

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Воронежское отделение Русского географического общества**

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В РЕГИОНАХ РОССИИ

**МАТЕРИАЛЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

23-24 ноября 2020 г.
Воронеж

УДК 004:528.9(470)(06)

ББК 26.190.3 + 26.17

Редактор: к.г.н. доц. *Ю.А. Нестеров*

Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 23-24 ноября 2020 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2020. – 362 с.

ISBN 978-5-907283-35-0

Рекомендовано к печати решением ученого совета факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, протокол № 9 от 2 декабря 2020 года

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», 2020

© Коллектив авторов, 2020

© Издательство «Цифровая полиграфия», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Нестеров Ю.А. Итоги работы конференции «Геоинформационное картографирование в регионах России» за 2009-2020 годы.....	9
Аникин В.В., Долгачева Т.А., Долгачева А.С., Гараджаев Х.Б. Анализ статистических показателей для оценки жилищных условий населения.....	17
Антонова О.С., Неврюев А.М., Шлапак П.А. Использование данных ДЗЗ для анализа влагообеспеченности сельскохозяйственных угодий (на примере Саратовского Заволжья).....	22
Арепьева Л.А., Казаков С.Г. Особенности геоинформационного картографирования распространения борщевика Сосновского в Курской области по материалам ДЗЗ.....	27
Бажукова Н.В., Афолина Е.А. Опыт регионального тематического геоинформационного картографирования (на примере Пермского края).....	33
Бажукова Н.В., Шишлянников К.А., Харитонов Е.Ю. Картографическое обеспечение бёрдинга в Перми: разработка и создание карты-буклета.....	43
Беденко А.Б., Кирик А.И. Перспективы использования цифрового гербария им. профессора Б.М. Козо-Полянского ВГУ (VOR) для создания системы мониторинга растительного покрова Воронежской области.....	50
Белова А.В., Павлов Э.А, Полушковский Б.В. Исследование влияния особенностей рельефа на эрозионные процессы Шпаковского района Ставропольского края с использованием данных дистанционного зондирования.....	53
Белолипский В.А., Полулях Н.Н. Фактические и допустимые показатели эрозионно-гидрологических процессов на вероятностной основе.....	62
Ватлина Т.В. Пространственный анализ и моделирование функционирования очагов туляремии в Смоленской области.....	71
Верещака Т.В., Курбатова И.Е. Пространственный анализ экологического состояния болотных систем и проблемы их картографического представления.....	74

Волкова И.Н., Крылов П.М., Сергушко С.В. Проблемы отображения объектов транспортной инфраструктуры в картографической части российских документов территориального планирования.....	77
Гебель В.В., Козелкова Е.Н. Разработка учебного многофункционального картографического материала для обеспечения процесса обучения по предметам география и история в общеобразовательной школе.....	86
Гоммерштадт О.М. Пространственные закономерности сети маршрутов общественного транспорта на примере города Якутск.....	91
Гончаров Е.А., Ануфриев М.А. Школьный географический атлас республики Марий Эл как опыт регионального геоинформационного картографирования.....	99
Грищенко М.Ю., Хлюстова В.В., Калимова И.В., Изюмникова Е.А., Ашкатов Э.Б. Изучение и картографирование почв части Алёхинского кластера заповедника "Курильский" (остров Кунашир, Курильские острова).....	105
Грищенко М.Ю., Шартова Н.В., Ревич Б.А. Геоинформационная оценка доступности медицинских учреждений на региональном уровне: опыт Архангельской области и Ненецкого автономного округа.....	110
Гусев В.А., Кресин Я.Н. Исследование динамики русловых процессов реки Хопер в пределах Саратовской области по данным дистанционного зондирования.....	116
Дмитриев П.С., Тесленок С.А., Носонов А.М., Лукашевич А.И., Фомин И.А. Экологические объекты Северо-Казахстанской области для формирования базы данных специализированной ГИС и сакрального туристско-экскурсионного маршрута.....	120
Долгачева Т.А., Аникин В.В., Долгачева А. С., ГараджаевХ. Б. Применение методов математической статистики для оценки жилищных условий населения.....	129
Дьякова Н.А., Грибкова И.С. Необходимость геоинформационных систем особо охраняемых природных территорий, на примере Краснодарского края.....	135

