of January 2018 temperature and precipitation data from ground observations and raster data

Метеостанция	По данным наземных наблюдений (meteo.ru)	По растровым данным (worldclim.org)	Δ
Москва	-4,3	-5,4	1,1
Коломна	-8,4	-7,8	-0,6
Можайск	-7,3	-7,4	0,1
Нижний Новгород	-6,6	-8,5	1,9
Смоленск	-6,6	-6,7	0,1
Елаьма	-9,2	-8,8	-0,4
Переславль-Залесский	-5,7	-6,8	1,1
Кострома	-8,5	-8,0	-0,5
Старица	-7,5	-6,8	-0,7
Рязань	-8,8	-7,9	-0,9
Павелец	-9,2	-9,0	-0,2
Сухиничи	-7,4	-7,7	0,3
Краснослободск	-10,1	-9,8	-0,3
Поныри	-7,2	-8,1	0,9
Земетчино	-9,8	-9,8	0,0
Тамбов	-8,8	-8,4	-0,4
Конь-Колодезь	-7,7	-6,3	-1,4
Трубчевск	-6,2	-7,0	0,8
Пенза	-10,4	-10,2	-0,2

В целях осуществления обоснованного и объективного выбора методов визуализации тематического содержания карт, были проведены экспериментальные работы. Они осуществляются с целью выбора наилучших решений по оформлению карт.

В ходе разработки методов визуализации климатических данных было предложено несколько вариантов оформления значков метеостанций и локализованных

диаграмм, прежде чем было утверждено окончательное оформление (рис. 8). При разработке дизайна инфографики уже использовались наработки, полученные при создании тематического содержания карт.

Также в ходе разработки легенды карты рассматривались несколько вариантов её оформления, пока не был выбран окончательный (рис. 9).

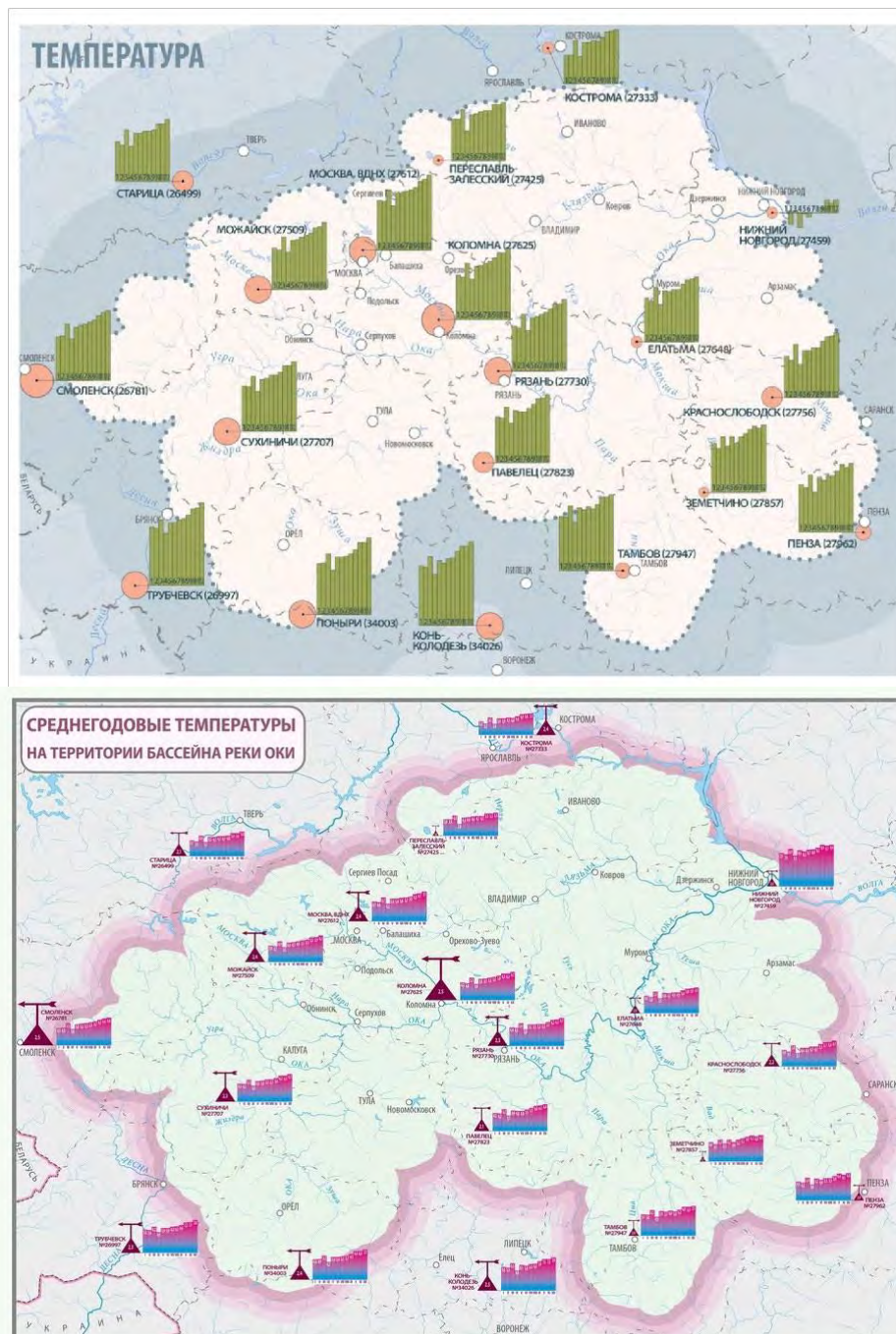


Рис. 8. Варианты оформления карты изменения температуры воздуха в бассейне р. Оки
Fig. 8. Design options for the map of air temperature changes in the Oka River Basin



Рис. 9. Один из экспериментальных вариантов легенды
 Fig. 9. One of the experimental legend versions

В итоге были составлена серия карт, иллюстрирующих изменение температуры воздуха в бассейне р. Оки за 1961-2020 гг. Анализ карты «Изменение температуры воздуха в бассейне реки Оки за 1961-2020 гг.» (рис. 10) иллюстрирует повышение приземной температуры воздуха. На всех станциях наблюдается синхронность термического режима. В первые 25 лет анализируемого периода отмечалось похолодание, на фоне которого в 1971-1975 гг. произошло резкое повышение температуры. В последние 15 лет наблюдается стабильное увеличение температурных значений на всех станциях. Для южных станций характерно более сильное повышение тем-

ператур 2016-2020 гг., по сравнению с 1961-1965 гг., т. е. можно наблюдать определенную закономерность между расположением метеостанции и динамикой изменения температуры.

Что касается летних и зимних температур, для их анализа была рассмотрена карта «Изотермы января, изотермы июля (1976-2018 гг.)» (рис. 11). Виден общий тренд на повышение температур января и июля, что хорошо коррелирует с результатами, полученными по данным наземных наблюдений. Пространственная конфигурация изолиний, в целом, не сильно изменилась, хотя определенные перемены в конфигурации можно наблюдать.

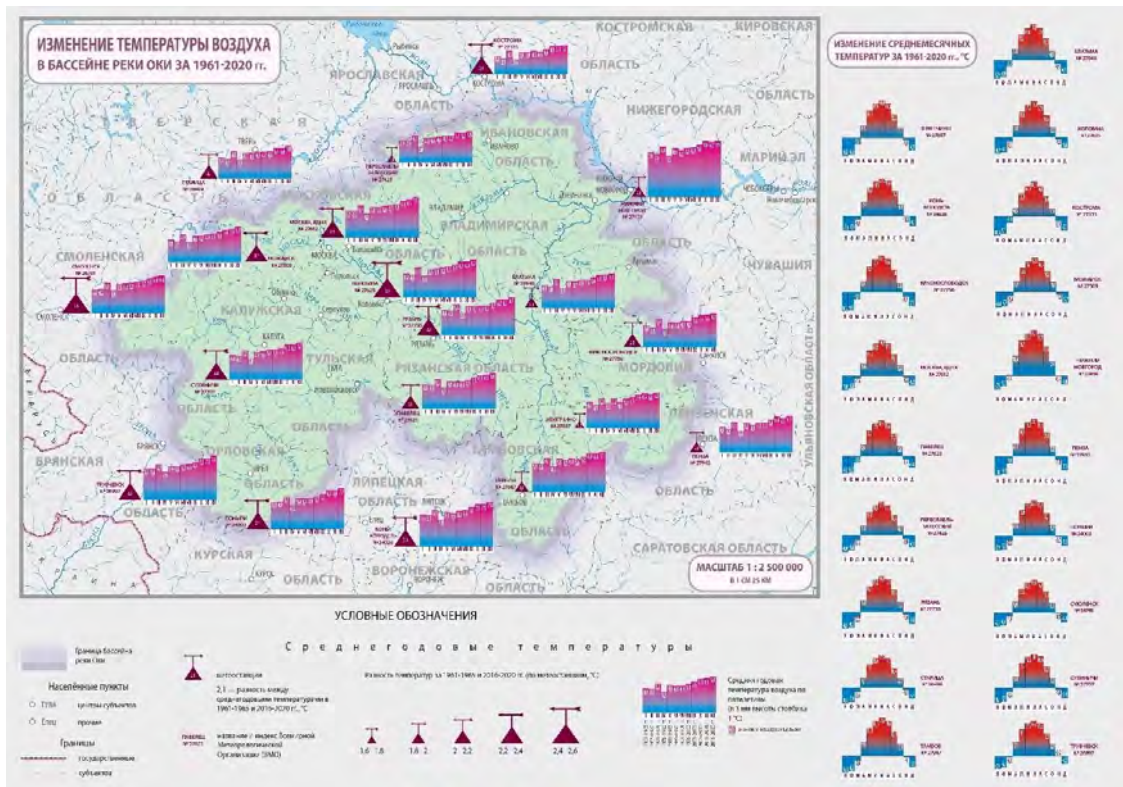


Рис. 10. Изменение температуры воздуха в бассейне реки Оки за 1961-2020 гг.
 Fig. 10. Change in air temperature in the Oka River Basin for 1961-2020