Дьякова Н.А., Кравченко Э.В., Малимоненко П.С. Экологическое геоинформационное картографирование: недостатки и дальнейшее развитие.....	139
Евстратова Л. Г. Поиск новых решений при распознавании состояния растительного покрова по многоспектральным снимкам высокого пространственного разрешения.....	142
Зорина В.В. Сравнительный анализ методов и инструментов геоинформационно- фотограмметрического моделирования рельефа.....	146
Калихман Т.П. Эффективность метода одноаспектного тематического атласного картографирования территориальной охраны природы в азиатской части России.....	150
Карюкина Е.И., Крылов С.А. Современное состояние и перспективы развития геоинформационного фенологического картографирования.....	159
Кириллова А.В. Опыт использования ГИС при проведении эколого-геоморфологической оценки на примере территории Удмуртии	163
Китов А.Д., Коваленко С.Н. Стационарные физико-географические исследования района Мунку-Сардык в образовательном процессе педагогического института Иркутского государственного университета.....	166
Клепиков О.В., Студеникина Е.М., Колнет И.В. Перспективные направления применения геоинформационных технологий и дистанционных методов зондирования Земли в социально-гигиеническом мониторинге.....	171
Кондратьева К.С. Информационные технологии в образовании.....	176
Корчагина А.А., Тесленок С.А. Разработка и создание серии карт рекреационных объектов республики Мордовия.....	178
Кошкарев А.В., Солодянкина С.В. Средства инвентаризации географических данных и знаний о ландшафтах России.....	186

Крупко А.Э. Использование информационных методов в мониторинге муниципальных образований.....	204
Крутских Н.В., Белашев Б.З. База пространственных данных «Вызовы скорой медицинской помощи» для геоэкологического анализа городской среды.....	211
Крюкова Н.А., Спесивый О.В. Разработка и применение программного продукта для обработки данных дистанционного мониторинга экологических ситуаций.....	214
Кузавкова З.О. Картографирование пространственной организации геосистем.....	222
Ликутов Е.Ю. Пространственный анализ аномальных синоптических явлений лета 1981 года и его результаты.....	226
Локтионова Т.В. Расчет элементов водного баланса лесотундрового водосбора по данным ArcticDEM и климатического реанализа.....	228
Лосев И.В., Шевчук Р.В. ГИС-ориентированная база данных для оценки геодинамической безопасности Нижне-Канского массива.....	233
Малимоненко П.С., Будагов И.В., Дьякова Н.А. Анализ влияния современного геоинформационного картографирования на прогноз и предотвращение пожароопасных ситуаций на территории Ростовской области.....	235
Маневич А.И., Урманов Д.И. Нейросетевое моделирование поля скоростей горизонтальных движений Нижне-Канского массива по данным ГНСС-наблюдений.....	240
Масленников А.А., Тесленок С.А. Проектирование и создание пространственной базы данных заброшенных населенных пунктов России.....	244
Мнацаканян К.Н. Мониторинг изменения зеленых насаждений в пределах города Саратова по данным дистанционного зондирования Земли.....	252
Нарожная А.Г. Изучение типов склонов полуострова Крым.....	258

Нартова Е.А., Крюкова Н.А. Автоматизированный расчет защищенности территории при проектировании лесных насаждений.....	263
Николаева О.Н., Васильева Е.А. Об опыте картографирования уличного озеленения по материалам дистанционного зондирования Земли.....	269
Омаров Р.С. Создание картографической базы данных функционального и административного деления города Волгограда для проведения морфометрического анализа.....	274
Омаров Р.С., Хоцкова Л.В. Применение цифровой модели рельефа при анализе почвенно- геоморфологических условий экосистемной дендрологической территории Сибирского ботанического сада ТГУ.....	278
Пеньшин И.Н. Алгоритм построения сети пространственной маршрутизации для точек пешеходной панорамной съемки.....	282
Прохоров А.В. Создание базы данных и программного обеспечения для решения задач спутникового мониторинга динамических объектов с использованием системы ICARUS.....	287
Салатин С.А., Зеленюк Ю.М. Ретроспективное картографирование территориальных систем высшего и среднего профессионального образования Иркутской области.....	289
Самсонов Т.Е. Автоматизированное совмещение цифровой модели рельефа и векторных данных о гидрографической сети.....	294
Сарычев Д.В., Земцов Г.Л., Фабрициус Е.В. Выявление археологических памятников позднееримского времени в Липецкой области методом максимальной энтропии.....	302
Седых В.А., С.А. Куролап Оценка аэротехногенного загрязнения города Липецка с использованием геоинформационного картографирования территории.....	309
Соколова М.С. Создание геоинформационной модели расселения населения города Севастополя.....	317

Спесивый О.В., Чеботарев П.М. Оценка почвенно-ресурсного потенциала по данным дистанционного зондирования с применением геоинформационных систем.....	321
Стриженок А.В., Стриженок А.В. Моделирование процесса полного разбавления сточных вод в поверхностных водотоках.....	329
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Информационные ресурсы для обеспечения геоинформационного картографирования кормовых экосистем.....	333
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Пространственный анализ и моделирование кормовых экосистем.....	335
Труханов А.Э. Использование ГИС-технологий при изучении климата азиатской России.....	337
Урманов Д.И., Маневич А.И., Лосев И.В. Геоинформационное моделирование напряженно-деформированного состояния геологической среды для обеспечения безопасной подземной изоляции высокоактивных радиоактивных отходов.....	343
Хаванская Н.М., Шинкаренко С.С. Оценка условий транспортной доступности сельских территорий Волгоградской области.....	347
Шурыгина А.А., Самсонов Т.Е. Перспективы использования дискретных глобальных сеточных (гридовых) систем в геоинформатике.....	350
Шустова Н.В., Потахина Т.А., Суслова М.А., Разуваева Е.И., Гусев Е.А. Опыт цифрового моделирования комплекта государственной геологической карты третьего поколения масштаба 1:1 000 000 арктического шельфа России.....	359

**ИТОГИ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ «ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В РЕГИОНАХ РОССИИ»
С 2009 ПО 2020 ГОДЫ**

Воронежский государственный университет

В 2008 году по инициативе кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета в план научных мероприятий университета на 2009 год была впервые включена Всероссийская научно-практическая конференция «Геоинформационное картографирование в регионах России», которая состоялась 2 – 4 декабря. Основными направлениями деятельности конференции были выбраны следующие:

1. Геоинформационное картографирование в регионах России: опыт работы, перспективы развития. Электронные атласы.
2. Базы данных и информационные ресурсы для обеспечения геоинформационного картографирования. Инфраструктура пространственных данных.
3. Дистанционные материалы в региональном картографировании. Моделирование процессов и явлений по материалам дистанционного зондирования.
4. Методика преподавания цикла дисциплин информационных технологий.

Однако, установить четкую принадлежность материалов, представленных авторами к какой-либо конкретной секции очень сложно, поскольку почти все работы имеют стыковый межсекционный характер. По этой же причине расчет долей тематических направлений в публикациях, который будет приведен ниже, также носит ориентировочный характер.

В отдельные годы, в связи с организацией и проведением на факультете географии, геоэкологии и туризма Воронежского университета иных научных мероприятий и с целью привлечения к работе конференции специалистов-смежников направления работы расширились следующими секциями:

1. Геоинформационное картографирование территориальной организации ландшафтов: структура, устойчивость, самовосстановление, оптимизация использования и охраны;
2. Геоинформационное картографирование территориальной организации хозяйства и населения для оценки условий развития территорий;
3. Геоинформационное картографирование в социально-экономической географии и регионоведении;
4. Цифровые модели географических полей, их использование в региональном геоинформационном картографировании;
5. Геоинформационное картографирование природно-ресурсного потенциала регионов и условий устойчивого и неустойчивого развития;
6. Геоинформационное картографирование в медико-географических исследованиях.