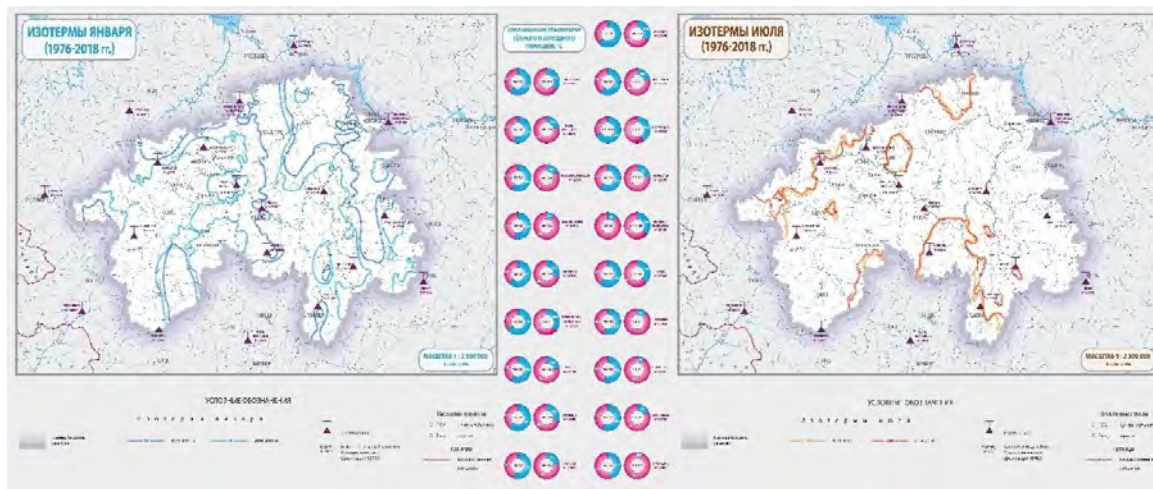


Рис. 11. Изотермы января, изотермы июля (1976–2018 гг.)
Fig. 11. January isotherms, July isotherms (1976–2018)

Заключение

Таким образом, для территории бассейна р. Оки за 1961–2020 гг. выявлены тенденции изменения температуры воздуха: если в первую половину рассматриваемого периода отмечалось ее снижение, то в последние десятилетия характерен выраженный ее рост по всем метеостанциям. Картографирование этого процесса позволяет оценить изменение положения изотерм января и июля.

Несмотря на то, что карта «Изменение температуры воздуха в бассейне реки Оки

за 1961–2020 гг.» показывает изменение средней годовой температуры воздуха, наличие инфографики в виде ежемесячного изменения температуры воздуха позволяет оценить их вклад в изменение валовых (годовых) ее значений.

В целом применение различных картографических визуализаций (в данном случае – инфографики) позволяет повысить возможности восприятия традиционной информации.

Литература

1. Абдуллин Р. К., Шихов А. Н. Картографирование современных изменений климата на территории Урала // Геодезия и картография. 2019. № 1. С. 3–12.
2. Божилкина Е. А., Сорокина В. Н. Принципы географической картографии в современной климатологии // Вестник Московского университета. Серия: 5. География. 2012. № 1. С. 61–66.
3. Географическое картографирование: карты природы: учебное пособие / под ред. Е. А. Божилкиной. М.: Книжный дом Университет, 2015. 316 с.
4. Гусева И. Н. Климатические карты (Методические указания по проектированию и составлению комплексных научно-справочных атласов. Вып. 5). М., 1970. 73 с.
5. Заруцкая И. П., Красильникова Н. В. Картографирование природных условий и ресурсов. М.: Недра, 1988. 239 с.

6. Пьянков С. В., Шихов А. Н., Абдуллин Р. К. Современные методы и технологии в тематическом атласном картографировании (на примере АИС «Опасные гидрометеорологические явления Уральского Прикамья») // Вопросы географии. 2017. № 144. С. 208–226.
7. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – 2022 [Электронный ресурс]. URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 02.05.2022)
8. Портал «WorldClim» – 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://worldclim.org/data/monthlywth.html> (дата обращения: 28.05.2022)
9. Портал «География» – 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://geographyofrussia.com/wp-content/uploads/2015/01/402-4031.jpg> (дата обращения: 08.05.2022)
10. Dow K., Downing T. E. (2011) The Atlas of Climate Change: Mapping the World's Greatest Challenge. 3rd ed. Berkeley, California Press, 128 p.

References

1. Abdullin R. K., Shikhov A. N. Mapping of current climate changes in the Urals. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and Cartography]. 2019. No. 1. Pp. 3-12. (In Russian)
2. Bozhilina E. A., Sorokina V. N. Principles of geographic cartography in modern climatology. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya: 5. Geografiya* [Journal of Moscow University. Series: 5. Geography]. 2012. No. 1. Pp. 61-66. (In Russian)
3. *Geograficheskoe kartografirovaniye: karty prirody: uchebnoye posobie* [Geographic Mapping: Maps of Nature: A Manual]. Moscow, University Book House Publ., 2015. 316 p. (In Russian)
4. Guseva I. N. *Klimaticheskie karty (Metodicheskie ukazaniya po proektirovaniyu i sostavleniyu kompleksnykh nauchno-spravochnykh atlasov. Vyp. 5)* [Climatic Maps (Methodological Guidelines for the Design and Compilation of Complex Scientific Reference Atlases. Iss. 5)]. Moscow, 1970. 73 p. (In Russian)
5. Zarutskaya I. P., Krasil'nikova N. V. *Kartografirovaniye prirodnykh usloviy i resursov* [Mapping of Natural Conditions and Resources]. Moscow, Nedra Publ., 1988. 239 p. (In Russian)
6. P'yankov S. V., Shikhov A. N., Abdullin R. K. Modern methods and technologies in thematic satin mapping (on the example of the AIS "Hazardous hydrometeorological phenomena of the Ural Kama region"). *Voprosy geografii* [Issues of Geography]. 2017. No. 144. Pp. 208-226. (In Russian)
7. *Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut gidrometeorologicheskoy informatsii – 2022* [All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – 2022]. Available at: <http://meteo.ru/> (accessed 02.05.2022). (In Russian)
8. *Portal «WorldClim» – 2022* [WorldClim Portal – 2022]. Available at: <https://worldclim.org/data/monthlywth.html> (accessed 28.05.2022). (In Russian)
9. *Portal «Geografiya» – 2022* [Geography Portal – 2022]. Available at: <https://geography-portal.com/wp-content/uploads/2015/01/402-4031.jpg> (accessed 08.05.2022). (In Russian)
10. Dow K., Downing T. E. (2011) *The Atlas of Climate Change: Mapping the World's Greatest Challenge*. 3rd ed. Berkeley, California Press, 128 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Титов Алексей Андреевич, преподаватель кафедры визуализации геоданных и картографического дизайна, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия; e-mail: altitks@yandex.ru

Биктимирова Наиля Манияновна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой визуализации геоданных и картографического дизайна, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия; e-mail: biktimirovanm@mail.ru

Братков Виталий Викторович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия; e-mail: vbratkov@mail.ru

Благодарность

Работа выполнена в рамках Гранта №05/2021-Р Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

Принята в печать 30.05.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Aleksey A. Titov, Lecturer, Department of Geodata Visualization and Cartographic Design, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; e-mail: altitks@yandex.ru

Nailya M. Biktimirova, Ph.D. (Technical Science), Associate Professor, Head of the Department of Geodata Visualization and Cartographic Design, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; e-mail: biktimirovanm@mail.ru

Vitaly V. Bratkov, Doctor of Science (Geography), Professor, Head of the Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; e-mail: vbratkov@mail.ru

Acknowledgment

The research was supported financially by Grant No. 05/2021-R of the All-Russian Public Organization "Russian Geographical Society".

Received 30.05.2022

Науки о Земле / Earth Science
Оригинальная статья / Original Article
УДК 911.3
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-103-112

Трансформация социального пространства сельских поселений (на примере Республики Бурятия)

© 2022 Урбанова Ч. Б., Цыденов Б. Б.

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Улан-Удэ, Россия; e-mail: chimita76@gmail.com; bairtsydenov@inbox.ru

РЕЗЮМЕ. В статье рассматривается процесс трансформации социального пространства сельских поселений Республики Бурятия. Исследуются особенности структурного расселения сельских поселений Бурятии в период с 2000 по 2020 г. На основе статистических данных территориального органа Бурятстата авторами статьи исследуется процесс депопуляции. Данное исследование показало, что в регионе происходит резкое сокращение численности населения малых сел на фоне роста населения крупных поселений и города. Стоит отметить, что данные статистики территориального органа Бурятстата позволили авторам выделить основные векторы миграционных потоков, которые происходят по трем направлениям характерных для сельских жителей Бурятии. **Цель.** Выявить основные пространственные закономерности трансформации сельской местности Республики Бурятия. **Методы.** Методика исследования основывается на применении общенаучных и специальных методов: теоретического обобщения, сравнительно географического и методов географической статистики (группировок, ранжирования и т. д.). **Результаты.** Исследования трансформации социального пространства показали, что на сегодняшний день на территории Республики Бурятия сложилась сложная демографическая ситуация, характеризующаяся высоким миграционным оттоком жителей сельских поселений, в основном это молодежь трудоспособного возраста, что в свою очередь ведет к старению населения и снижению прослойки когорт младших возрастов. **Вывод.** Выявлены основные причины структурных изменений в расселении сельских поселений: снижение сельскохозяйственного потенциала и его производства, снижение уровня жизни наряду с современными урбанизационными тенденциями.

Ключевые слова: социальное пространство, структура расселения, сельские поселения, функции сельских территорий; миграция.

Формат цитирования: Урбанова Ч. Б., Цыденов Б. Б. Трансформация социального пространства сельских поселений (на примере Республики Бурятия) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 103-112. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-103-112

Transformation of the Rural Settlements Social Space (the Republic of Buryatia)

© 2022 Chimit B. Urbanova, Bair B. Tsydenov

Banzarov Buryat State University
Ulan-Ude, Russia; e-mail: chimita76@gmail.com; bairtsydenov@inbox.ru

ABSTRACT. The article deals with the transformation process of the rural settlements social space in the Republic of Buryatia. The features of the rural settlements structural settlement in Buryatia in the period from 2000 to 2020 are studied. The authors of the article investigate the depopulation process based on the statistical data of Buryatstat territorial body. This study showed that in the region there is a sharp decrease in the population of small villages against the background of an increase in the population of large settlements and cities. It is worth noting that the data of the statistics of Buryatstat territorial body made it possible for the authors to identify the main vectors of migration flows that occur in three areas characteristic of rural residents in Buryatia. The **aim** of the article is to identify the main spatial patterns of rural areas

transformation in the Republic of Buryatia. **Methods.** The research methodology is based on the use of general scientific and special methods: theoretical generalization, comparative geographical and methods of geographical statistics (grouping, ranking, etc.). **Results.** Studies of the social space transformation have shown that today in the territory of the Republic of Buryatia there is a difficult demographic situation, characterized by a high migration outflow of rural settlements residents, mostly young people of working age, which in turn leads to the aging of the population and a decrease in the layer of cohorts of younger age. **Conclusion.** The main causes of structural changes in the rural settlements are identified: a decrease in agricultural potential and its production, a decrease in living standards along with current urbanization trends.

Keywords: social space, settlement structure, rural settlements, rural functions, migration.