За время работы конференции в ней приняли участие 400 человек, представлявших 323 организации (высшие учебные заведения, институты Российской академии наук и практические организации) из 41 города Российской Федерации, а также стран ближнего зарубежья: Белоруссии, Украины, Казахстана и Армении. В 2009, 2013, 2016 и 2020 годах в работе конференции приняли участие специалисты картографы и геоинформатики из Института региональной географии им. Лейбница г. Лейпциг (Германия), Технологического университета г. Дортмунд (Германия), Института картографии Дрезденского технического университета (Германия), Северо-Казахстанского государственного университета, Западно-Казахстанского государственного университета им. М. Утемисова, Центра эколого-ноосферных исследований Национальной академии наук Республики Армения и университета Экс-Марсель (Франция). Таким образом, объявленная как всероссийская, конференция в эти годы приобретала статус международной.

Во многом десятилетняя работа конференции строилась на принятых положениях резолюции 2009 года. В ее подготовке активное участие приняли А.В. Кошкарев (Институт географии РАН, Москва), В.В. Хромых (Томский государственный университет), О.В. Рыжков О.В. (Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина), Коробейников А.М. (Пермский филиал Института экономики УрО РАН, Пермь), Ю.А. Нестеров (Воронежский государственный университет). В резолюции на основе детального анализа представленных материалов констатировалось, что геоинформационное картографирование одно из активно

развивающихся направлений в науках о Земле. Геоинформационная концепция в картографии, формирующаяся с конца 80-х годов прошлого столетия, придала классической картографии новые черты системного информационно-картографического моделирования и познания геосистем различного таксономического уровня и структурной организации. В связи с этим карта сейчас рассматривается как образно-знаковая геоинформационная модель действительности, представленная как в аналоговой, так и цифровой форме и представляет собой не только графическое изображение, но и систему пространственно распределенных данных. Возникла новая отрасль картографии – геоинформационное картографирование (ГК), базирующееся на интеграции картографии, геоинформатики и аэрокосмического зондирования. Кроме того четко наметился переход от геоинформационных систем к новым инфраструктурам пространственных данных (ИПД) - национальных, региональных, муниципальных, ведомственных и корпоративных ИПД, которые сочетают функции поиска пространственных данных с их визуализацией.

В регионах, как следует из материалов конференции, накоплен богатый опыт применения геоинформационного картографирования для решения научных и прикладных задач в различных сферах деятельности на основе интеграции территориального, тематического и функционального аспектов. В резолюции признается целесообразность проведения конференций по обмену опытом в работах по геоинформационному картографированию в регионах.

Далее в тексте резолюции приводились рекомендации для оптимизации работы конференции, которые соблюдались и совершенствовались с 2009 по 2020 год. Ниже некоторые рекомендации рассматриваются с пояснениями.

Во-первых, было рекомендовано проводить конференции регулярно, как в очной, так и заочной формах (публикация материалов с последующей их рассылкой заинтересованным специалистам в виде печатных изданий и (или) электронных версий). В последующие годы проводить конференции: по четным годам в заочной форме, по нечетным годам – в очной форме. Сроки очной конференции перенести с декабря на первую половину сентября (ориентировочно после 10 числа). Поскольку заочный формат не способствует личному общению участников, не создает условий для формирования контактов между специалистами, его нельзя признать рациональным для организации конференции. Технологии проведения различных мероприятий (в том числе и научных) в онлайн-формате, вызванном известными причинами,

показали хорошие результаты, и в дальнейшем их можно использовать для организации конференции. Организационным комитетом высказано предложение о переносе сроков проведения конференции на весеннее время.

Во-вторых, в работе последующих конференций следует уделять большее внимание вопросам преподавания специальных учебных курсов относящихся к картографии, геоинформатике, дистанционному зондированию Земли, геоинформационным системам, инфраструктуре пространственных данных.