For citation: Urbanova Ch. B., Tsydenov B. B. Transformation of the Rural Settlements Social Space (the Republic of Buryatia). Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 103-112. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2- 103-112 (In Russian)

Введение

Одной из важных составляющих в изучении характеристик стран и регионов является исследование особенностей расселения социально-территориальных поселений. Исследование данной особенности позволяет судить о социальных и демографических аспектах населения, экономических и производственных профилях. Стоит отметить, что на сегодняшний день наряду с развитием урбанизационных процессов возрастает степень важности сельских поселений, а также их роль в функционировании всего общественного механизма. Всё вышесказанное обусловило актуальность представленной работы.

Цель работы: выявить основные пространственные закономерности трансформации сельской местности Республики Бурятия.

Задачи:

- рассмотреть особенности расселения социально-территориальных поселений Республики Бурятии;
- рассмотреть процессы трансформации сельских поселений Республики Бурятия на уровне районов, поселений в период с 2000 по 2020 г.;
- провести анализ статистических данных по численности населения и миграционного движения Республики Бурятия.

Материалы и методы исследования

В статье использованы такие общенаучные методы, как теоретическое обобщение, сравнительно географический и метод географической статистики (группировок, ранжирования и т. д.). Также авторами был использован графический метод изображения статистических расчетов для полного и наглядного представления динамических изменений процессов транс-

формаций социальных пространств в сельских поселениях Республики Бурятия. Информационной базой исследования послужили статистические данные, справочные материалы, публикации федерального органа государственной статистики и т. д.

Трансформация социального пространства – это преобразование его основных свойств (протяженности, сжатости, организации, дезорганизации, интеграции и др.), его элементов и связей между ними, а также связей социального пространства с природной средой. Социальное пространство сельских поселений трансформируется под воздействием социально-экономических факторов [6, с. 62].

Сельская территория как единица административной структуры состоит из одного или нескольких населенных пунктов, объединенных общей территорией и хозяйственными связями.

Результаты и их обсуждение

Приступая к исследованию проблемы трансформации социального пространства сельских поселений Республики Бурятия, нам необходимо проанализировать статистические данные за исследуемый период времени. Так, на основе статистических данных статистического управления по Республике Бурятия нами была построена линейная диаграмма (рис. 1), которая позволяет рассмотреть процессы трансформации социальных пространств сельских поселений Республики Бурятия. Данные статистики, которые изображены на рисунке 1, позволяют отметить, что территории сельских поселений с 2012 г. продолжают сокращаться физически. Но в то же время, напротив, городское население постепенно возрастает. В результате неблагоприятных экономико-демографи-

ческих тенденций в сельских местностях и экономического дисбаланса, начинается массовый отток молодого населения в город, в селах возрастает число жителей старше трудоспособного населения, появляется опасность возникновения процесса старения населения и последующей деградации аграрного комплекса. Все это вызвано отсутствием компенсирующих факторов, таких как высокая рождаемость, инвестиции в сельскую инфраструктуру и т. д. [8; 10].

Стоит отметить, что разработка программы социально-экономического развития всех сельских территорий по одной универсальной модели не представляется возможным, так как каждой территории присущи свои уникальные особенности. Основным недостатком развития системы социальной инфраструктуры является то, что они носят в большинстве своем общий характер, не происходит учет территориальных особенностей, возможностей и потенциала. [8, с. 16].

При этом за сельской местностью в последнее время признаются очень важные функции, связанные с тем очевидным обстоятельством, что именно село воспроизводит и сохраняет так называемый национальный культурный ландшафт, тради-

ционный тип природопользования, который считается ныне «хранилищем национального духа», «коллективного сознания народа» [3, с. 9].

Как было раньше отмечено, Республика Бурятия испытывает устойчивую депопуляцию в сельской местности, а основная концентрация населения и экономическая активность приходится на административные центры и их пригородные районы (рис. 2, 3). Таким образом, данные рисунков 2 и 3 позволяют нам определить и выделить основные административные районы с высокой экономической активностью. Так, высокая плотность населения сконцентрирована в городах Республики Бурятия: Улан-Удэ и Северобайкальск. Средняя плотность заселения приходится на южно-центральные административные районы Республики Бурятия: Иволгинский, Кабанский, Заиграевский, Тарбагатайский, Мухоршибирский, Бичурский, Кяхтинский, Селенгинский и Джидинский. Ниже среднего: Окинский, Тункинский, Закаменский, Прибайкальский, Кижингинский, Северобайкальский и Муйский районы. Административные районы с низким показателем плотности населения: Курумканский, Баунтовский, Баргузинский, Хоринский и Еравнинский [9].

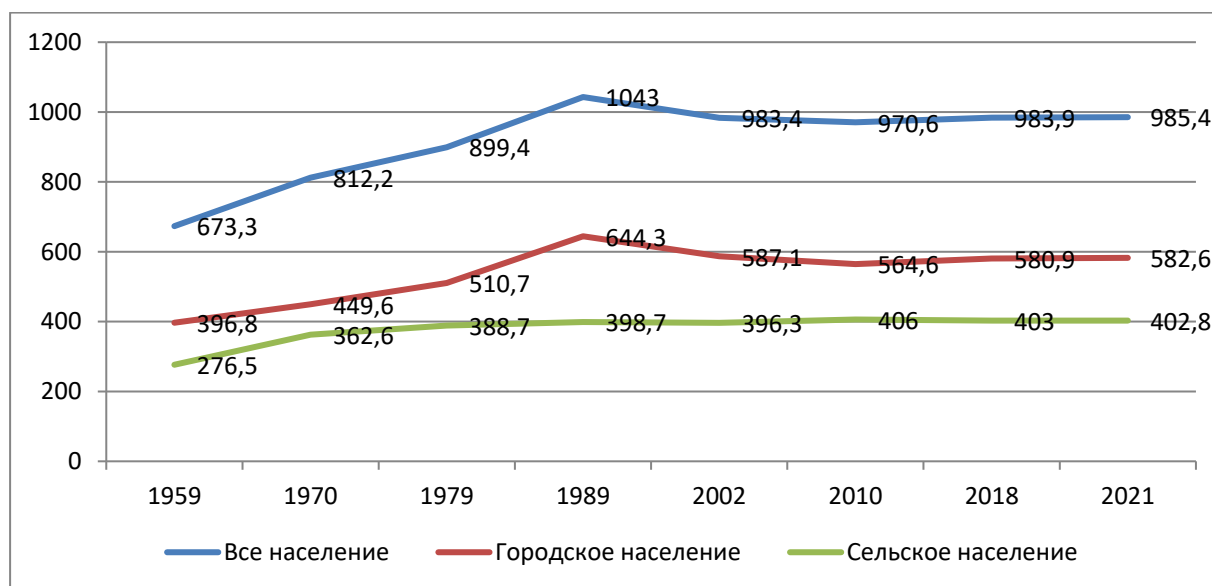


Рис. 1. Численность постоянного населения Республики Бурятия по данным переписей населения (1959-2021 гг.) (составлено по данным Бурятстата)

Fig. 1. Permanent population in the Republic of Buryatia according to the population censuses (1959-2021) (compiled according to Buryatstat)



Рис. 2. Сельские ареалы расселения Бурятии
 Fig. 2. Rural areas of settlement in Buryatia

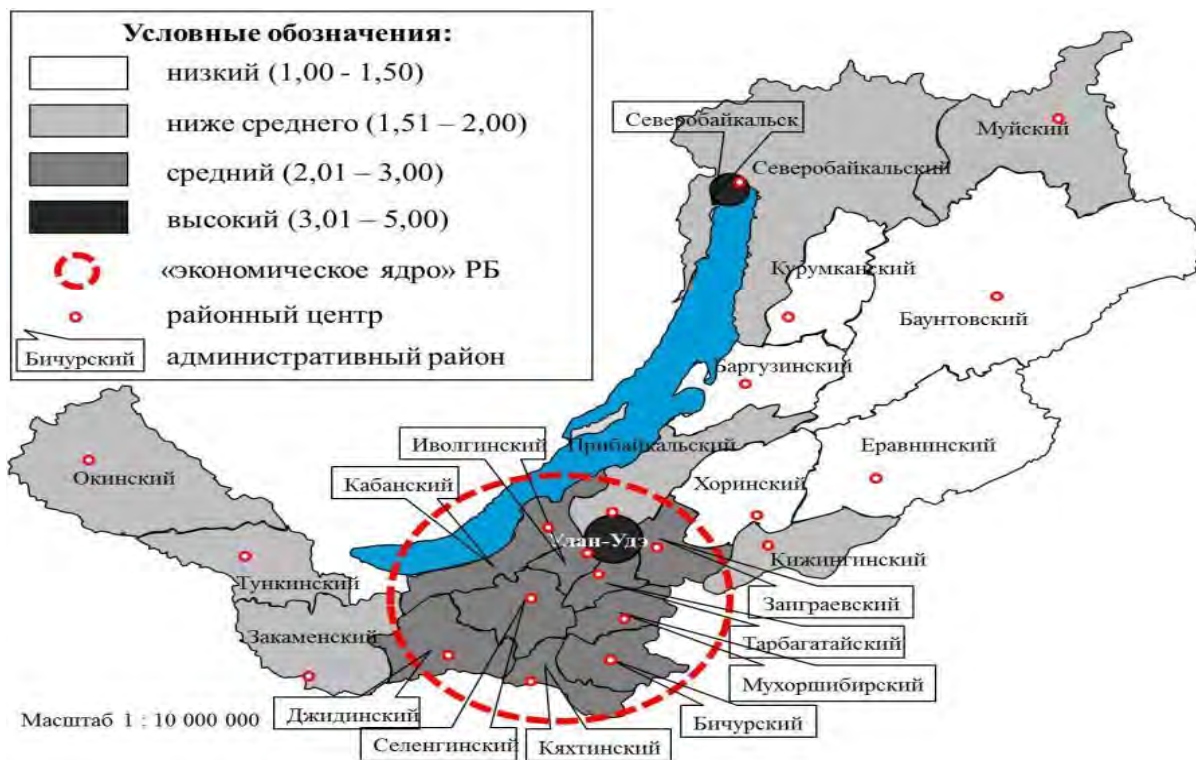


Рис. 3. Карта плотности населения Республики Бурятия по районам
 Fig. 3. Population density map of the Republic of Buryatia by districts

По данным Бурятстата в регионе насчитывается 255 сельских поселений. Данные сельские поселения представляют собой муниципальные типы образования, объединяющие несколько сельских населенных пунктов. Общая численность сельских населенных пунктов составляет 613, из них 4 без населения. Стоит отметить, что большая доля населения сельских жителей сосредоточиваются в крупных селах и составляет 61,1 %. Остальная доля размещения населения жителей сел приходится на средние села 37,4 % (151 117 чел.) и на малые села, где проживает 1,5 % численности всех сельчан (6 237 чел.).

Таким образом, негативные последствия выражаются в резком снижении качества и уровня жизни, снижении кадрового резерва и ухудшении предоставляемых услуг в системе социальной, образовательной структур и структур здравоохранения, что впоследствии сказывается на уровне сельскохозяйственного производства в малых и средних сельских поселениях.

Исследования механического движения населения сельских поселений выявили основные причины высокого миграционного оттока, которые выражаются в снижении качества жизни и неудовлетворенности жизненных запросов жителей. Нами представлены следующие миграционные векторы, которые характерны для сельских жителей Бурятии:

– жители сел мигрируют в средние и крупные сельские поселения для получения среднего общего образования ввиду того, что в малых селах функционируют только малокомплектные начальные школы;

– миграция жителей происходит в районные центры, где есть необходимые условия социальной инфраструктуры, которые позволяют трудоустроиться и удовлетворить социальные запросы;

– миграция в городские поселения. Столица Бурятии г. Улан-Удэ как центр притяжения факторов производства и инфраструктуры [5, с. 61].

При этом состав мигрантов выглядит следующим образом (табл. 1).

Данные таблицы 1 позволяют нам выявить, что на сегодняшний день высокая миграционная подвижность характерна только для населения младше трудоспособного возраста (0-13 лет) и населения трудоспособного возраста (18-39 лет). Также стоит отметить, что на 2020 год в Республике Бурятия наблюдается отрицательное сальдо миграции в связи с высокой миграционной подвижностью из периферийных районов в пригородные и административные центры. Это связано, как было уже выше сказано, с низким уровнем качества жизни в сельских поселениях.

Таблица 1. Состав мигрантов по возрасту сельских поселений Республики Бурятия в 2000-2020 гг. Составлено по данным Росстата [14]

Table 1. Migrants by age in rural settlements of the Republic of Buryatia in 2000-2020. Compiled according to Rosstat

	Моложе трудоспособного	Трудоспособного	Старше трудоспособного
прибывшего	39850		
2000	1371	4734	617
2005	1474	7478	717
2010	603	5187	679
2015	4271	14111	1623
2020	5153	12276	1386
выбывшего	41200		
2000	1646	7279	829
2005	1432	6875	720
2010	1462	8651	1138
2015	4477	14984	1605
2020	4900	11735	1608
Миграционный прирост, убыль	-1350		
2000	-275	-2545	-212
2005	42	603	-3
2010	-859	-3464	-459
2015	-206	-873	18
2020	253	541	-222

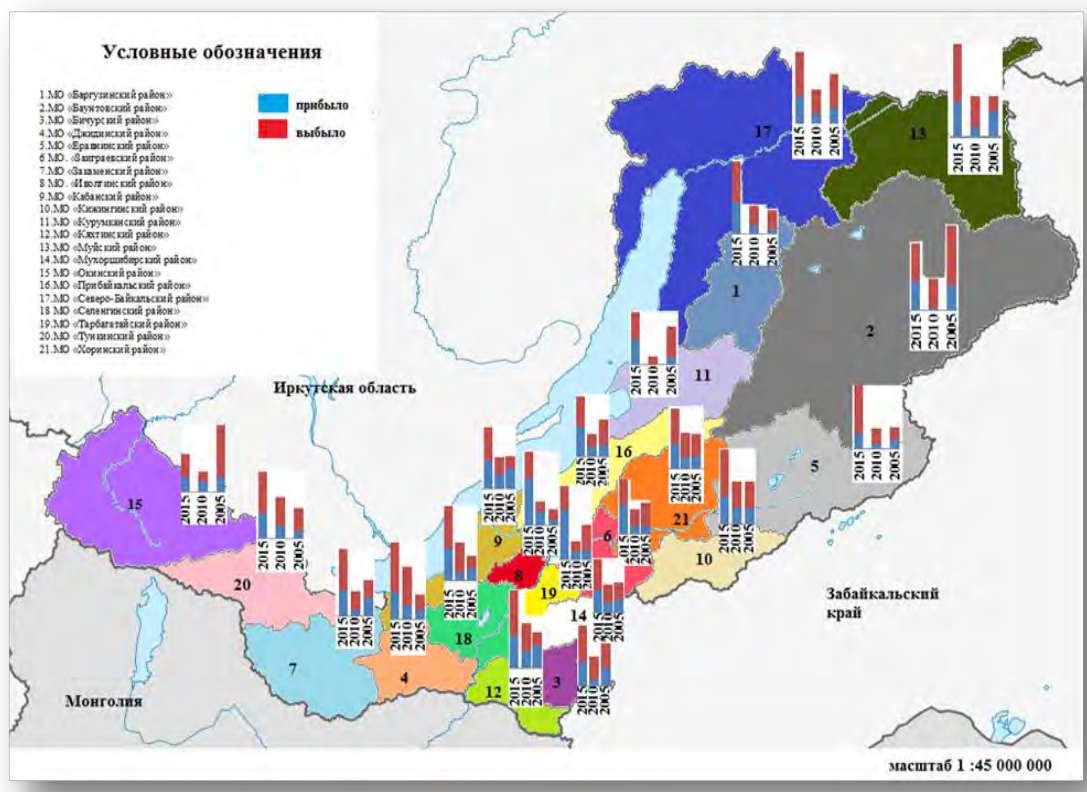


Рис. 4. Миграционная подвижность населения по муниципальным районам Республики Бурятия

Fig. 4. Population's migration mobility by municipal districts in the Republic of Buryatia

Сельские поселения являются объектами территориального планирования и выступают сетью для опорных пунктов. За последние три десятилетия одним из опорных «подсистем» системы расселения в сельской местности выступает сеть школьных учреждений наряду с производством (как местом приложения труда) и дорожной сетью (как фактором связности – доступности пространства). Процесс оптимизации в последние годы затронул школьно-образовательную систему Бурятии, что приводит к запустению сельских территорий с невысокой плотностью и соответственно сокращаются трудовые ресурсы. Поэтому проблема сохранения образовательного пространства в сельской местности стоит остро.

Сохранение образовательного пространства в селе способствует сохранению человеческого потенциала сельских жителей, формированию новых трудовых ресурсов.

За последние 10 лет контингент учащихся сельских общеобразовательных школ в республике сократился на 69,5 тысяч человек, а число школ – на 91 [3].

Для наглядного описания структур сельских школ Республики Бурятия нами была построена круговая диаграмма (рис. 6).

В последние годы в регионе наблюдается ежегодное снижение количества учащихся в средних общеобразовательных учреждениях в сельских поселениях. Наполняемость классов учащимися в среднем колеблется от 5 до 14 условных учащихся. Ввиду вышесказанного, каждую вторую среднюю общеобразовательную школу в сельской местности Бурятии можно отнести к малокомплектной. Стоит отметить, что проблема роста количества малокомплектных школ наиболее остро стоит в отдаленных северных районах Республики Бурятия (табл. 2) [13].

Данные таблицы показывают количественные показатели образовательной сети малокомплектных школ региона. Например, в отдаленных и труднодоступных районах насчитывают от 2 до 7 школ, в центральных и южных районах – от 7 до 14 образовательных учреждений [4]. Высокий показатель малокомплектности в Закаменском и Джидинском районах – там

насчитывается 19 малокомплектных школ. Самая крупная малокомплектная школа – Кичерская средняя общеобразовательная школа в Северо-Байкальском районе, где учатся 110 детей. Но есть и такие школы, в которых учатся меньше десяти человек.

Малокомплектная школа сельского поселения – это составная часть в системе общего образования, выполняющая одну из главных ролей в развитии сельскохозяйственного производства, а именно – выступает донором трудовых ресурсов. Разработка программ по улучшению благосостояния школ и решению проблем запустынивания сел оказывает непосредственное влияние на социально-экономическое развитие сельских поселений, на культурно-образовательный уровень населения, решение демографических проблем. Для сохранения сельских поселений необходимо сохранить средне-общеобразовательную систему, повысить социальную инфраструктуру и развить сельское хозяйство для снижения миграционного оттока [2].

В Бурятии за 10 лет площадь сельхозугодий уменьшилась на 29 % (по данным итогов сельхозпереписи). Данные показы-

вают, что сельскохозяйственные организации снизили посевные площади на 269 тыс. га, а некоммерческие объединения граждан снизили площади на 2,2 тысяч гектара. Стоит отметить, что сельскохозяйственные угодья фермеров и индивидуальных предпринимателей, лично-подсобные хозяйства напротив увеличиваются на 25 и 32 тыс. га соответственно.

По данным Росстата в межпереписной период наблюдается рост посевов в 2 раза по крестьянско-фермерским хозяйствам и индивидуальным предпринимателям. В колхозно-коллективных хозяйствах, напротив, наблюдается сокращение на 36,6 %, причем снижение происходит по всем видам сельскохозяйственных культур: зерновым, техническим, кормовым, картофеля, овощным и бахчевым.

С другой стороны, в Бурятии происходит положительная тенденция в животноводческом направлении, за прошедшие 10 лет увеличилось поголовье свиней и кроликов, также отмечается увеличение в 3,7 раз крупного рогатого скота мясного направления, на 22,6 % снизилось поголовье молочного направления, значительно выросло поголовье свиней и коров [12].

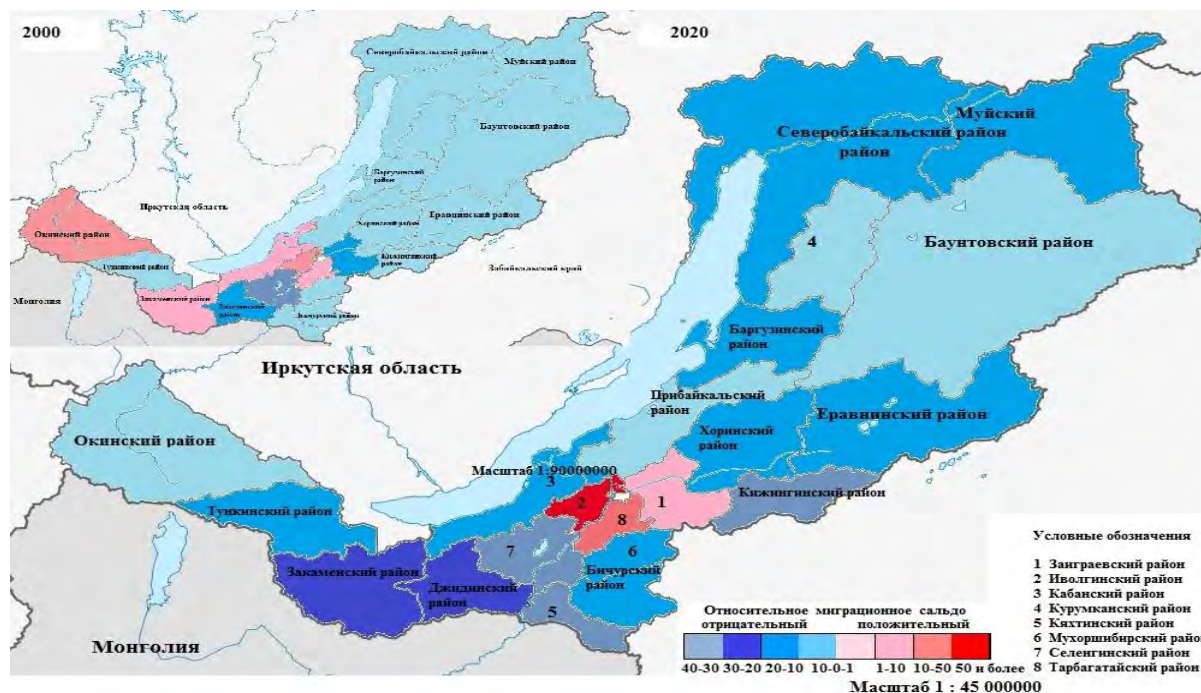


Рис. 5. Относительное миграционное сальдо за 2000 и 2018 гг.