Эта рекомендация была вызвана следующей причиной, которая подтвердилась дальнейшей работой конференции. Подавляющую часть участников конференции составили сотрудники высших учебных заведений, в основном университетов и в меньшей степени педагогических институтов (университетов). Подготовка студентов этих вузов в области геоинформационных технологий основана на последовательном приобретении знаний, навыков работы в геоинформационных системах и умений применять геоинформатику в сфере своих профессиональных интересов. Это достигается в базовых курсах, к примеру. «Геоинформационные системы в экологии и природопользовании», «Геоинформационные системы в географии» и т.д., которые затем расширяются и углубляются в дисциплинах учебных планов по выбору «Информационно-математические методы в географии», «Компьютерное картографирование» или им подобным. В педагогических высших учебных заведениях постановка геоинформационных курсов строится в упрощенном виде.

За пределами приведенного выше круга сравнения находятся высшие учебные заведения, которые осуществляют подготовку по направлению «Картография и геоинформатика» - Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Пермский государственный национальный исследовательский университет, Саратовский национальный исследовательский государственный университет и др.

Принимая во внимание тот факт, что сравнивать подготовку студентов в области геоинформатики, геоинформационных технологий и геоинформационного картографирования двух вышеперечисленных групп высших учебных заведений нельзя, нельзя также и не считаться с широким внедрением геоинформатики и геоинформационного картографирования в процесс обучения. Следует совершенствовать процесс преподавания дисциплин, связанных с геоинформационными технологиями.

Организационный комитет предлагает одну из последующих конференций посвятить проблемам преподавания.

В резолюции указывается также на необходимость усилить разработку методов создания картографических баз данных, математико-картографического и геосистемного пространственно-временного моделирования и их графического представления посредством картографической символики на основе взаимодействия средств картографии и геоинформатики. Рекомендовано также создавать как цифровые модели реальных пространственных объектов, так и цифровые модели карт, предназначенные для вывода на стандартных устройствах и представлять оригинальные методы картографирования и их использования для решения географических, геоэкологических, социально-экономических проблем, рационального природопользования и смежных задач.

Рассмотренные выше рекомендации успешно реализовывались в работе конференции. За период с 2009 по 2020 год опубликовано более 370 авторских материалов в виде статей и тезисов общим объемом более 100 печатных листов. В материалах доли тематических направлений, с определенной степенью условности, распределилась следующим образом.

Проблемам регионального атласного картографирования и созданию электронных карт посвящено около 10% опубликованных материалов; использованию материалов дистанционного зондирования Земли, в том числе и получению данных с беспилотных летательных аппаратов, в качестве источников данных для геоинформационного картографирования, а также совершенствованию методов обработки данных зондирования – 10%; применению геоинформационного картографирования в системе охраны природы и историко-культурного наследия на особо охраняемых территориях различного уровня – 8%. Использованию геоинформационных технологий в учебном процессе, вопросам преподавания дисциплин, связанных с геоинформационным картографированием соответствует доля всего 6%. Значительная часть материалов представленных на конференцию за все годы посвящена картографическому сопровождению рационального ведения хозяйства, сбалансированного развития территории регионов, геоэкологической оценке территории, мониторингу состояния здоровья населения, выявлению очагов природных заболеваний и т.д., им принадлежит около 60% объема публикаций.

Особенно следует выделить направление, посвященное концептуальным положениям геоинформационного картографирования и направлениям его

развития, проблемам инфраструктуры пространственных данных, нормализация терминологии. Научно-практический характер конференции позволил рассмотреть ряд актуальных теоретических проблем в геоинформатике связанных с применением инновационных технологий геоинформационного картографирования в науках о Земле (И.К. Лурье, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2009); вопросами автоматизации в картографии и формировании геоинформационного пространства (А. Володченко, А.В. Кошкарев, И.Н. Ротанова, Институт картографии Технического университета Дрездена. Институт географии РАН. Институт водных и экологических проблем СО РАН, 2009); методологии пространственно-временного анализа географических явлений и прикладным аспектам использования результатов аналитической работы (Г.А. Исаченко, Санкт-Петербургский государственный университет, 2009; С.А. Куролап, Ю.И. Степкин, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков, Воронежский государственный университет и Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, 2009; В.В. Сизов, Б.В. Шерemet, Э.Н. Молчанов, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2011). Большое внимание уделялось вопросам создания и оптимизации использования ИПД и геопорталов (А.В. Кошкарев, Институт географии РАН, 2013, 2017). Однако эти материалы в общем объеме публикаций занимают всего 6%.