Fig. 5. Relative migration balance for 2000 and 2018

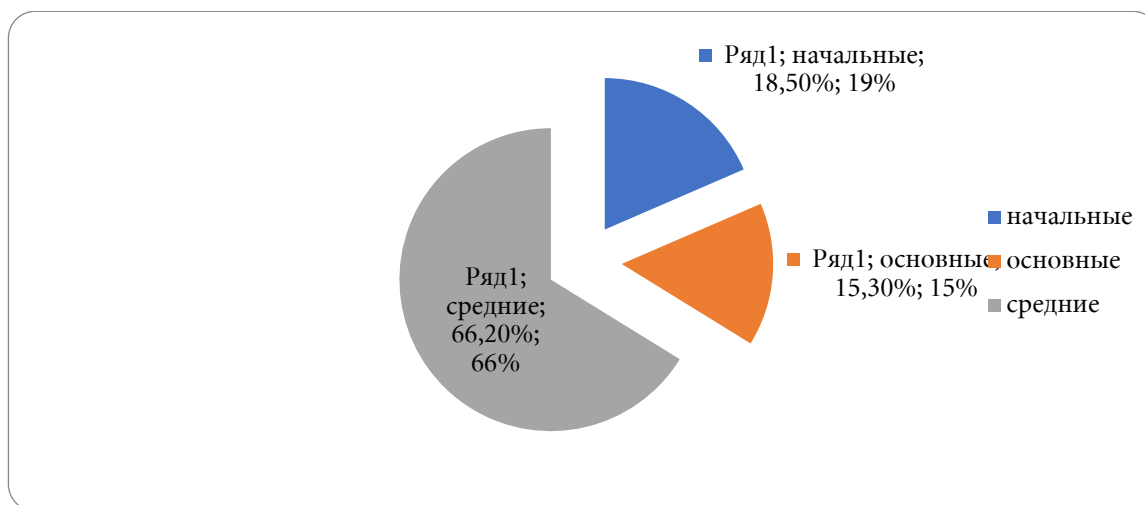


Рис. 6. Структура сельских школ Республики Бурятия
Fig. 6. Structure of rural schools in the Republic of Buryatia

Таблица 2. Малокомплектные школы Республики Бурятия
Table 2. Ungraded schools in the Republic of Buryatia

Административные районы	Число малокомплектных школ	Общее количество обучающихся
Баргузинский	10	512
Баунтовский	4	69
Бичурский	14	730
Джидинский	19	1049
Еравнинский	10	609
Заиграевский	11	689
Закаменский	19	1177
Иволгинский	7	398
Кабанский	14	812
Кижингинский	12	569
Курумканский	6	941
Кяхтинский	13	723
Муйский	2	88
Мухоршибирский	10	618
Окинский	5	138
Прибайкальский	5	264
Северо-Байкальский	7	398
Селенгинский	13	422
Тарбагатайский	9	504
Тункинский	15	539
Хоринский	13	529

Заключение

Таким образом, исследования трансформации социального пространства показали, что на сегодняшний день на территории Республики Бурятия сложилась

сложная демографическая ситуация, характеризующаяся высоким миграционным оттоком из сельских поселений, в основном это молодежь трудоспособного возраста, что в свою очередь ведет к старению населения и снижению прослойки когорты младшего возраста.

Стоит отметить, что в результате трансформационных процессов происходит изменение социальной структуры населения и облик деревни Республики Бурятия. Они оказали негативное влияние на количественные и качественные характеристики сельских сообществ. Происходит постепенное снижение численности постоянного населения в сельских районах на территории данного региона. Наряду со снижением сельского населения, возрастает численность городского населения в результате роста развития промышленных производств и инфраструктурных сетей и негативных последствий разрушения сельскохозяйственного производства, выразившиеся, в первую очередь, в резком снижении уровня жизни, сокращении числа рабочих мест, социальной, образовательной и медицинской сфер. Также нами выявлено, что в регионе остается высокий уровень миграции сельских жителей, а именно миграционное движение направлено по третьему вектору – из периферийных сельских поселений в административный центр г. Улан-Удэ. В результате снижения кадрового потенциала в сельских поселениях за последние 10 лет уменьшились показатели в агропромышленном комплексе Бурятии.

Так, например, Г. Л. Попова в статье «Депопуляция жителей сельской местности Тамбовской области: статический анализ тенденций» исследует современные тенденции процессов сокращения сельского и роста городского населения Тамбовской области [7]. Г. Л. Попова отмечает, что наличие трудоспособного населения является фактором развития сельских территорий, что влияет на повышение качества жизни жителей. И для развития сельскохозяйственного производства необходимо наличие молодого трудоспособного населения, способствующего созданию условий для устойчивого развития территорий.

Для устойчивого развития сельских территорий необходимо уделить внимание развитию социальной инфраструктуры, что

положительно скажется на качестве жизни и отразится на социально-комфортных условиях в сельских поселениях.

Автором Ю. Г. Быченко рассмотрена серия циклов научных статей, посвященных проблемам естественного и миграционного движения сельского населения в региональном разрезе, которые дают общую оценку сложившейся ситуации в других регионах в сельских местностях [1].

Следовательно, трансформационные процессы сельских поселений характерны не только для Республики Бурятия, но и для других регионов РФ. Ввиду того, что сельские поселения выполняют немаловажную роль в социально-экономическом развитии региона, необходимо разработать комплексную программу по устойчивому развитию сельских территорий.

Литература

1. Быченко Ю. Г., Шабанов В. Л. Современная миграция сельского населения: особенности, направления, последствия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. № 2 (41). С. 136-142.

2. Габышев А. Н., Зедгенизова Г. Н. Сельская малокомплектная школа: особенности, проблемы, перспективы развития (примеры разных стран) // Вестник науки и образования. 2016. № 2 (14). С. 89-94.

3. Груздев М. В., Колбовский Е. Ю. Образовательное пространство сельских территорий: подходы к моделированию // Ярославский педагогический вестник. 2018. № 6 (105). С. 8-18.

4. Дамдинов А. В. Актуальные проблемы развития сельских школ Республики Бурятия // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. № 1. С. 32-35.

5. Жалсанова В. Г. Социальные и демографические характеристики сельского населения Республики Бурятия // Власть. 2014. № 6. С. 59-62.

6. Иванов О. И. На пути к теории управления трансформацией социального пространства // Экономические стратегии. 2016. № 7. С. 102-103.

7. Попова Г. Л. Депопуляция жителей сельской местности Тамбовской области: статистический анализ тенденций // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. № 8 (443). С. 1565-1579.

8. Руднева О. С., Соколов А. А. Демографические предпосылки формирования устойчиво-

го развития сельских территорий степной зоны России // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: экономика и менеджмент. 2017. Т. 11. № 4. С. 13-21.

9. Хайхадаева О. Д., Холонгуев Р. Г. Проблемы устойчивого развития сельских территорий Республики Бурятия // Бизнес-образование в экономике знаний. 2015. № 2. С. 52-55.

10. Яндовлетов А. М., Владимиров И. А. Депопуляция сельского населения в России // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы Международной научной конференции (Москва, 20-23 апреля 2011 г.). М., 2011. С. 197-199.

11. Справочно-аналитические материалы общероссийской общественной организации «Всероссийский совет местного самоуправления» актуальные вопросы и задачи совершенствования местного самоуправления в Российской Федерации // Местное право. 2013. № 2. С. 23-96.

12. В Бурятии за 10 лет на 29 % уменьшилась площадь сельхозугодий [Электронный ресурс]. URL: <https://dairynews.today/photoreports/v-buryatii-za-10-let-na-29-umenshilasploshchad-se.html> (дата обращения: 14.06.2022).

13. В Бурятии есть школа с одним учеником [Электронный ресурс]. URL: <https://m.baikal-daily.ru/news/16/377037/> (дата обращения: 14.06.2022).

14. Территориальный орган статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://burstat.gks.ru/demo> (дата обращения: 22.04.2022).

References

1. Bychenko Yu. G., Shabanov V. L. Current migration of the rural population: features, directions, consequences. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Journal of Saratov State Socio-Economic University]. 2012. No. 2 (41). Pp. 136-142. (In Russian)
2. Gabyshev A. N., Zedgenizova G. N. Rural small-grade school: features, problems, development prospects (examples from different countries). *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education]. 2016. No. 2 (14). Pp. 89-94. (In Russian)
3. Gruzdev M. V., Kolbovskiy E. Yu. Educational space of rural areas: approaches to modeling. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin]. 2018. No. 6 (105). Pp. 8-18. (In Russian)
4. Damdinov A. V. Actual issues of rural schools development in the Republic of Buryatia. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Buryat State University]. 2011. No. 1. Pp. 32-35. (In Russian)
5. Zhalsanova V. G. Social and demographic characteristics of the rural population in the Republic of Buryatia. *Vlast* [Power]. 2014. No. 6. Pp. 59-62. (In Russian)
6. Ivanov O. I. On the way to the theory of social space transformation management. *Ekonomicheskie strategii* [Economic Strategies]. 2016. No. 7. Pp. 102-103. (In Russian)
7. Popova G. L. Depopulation of rural residents in the Tambov region: statistical analysis of trends. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economy: Theory and Practice]. 2017. Vol. 15. No. 8 (443). Pp. 1565-1579. (In Russian)
8. Rudneva O. S., Sokolov A. A. Demographic prerequisites for the formation of sustainable development of rural areas in Russian steppe zone. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: ekonomika i menedzhment* [Journal of South Ural State University. Series: Economics and Management]. 2017. Vol. 11. No. 4. Pp. 13-21. (In Russian)
9. Khaykhadaeva O. D., Kholonguev R. G. Issues of sustainable development of rural areas in the Republic of Buryatia. *Biznes-obrazovanie v ekonomike znaniy* [Business Education in the Knowledge Economy]. 2015. No. 2. Pp. 52-55. (In Russian)
10. Yandovletov A. M., Vladimirov I. A. Depopulation of the rural population in Russia. *Aktual'nye voprosy ekonomiki i upravleniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Moskva, 20-23 aprelya 2011 g.)* [Topical Issues of Economics and Management: Proceedings of the International Scientific Conference (Moscow, April 20-23, 2011)]. Moscow, 2011. Pp. 197-199. (In Russian)
11. Reference and analytical materials of the all-Russian public organization "All-Russian Council of Local Self-Government". Topical issues and tasks of improving local self-government in the Russian Federation. *Mestnoe pravo* [Local Law]. 2013. No. 2. Pp. 23-96. (In Russian)
12. *V Buryatii za 10 let na 29% umen'shilas' ploshchad' sel'khozugodiy* [The Area of Agricultural Land has Decreased by 29 % in Buryatia for 10 Years]. Available at: <https://dairynews.today/photoreports/v-buryatii-za-10-let-na-29-umen-shil-as-ploshchad-se.html> (accessed 14.06. 2022). (In Russian)
13. *V Buryatii est' shkola s odnim uchenikom* [There is a School in Buryatia with one Student]. Available at: <https://www.baikal-daily.ru/news/16/377037/> (дата обращения: 14.06.2022). (In Russian)
14. *Territorial'nyy organ statistiki* [Territorial Body of Statistics]. Available at: <https://burstat.gks.ru/demo> (accessed 22.04.2022). (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Урбанова Чимит Болотовна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и геоэкологии, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: chim-ita76@gmail.com

Цыденов Баир Баясхаланович, аспирант, кафедра географии и геоэкологии, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Россия; e-mail: bairtsydenov@inbox.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Chimit B. Urbanova, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Geocology, Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; e-mail: chim-ita76@gmail.com

Bair B. Tsydenov, Ph.D. student, Department of Geography and Geocology, Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; e-mail: bairtsydenov@inbox.ru

ИНФОРМАЦИЯ. ХРОНИКА. ЮБИЛЕИ

Информация. Хроника. Юбилей / Information. Chronicle. Anniversary
УДК 001.92: 378.11
DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-113-121

85-летие исследователя горных областей, географа и геолога Баденкова Юрия Петровича

© 2022 Мудуев Ш. С.¹, Атаев З. В.^{2, 3, 4}, Абдулманапов С. Г.¹

¹ Дагестанский государственный университет народного хозяйства
Махачкала, Россия; e-mail: mud51@mail.ru; salih@mail.ru

² Дагестанский государственный педагогический университет
Махачкала, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

³ Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН
Махачкала, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

⁴ Кабардино-Балкарский научный центр РАН
Нальчик, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Статья посвящена 85-летию кандидата геолого-минералогических наук, ведущего научно-го сотрудника Института географии Российской академии наук Юрия Петровича Баденкова. Содержит краткий обзор научной и научно-организаторской биографии юбиляра.

Ключевые слова: Институт географии РАН, Баденков Ю. П., горная группа МАБ-6 ЮНЕСКО, горная политика, научная и научно-организаторская деятельность.

Формат цитирования: Мудуев Ш. С., Атаев З. В., Абдулманапов С. Г. 85-летие исследователя горных областей, географа и геолога Баденкова Юрия Петровича // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2022. Т. 16. № 2. С. 113-121. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2-113-121

85th Anniversary of the Researcher of Mountain Regions, Geographer and Geologist Yuriy P. Badenkov

© 2022 Shakhmardan S. Muduev¹, Zagir V. Ataev^{2, 3, 4},
Salikhbek G. Abdulmanapov¹

¹ Dagestan State University of National Economy
Makhachkala, Russia; e-mail: mud51@mail.ru; salih@mail.ru

² Dagestan State Pedagogical University
Makhachkala, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

³ Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
Makhachkala, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

⁴ Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Nalchik, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

ABSTRACT. The article is deals with the 85th anniversary of Yuriy P. Badenkov, PhD (Geology and Mineralogy), leading researcher at Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. It contains a brief overview of the scientific and scientific-organizational biography.

Keywords: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Yuriy P. Badenkov, UNESCO MAB-6 mountain group, mountain policy, scientific and scientific-organizational activity.

For citation: Muduev Sh. S., Ataev Z. V., Abdulmanapov S. G. 85th Anniversary of the Researcher of Mountain Regions, Geographer and Geologist Yuri P. Badenkov. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2022. Vol. 16. No. 2. Pp. 113-121. DOI: 10.31161/1995-0675-2022-16-2- 113-121 (In Russian)



Баденков Ю. П. в одной из многочисленных экспедиций в горах

Известный российский ученый-географ и геолог Баденков Юрий Петрович родился 4 июня 1937 г. в Москве.

В 1940-1946 гг. Юрий Петрович жил с родителями в Ярославле, где работал его отец Баденков Петр Федорович (1910-1992). Отец был директором Ярославского шинного завода. У него была хорошая советская карьера, работал заместителем министра по шинной линии, был директором НИИ шинной промышленности в Москве (1955-1990 гг.), удостоен звания Героя Социалистического труда. Мать родом из Сергиева Посада, домохозяйка (1910-1979).

В 1954 г. Юрий Петрович поступил на геологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, в 1958 г. перевелся на геологический факультет Ленинградского государственного университета, который окончил в 1960 г.

С 1961 по 1971 г. жизнь связала Баденкова Ю. П. с Российским университетом дружбы народов, где сначала учился по кафедре геологии на инженерном факультете, по окончании которого начал работать в научном секторе вуза, поступил в аспирантуру. Эти 10 лет стали годами интенсивной полевой работы в Узбекистане, где применялись новые методы геохимических поисков полиметаллов. В 1970 г. им защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Но его постоянно тянуло в географию.

Владивосток (1971-1981 гг.). Свою жизнь географа Баденков Ю. П. начинал во Владивостоке. В 1971 г. по приглашению члена-корреспондента АН СССР А. П. Капицы он переехал с семьей во Владивосток, работать в только формиро-

вавшемся Тихоокеанском институте географии ДВНЦ АН СССР. Здесь он был организатором и заведующим лабораторией геохимии, активно участвовал в создании института. Дальневосточный научный центр пользовался повышенным вниманием Президиума АН СССР. Созданную в 1972 г. лабораторию геохимии «экзаменовали» корифеи академической науки, члены Президиума – академики А. П. Виноградов, П. Л. Капица, Г. И. Марчук. Это была серьезная школа академического обучения молодого завлаба.

Традиции и дух академической науки были основой этого обучения. В 1972 г. Юрий Петрович организовал полевую научную станцию в пос. Смычка в устье р. Тетюхе, на берегу Японского моря. Кстати, в текущем году этой научной станции исполняется 50 лет, и она успешно функционирует.

С 1974 г. Баденков Ю. П. активно участвовал в проекте № 7 Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ) «Экология островов и атоллов», был начальником двух экспедиций на островах Тихого океана в 1976 и 1979 гг., в результате которых посещали архипелаг Луизиана (Папуа Новая Гвинея), Соломоновых острова, Фиджи и Тонга, острова Кука и остров Норфолк, острова Кермадек и Ниуэ, атоллы Суворова и Пука-Пука.

Баденков Ю. П. также активно участвовал в проекте МАБ ЮНЕСКО № 14 «Биосферные резерваты и фоновый мониторинг миграции тяжелых металлов». Т. е., практически с самого начала Программы МАБ ЮНЕСКО Юрий Петрович активно сотрудничал и продолжает сотрудничать с ней. Был советником Генерального директора ЮНЕСКО по программе МАБ (2004-2009). Награжден зо-

лотой медалью Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО за большой вклад в сотрудничество с ЮНЕСКО.

Москва, Институт географии АН СССР / РАН (1981 – настоящее время).

С 1981 г. Баденков Ю. П. по приглашению академика И. П. Герасимова переходит на работу в Институт географии Академии наук СССР, где по 1983 г. работал ученым секретарем института, с 1983 по 1993 г. заведовал лабораторией горных геосистем, с 1983 по 1987 г. работал заместителем директора института, а с 1993 г. по настоящее время – трудится ведущим научным сотрудником.

В конце 70-х гг., благодаря активной работе Комиссии по высокогорным районам Международного географического союза (МГС), которую возглавлял выдающийся немецкий географ Карл Трольб, происходила смена исследовательской парадигмы горных районов: отраслевые исследования сменялись на системные междисциплинарные, рассматривающие горы как сложные природные системы в сложном сочетании природных и хозяйственных взаимодействий. На этом переходном этапе решающую роль сыграли два молодых (тогда) географа, по очереди возглавлявших горную комиссию МГС – Джек Айвз (США) и Бруно Мессерли (Швейцария). Их активность и научный профессионализм во многом определили направления развития «горной географии» в последующие десятилетия.

Исследования гор и горных регионов Советского Союза, а позднее России, всегда занимали особое место в планах научно-исследовательской работы Института географии, который тесно сотрудничал с горной Комиссией МГС в разработке новых научных подходов к изучению горных территорий. Важную роль в этом играли академик И. П. Герасимов и, особенно, Р. П. Зимица, которая была членом Комиссии и одним из первых советских географов, вошедших в международную «команду Джека Айвза и Бруно Мессерли» по исследованию стабильности – нестабильности горных экосистем (1981).

Академик И. П. Герасимов в 1983 г. предложил Баденкову Ю. П. курировать Проект № 6 Программы МАБ «Влияние человека на горные экосистемы» и быть де-факто исполнительным директором и координатором этого проекта в системе АН СССР. Институт географии по распоряжению Президиума АН СССР и Советского комитета МАБ (академик В. Е. Соколов) был головным институтом по этому проекту. Академик И. П. Герасимов был научным руководителем этого проекта в Академии наук. После его смерти (1985) эти функции выполнял академик В. М. Котляков.

Одним из главных достижений в этой области было создание сети центров МАБ-6

в Советском союзе – МАБ-6 «Карпаты – Крым» (Институт экологии Карпат, Львов), МАБ-6 «Кавказ» (Институт географии им. Вахушты, Тбилиси), МАБ-6 «Средняя Азия» (отдел географии и экологии АН Таджикистана, Душанбе); МАБ-6 «Алтай» (Алтайский государственный университет, Барнаул), МАБ-6 «Дальний Восток» (Институт географии СО АН СССР, Иркутск) и Головной центр МАБ-6 (Институт географии АН СССР, Москва).

В Институте географии в середине 80-х гг. была создана лаборатория горных геосистем с Кавказской исследовательской станцией, которая вела активные исследования на Кавказе и в Средней Азии. Руководил работой этой лаборатории Ю. П. Баденков.