В настоящем обзоре ссылки на материалы конференции за десятилетний период преднамеренно не приводятся. В круглых скобках после фамилии автора приводится год издания.

По итогам работы конференции в 2010 был дополнительно издан сборник статей Геоинформационное картографирование в географии и геоэкологии [Геоинформационное картографирование в географии и геоэкологии: сборник статей / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010. – 112 с.]. В сборнике были отражены некоторые тенденции развития геоинформационного картографирования в области изучения сложных пространственных явлений (В.С. Тикунов, И.А. Исаев, Н.А. Слука) на примере мировой динамики процессов урбанизации; показаны новые направления в развитии геоинформатики через создание инфраструктуры пространственных данных (А.В. Кошкарев) и некоторые другие.

Из положительных тенденций в работе конференции следует также отметить появление работ из смежных с географией и геоинформатикой

дисциплин: археологии, геоботаники, ведение во время. Усилено привлечение студентов бакалавриата и магистратуры в работе конференции.

География участников. Территориальный охват представленных на конференции регионов Российской Федерации выгладит следующим образом. Высшие учебные заведения – 40 регионов (рис.1), организации системы РАН – 14 регионов (рис. 2) и практические организации различного профиля – 16 регионов (рис. 3). В текущем году намерения участвовать в работе конференции с докладами высказали представители Северо-Восточного федерального университета (г. Якутск).

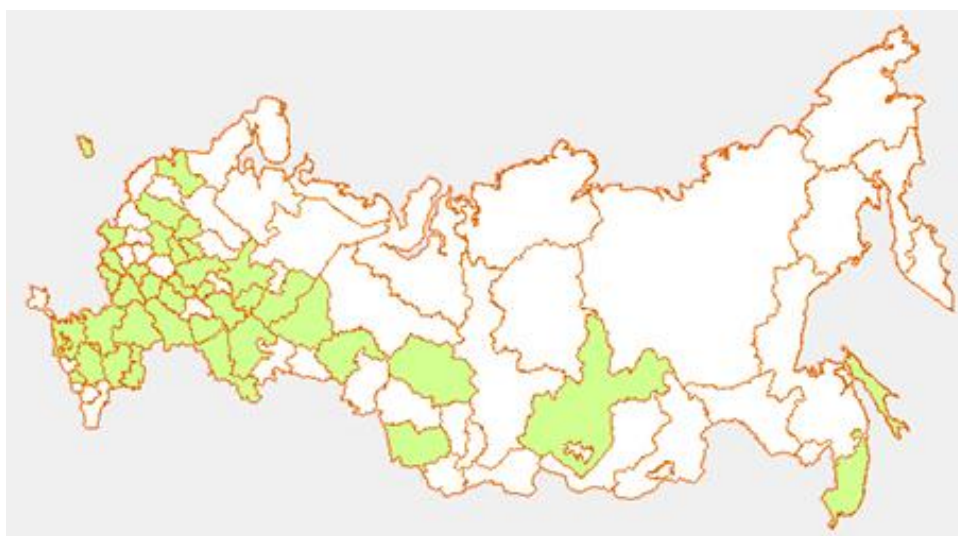


Рис. 1. Регионы Российской Федерации, представленные высшими учебными заведениями