В эти годы проводились многочисленные конференции, семинары, совместные экспедиции с большим количеством молодых ученых и аспирантов. Осуществлялось также очень активное международное сотрудничество. Выдающимся событием стала Международная конференция «Трансформация горных экосистем под воздействием хозяйственной деятельности человека», которая прошла в Цахкадзоре, Армения (1989). В ней участвовали ключевые ученые в области горной географии со всего мира. Конференция предшествовала полевой экскурсии на автобусе из Минеральных вод, Военно-грузинскую дорогу в Тбилиси и далее в Цахкадзор. Все это содействовало тесному сотрудничеству и дружбе ученых СССР с зарубежными партнерами. Конференция была организована АН СССР, университетом ООН и ЮНЕСКО. Она проходила в сложное время первой Карабахской войны. На этой конференции Юрий Петрович Баденков был избран Вице-президентом Международного горного общества (Президентом был проф. Джек Айвз, США).

Примерно в это же время (начало 1980-х) осуществлялся крупный советско-французский проект «Альпы – Кавказ (сравнительный географический анализ)», результаты которого были представлены на Конгрессе МГС в Париже в 1984 г. Это был первый системный анализ двух крупных горных регионов – французских Альп и Кавказа. В этом коллективном научном труде на равных сотрудничали ведущие ученые как Института географии АН СССР, так и Институты географии республиканских академий – Грузии и Азербайджана, а также географы МГУ и других вузов страны. Позднее этот опыт был развит в совместном советско-болгарском проекте «Кавказ – Стара-Планина» и в исследованиях на Северном Кавказе – в Кабардино-Балкарии.

В 1990 г. Ю. П. Баденков вошел в состав небольшой международной группы экспертов «Горная повестка 21», которая сыграла решающую роль по включению Горной главы № 13 «Управление хрупкими горными экосистемами» в Глобальную повестку 21 на конференции ООН по окружающей среде в

Рио-де-Жанейро. Принятие этого документа «легализовало» проблемы развития горных регионов в глобальной повестке ООН, наряду с такими проблемами, как голод и конфликты, энергетика и сельское хозяйство и т. д. Это был серьезный прорыв, и опыт исследования горных регионов СССР и России был использован в полной мере. Книга «Горы мира. Глобальный приоритет» была опубликована и распространена среди участников конференции в Рио-де-Жанейро. Глава «Горные регионы бывшего СССР: богатство и неопределенность развития» отражала взгляды на проблемы развития горных регионов СССР «времен перестройки».

В развитие рекомендаций Горной главы 13 Институтом, по соглашению с Государственным комитетом по экологии Российской Федерации был подготовлен Национальный доклад «Горные регионы России: состояние и проблемы развития» (1994/95). Доклад был представлен на межправительственных консультациях азиатских (Катманду, 1994) и европейских (Шотландия, 1995) стран. В состав межведомственного коллектива, готовившего доклад, входили ведущие ученые Института географии: академик В. М. Котляков, Д. А. Тимофеев, Ю. П. Баденков, Б. А. Ильичев и др.

В 1995 г. в силу ряда объективных и субъективных причин, лаборатория горных геосистем прекратила свое существование в виде структурного подразделения Института. Тем не менее, под эгидой проекта МАБ-6 сохранилась неформальная группа ученых, заинтересованных в продолжении исследований по устойчивому развитию горных регионов.

В конце 90-х гг. и в начале XXI века были выполнены исследования на Алтае в рамках Проекта Глобального экологического фонда и Программы ООН по развитию «Диагностический анализ трансграничных районов Алтай-Саянского экорегиона». Ю. П. Баденков руководил работой группы ученых, в состав которой входили как представители Института географии, так и ученые из других институтов и организаций.

В 2003 г. группа сотрудников Института географии под руководством Ю. П. Баденкова вместе с сотрудниками Катунского биосферного заповедника включились в Международную программу «Исследование глобальных изменений в горных регионах» (GLOCHAMORE), инициированную МГБП и ЮНЕСКО. Позднее к этому «научному консорциуму» подключились ученые Алтайского университета (Н. Н. Михайлов), Санкт-Петербургского государственного университета (К. В. Чистяков), Томского государственного университета (Ю. К. Нарожный), Кубанского государственного университета (Ю. В. Ефремов) и другие. К проекту также подключились горные биосферные заповедники России – Тебердинский и Кавказский (Кавказ) и Сихотэ-Алинский (Дальний Восток). Основ-

ная задача этого проекта заключалась в исследовании влияния глобальных изменений (климатических, экономических, трудовых миграций и туризма и т. д.) на конкретные горные регионы (экосистемы, население), с использованием для этого сети горных биосферных резерватов ЮНЕСКО.

В 2002 г. (спустя десять лет после конференции в Рио-де-Жанейро) ООН провозгласила 2002 год Международным годом гор. В последующие годы состоялись многочисленные горные саммиты, конференции, семинары, экспедиции по изучению проблем горных территорий.

Исключительная роль горных регионов Земли в обеспечении устойчивого развития стран была отражена в главе 13 Глобальной повестки на XXI век, принятой на Саммите ООН по окружающей среде и развитию (1992, Рио-де-Жанейро) и подтверждена на Всемирном горном саммите ООН в Бишкеке (2002), а также на Саммитах ООН по развитию в Йоханнесбурге (2002) и Рио-де-Жанейро (2012).

Горы и возвышенности занимают около 53 % всей территории Российской Федерации и отличаются исключительным природно-климатическим и культурно-историческим разнообразием, имеются в 38 российских субъектах, занимая от 10-15 до 100 % их территории, и играют важную роль в их пространственном и социально-экономическом развитии.

Прошло еще 20 лет. И Генеральная ассамблея ООН 16 декабря 2021 г. объявила 2022 год Международным годом устойчивого горного развития. Исследования по устойчивому развитию горных регионов в условиях глобальных климатических изменений успешно продолжаются в рамках академических и международных программ в Алтай-Саянском регионе и на Кавказе.

Тридцатилетний российский опыт разработок моделей и стратегий устойчивого развития горных субъектов Российской Федерации, включающий в себя региональные стратегии устойчивого развития и принятие региональных законов о развитии горных территорий, а также инициативы Республик Алтай (2002) и Дагестан (2016) по принятию Федерального закона по устойчивому развитию горных регионов Российской Федерации, принятие в 2020 г. модельного закона Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ «О развитии и охране горных территорий» неразрывно связаны с именем генератора «горных» идей и неутомного координатора исследований по проблемам устойчивого развития горных регионов Юрия Петровича Баденкова.

Наши самые искренние и сердечные поздравления юбиляру! Здоровья и успе-

хов в работе, новых книг и пытливых учеников!

Основные публикации Ю. П. Баденкова:

Абрамова И. Д., Баденков Ю. П., Вельдяев Е. Ф. и др. Концептуальная программа экологически устойчивого развития Республики Алтай. Горно-Алтайск: Горно-Алтайский государственный университет, 1998. 75 с.

Badenkov Yu. Mountain Regions of the European Russia: Status and problems. *Ambio*. 1998. Vol. 27. No 4. P. 361-368.

Баденков Ю. Алтайский синдром // Энергия: экономика, техника, экология. 2003. № 4. С. 58-61.

Badenkov Yu. P., Ehringhaus B., Kohler Y. et al. Palaearctic connectivity initiatives // *Connectivity Conservation Management: A Global Guide*, 2010. P. 245-282.

Баденков Ю. П. Что происходит в международном горном сообществе? // Устойчивое развитие горных территорий. 2010. Т. 2. № 1. С. 87-92.

Баденков Ю. П. Природоохранные проекты на территории Алтая: вчера, сегодня, завтра // Ползуновский альманах. 2011. № 3. С. 34-38.

Badenkov Yu., Yashina T., Worboys G. Altai-Sayan, Eurasia // *Climate and Conservation: Landscape and Seascape Science, Planning, and Action*, 2012. P. 187-201.

Баденков Ю. П., Грачева Р. Г., Гуня А. Н. и др. Горные районы Северного Кавказа на рубеже веков: трансформация природопользования и современные проблемы развития // Изменение природной среды России в XX веке / Институт географии РАН. М.: Молнет, 2012. С. 254-273.

Баденков Ю. П., Винокуров Ю. И., Ротанова И. Н. Алтае-Саянский экорегион как единое географическое и социально-экологическое пространство Центральной Азии в эпоху глобализации: современные вызовы науке // Вызовы XXI века: природа, общество, пространство. Ответ географов стран СНГ, Мышкин, 20-23 мая 2011 года / Международная ассоциация академий наук, Объединенный научный совет по фундаментальным географическим проблемам, Институт географии РАН. Мышкин: ООО Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 260-278.

Шмакин А. Б., Попова В. В., Баденков Ю. П. и др. Изменение природной среды России в XX веке. Институт географии РАН. М.: Молнет, 2012. 404 с.

Баденков Ю. П., Котляков В. М., Чистяков К. В. Горы в стратегиях развития: роль и вклад науки // Вопросы географии. Сборник 137. М.: РГО, 2014. С. 21-25.

Баденков Ю. П., Нарыков А. Н., Щигрева С. Н., Яшина Т. В. Горные биосферные резерваты как модельные территории устойчивого развития в условиях глобальных изменений (на примере Ал-

тая) // Вопросы географии. Сборник 137. М.: РГО, 2014. С. 462-494.

Баденков Ю. П., Гуня А. Н., Медведев А. Н., Нарыков А. Н. Карта горных регионов России // Вопросы географии. 2014. Сборник 137. С. 574-577.

Котляков В. М., Баденков Ю. П., Голубчиков Ю. Н. и др. Где я должен побывать, чтобы познать Россию. М.: Издательский дом "Кодекс", 2015. 400 с.

Баденков Ю. П., Дунец А. Н., Мудуев Ш. С., Мухаббатов Х. М. Модернизация и развитие горных районов: советский и российский опыт // Устойчивое развитие горных территорий. 2016. Т. 8. № 4. С. 323-337.

Котляков В. М., Баденков Ю. П., Галанин А. А. и др. Где я должен побывать, чтобы познать Россию. М.: Издательский дом "Кодекс", 2017. 496 с.

Баденков Ю. П. Жизнь в горах. Природное и культурное разнообразие – разнообразие моделей развития. М.: ГЕОС, 2017. 479 с.

Баденков Ю. П. К вопросу о государственной политике развития горных регионов России. Нужен ли России Федеральный горный закон // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. Т. 9 № 2 (32). С. 111-119.

Badenkov Yu. IGU mountain Commission and UNESCO "Man and Biosphere" mountain project as starting platforms for transdisciplinary mountain research // *Practical Geography and XXI Century Challenges: International Geographical Union Thematic Conference to the Centennial of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 04-06 June, 2018. Moscow, 2018. P. 53-54.*

Колосов В. А., Ананичева М. Д., Баденков Ю. П., Глезер О.Б., и др. Практическая география и вызовы XXI века (Тематическая конференция Международного географического союза, посвященная 100-летию Института географии РАН) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. № 5. М.: Наука, 2018. С. 115-122.

Gunya A., Badenkov Yu., Muduev Sh. Mountain regions in the legal space of Russia // *Mountain ecosystems and their components: VIII All-Russian Conference with international participation, dedicated to the Year of Science and Technology in the Russian Federation / Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories of the Russian Academy of Sciences. Nalchik: EDP Sciences, 2021. P. 11-18.*

Котляков В. М., Большаков В. Н., Баденков Ю. П. Вечно актуальная тема взаимодействия человека с природой // Вопросы географии. 2021. № 152. С. 11-32.

Баденков Ю. П. Горные регионы России: исследования и развитие. Ключевая роль Горного проекта МАБ-6 ЮНЕСКО // Вопросы географии. 2021. № 152. С. 135-166.

Человек и биосфера. Вечно актуальная тема взаимодействия человека с природой // Вопросы географии. 2021. № 152. С. 480.



Баденков Ю. П. среди участников Горной сессии в с. Гуниб. 2014 год.



*Ю. П. Баденков (в центре) с участниками Горной сессии.
Республика Дагестан, Верхний Гуниб. 2014 год.*



*Ю. П. Баденковым (слева) с академиком РАН В. М. Котляковым (в центре),
Ревякиным В.С., профессорами Мудуевым Ш. С. и А. А. Лиховидом (справа)
на Фестивале Русского географического общества. Москва, 2014 год.*



*Баденков Ю. П. (слева) с друзьями-делегатами Международной конференции
Международного Союза географов. 2017 год.*



СЕТЬ горных центров Программы МАБ ЮНЕСКО в СССР
USSR Academy of Sciences, 1983-1990 (Ю. П. Баденков, 2002)



Юрий Петрович Баденков

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Мудуев Шахмардан Ситтикович, доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, НИИ управления, экономики, политики и социологии, Дагестанский государственный университет народного хозяйства, Махачкала, Россия; e-mail: mud51@mail.ru

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор кафедры географии и методики преподавания, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии, Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия; старший научный сотрудник Института геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия; старший научный сотрудник Центра географических исследований, Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Россия; e-mail: zagir05@mail.ru

Абдулманапов Салихбек Габидулаевич, доктор экономических наук, профессор, директор НИИ управления, экономики, политики и социологии, Дагестанский государственный университет народного хозяйства, Махачкала, Россия; e-mail: salih@mail.ru

Принята в печать 28.01.2022 г.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Affiliations

Shakhmardan S. Muduev, Doctor of Science (Geography), Professor, Leading Researcher, Research Institute of Management, Economics, Politics and Sociology, Dagestan State University of National Economy, Makhachkala, Russia; e-mail: mud51@mail.ru

Zagir V. Ataev, Ph.D. (Geography), Professor, Department of Geography and Teaching Methods, Director of the Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; Senior Researcher, Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia; Senior Researcher, Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia; e-mail: zagir05@mail.ru

Salikzbek G. Abdulmanapov, Doctor of Science (Economics), Professor, Director of the Research Institute of Management, Economics, Politics and Sociology, Dagestan State University of National Economy, Makhachkala, Russia; e-mail: salih@mail.ru

Received 28.01.2022.

Редакционная коллегия журнала «Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки» поздравляет Юрия Петровича БАДЕНКОВА с юбилеем и желает крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов!

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция принимает на рассмотрение научные статьи. Представляемые материалы должны быть оформлены в соответствии с настоящими Правилами и соответствовать тематической направленности журнала «**Известия Дагестанского государственного педагогического университета**».

Верстка журнала осуществляется с электронных копий. Используется компьютерная обработка штриховых и полутоновых (в градациях серого) рисунков. Журнал изготавливается по технологии ризографной печати.

1. Текст статьи набирается в редакторе MS Word (с расширением .doc) шрифтом "Times New Roman" размером 14 через интервал 1,5 в формате А4. Поля текста стандартные. Все страницы должны быть пронумерованы.

2. Перед текстом статьи указываются:
индекс УДК (информацию о классификаторе УДК см. на сайтах <http://teacode.com/> [online/udc/](http://online.udc/) или <http://www.udcc.org/>) (на русском языке);

название статьи (на русском и английском языках);
фамилии и инициалы авторов, название учреждения, город, страна, эл. почта (на русском и английском языках);
резюме статьи объемом 10-15 строк, которое не должно дублировать вводный или заключительный раздел статьи (на русском и английском языках) и должно включать: цель, методы, результаты, выводы;
ключевые слова (5-10) (на русском и английском языках).

3. Изложение материала должно быть ясным и по возможности кратким. Текст и остальной материал следует тщательно выверить. Текст статьи должен быть структурирован, т. е. содержать цель исследования, материал и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение (выводы). Рукописи, направляемые в журнал, являются оригиналом для печати и должны являться материалом, не публиковавшимся ранее в других печатных изданиях.

4. Статьи, в которых отражаются результаты исследования, должны полностью отвечать требованиям, предъявляемым к их представлению.

5. Рисунки создаются в формате .jpg, вставляются непосредственно в текст и нумеруются в порядке их упоминания в тексте.

6. В тексте статьи все формулы набираются в редакторе Microsoft Equation 3.0, таблицы – в формате MS Word. Таблицы нумеруются в порядке их упоминания в тексте. Каждая таблица перед своим появлением должна упоминаться в тексте, например, «... (табл. 1)...».

Сокращения в надписях не допускаются.

Наличие данных, по которым строится график, диаграмма.

В тексте статьи обязательно должны содержаться ссылки на иллюстративные материалы.

7. Ссылка на цитату указывается сразу после нее в квадратных скобках: сначала проставляется номер источника цитаты из пристатейного библиографического списка, затем, после запятой, номер страницы с буквой с. Например, [10, с. 81] или, если цитируемый текст переходит на следующую страницу, [10, с. 81-82]. За достоверность цитат ответственность несет автор!

8. Список литературы формируется по алфавиту. В списке литературы сначала приводится перечень работ отечественных авторов, в который также включаются работы иностранных авторов, переведенные на русский язык. Затем приводится перечень литературных источников, опубликованных на иностранных языках, в который включаются работы отечественных авторов, переведенные на иностранный язык. В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники. Включать в этот список собственные работы не рекомендуется. В библиографическом описании должны быть представлены все авторы. Выражения типа "и соавт.", "с соавт.", "и др." "et al" не допускаются. Автор несет ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном библиографическом списке.

9. Список литературы (с указанием всех авторов) дается в конце статьи, нумеруется (начиная с первого номера), предваряется словом «Литература» и оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 (на русском, английском языках и в транслите).

Перечень использованных источников должен начинаться с фамилии и инициалов автора и включать:

для книг – название, место и год издания, издательство, номер тома, страницы;

для журнальных статей – название журнала, год издания, номер тома (выпуска), страницы;

для газет – название, год, месяц, число.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

10. В конце статьи может быть указана организация (№ гранта), финансировавшая выполнение данной работы.

11. К статье прилагаются сведения об авторах на русском и английском языках:

для работников вузов/учебных организаций: Ф.И.О. полностью, ученое звание, занимаемая должность место работы (кафедра, факультет, вуз), город, страна; электронный адрес, контактные телефоны;

для аспирантов и соискателей: название кафедры, лаборатории, где проводится исследование, Ф.И.О. научного руководителя и его разрешение к публикации, город, страна; электронный адрес, контактные телефоны.

12. Статья должна быть представлена в электронном виде (в редакционно-издательский отдел ДГПУ или электронной почтой dgpurio@yandex.ru), а также в печатном варианте (в 2-х экземплярах на одной стороне листа формата А4), подписанном всеми авторами, для аспирантов и соискателей – и научным руководителем.

Решение о публикации статьи или материала принимается редколлегией журнала. При наличии замечаний к рукописи она возвращается для доработки. Редакция оставляет за собой право отправить рукописи статей на независимую экспертизу. При публикации статьи авторские права передаются редакции журнала.

Редакция оказывает услуги научного и технического редактирования текста статьи, перевода библиографического списка (References), аннотации и ключевых слов на английский язык.

ОБЪЯВЛЕНА ПОДПИСКА

на ЖУРНАЛ
«ИЗВЕСТИЯ ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»

ПО КАТАЛОГУ «ПОЧТА РОССИИ»
ИНДЕКС

51323 – ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ
51392 – ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
31173 – ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПО ОБЪЕДИНЕННОМУ КАТАЛОГУ «ПРЕССА РОССИИ»
ИНДЕКС

38653 – ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ
38657 – ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
38652 – ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал

**Известия Дагестанского государственного педагогического университета
серия «Естественные и точные науки»
Т. 16. № 2. 2022**

Главный редактор: *З. В. Атаев*
Технический редактор: *Д. К. Сфиева*
Редактор: *Г. Н. Мирзоева*
Редактор английских текстов: *Г. Н. Мирзоева*
Компьютерная верстка: *М. А. Сулейманова*

Оригинал-макет подготовлен на базе
редакционно-издательского отдела ДГПУ

Адрес редакции, издателя: 367000 РД, г. Махачкала, ул. Магомед Ярагского, 57.
Редакционно-издательский отдел ДГПУ
Тел.: (8722)561252; <https://dgpu.net/ru/>; e-mail: dgpurio@yandex.ru

Формат 60x84¹/₈. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 14,2. Уч.-изд. л. 10,1. Тираж 500 экз. Заказ № 2211. Цена 416 руб.

Адрес типографии: 367003 РД, г. Махачкала, ул. Сулеймана Стальского, 50



Scopus



Elsevier, The Netherlands
Scopus Content Selection Advisory Board (CSAB)
Association of Science Editors and Publishers, Russia
Russian Content Selection Advisory Board (RCSAB)

CERTIFICATE OF ATTENDANCE

GIVEN OUT TO SCIENTIFIC PERIODICAL

*Известия ДФТБУ.
Серия «Естественные и точные
Науки»*

to confirm the attendance and presentation to the joint Scopus CSAB
and Russian RCAB meeting.

At this meeting, compliance with international standards and selection criteria
of the Scopus database, were discussed by experts of Scopus CSAB and
Russian RCAB. This meeting took place during the 5th International Scientific
and Practical Conference «World-Class Scientific Publication - 2016:
Publishing Ethics, Peer-Review and Content Preparation»
(May 17, 2016 – May 20, 2016)

May 17-20, 2016

RANEP
Moscow, Russia

Karen Holland
Scopus CSAB Subject Chair



Olga V. Kirillova
Russian CSAB Chair, president ASEP