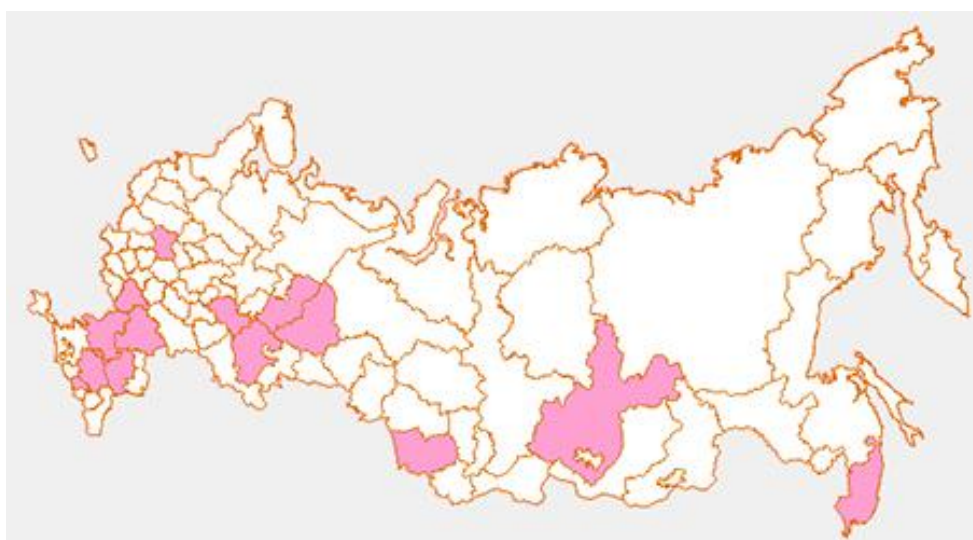


Рис. 2. Регионы Российской Федерации, представленные академическими организациями

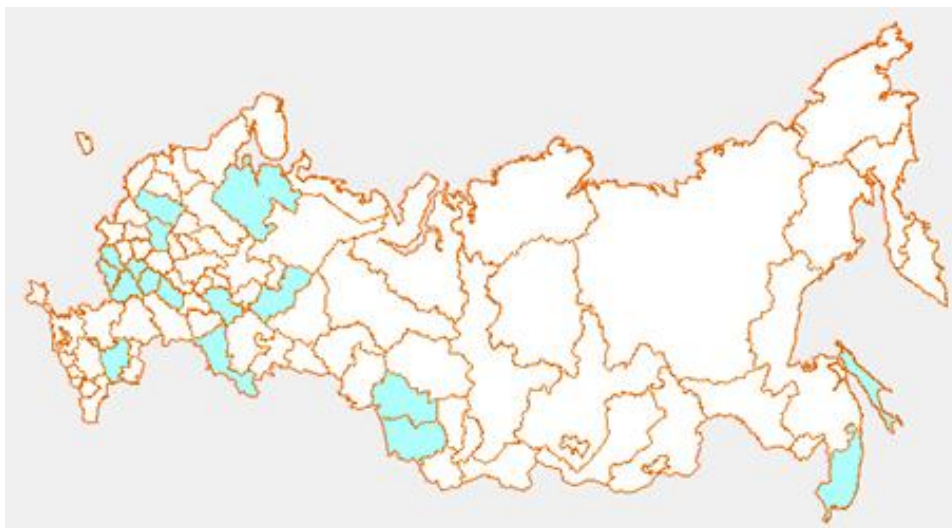


Рис. 3. Регионы Российской Федерации, представленные практическими организациями

В ходе работы конференции проводились полевые тематические семинары. Наибольший интерес вызвала тема «Применение геоинформационных систем и приемников глобального позиционирования в изучении особо охраняемых природных территорий» (2011). Ведущий семинара О.В. Рыжков (Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина) поделился опытом использования навигационных GPS-приемников и повышения точности их работы при изучении природных комплексов и инвентаризации особо охраняемых объектов. В 2013 году работа конференции завершилась демонстрацией беспилотных летательных аппаратов, производимых в Воронеже, и проведением полевого семинара по вопросам их применения в современных полевых географических и экологических исследованиях, использования в решении прикладных задач геодезических, земельно-кадастровых работ и оценке чрезвычайных ситуаций. Ведущий семинара В.В. Тимошук – заместитель руководителя «Информационно-технологического центра Воронежской области». Оба семинара проводились на базе заповедника Галичья гора, где располагается база учебных практик факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского университета. Кураторами полевых семинаров со стороны заповедника выступили директор заповедника Н.Я. Скользнев и В.С. Сарычев – заместитель директора по научной работе.

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЖИЛИЩНЫХ УСЛОВИЙ НАСЕЛЕНИЯ

^{1,2,4}Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет

³Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Данные статистики должны давать полную и объективную информацию о жилищном фонде и жилищных условиях населения, которая необходима для осуществления жилищной политики, т.е. разработки государством целого комплекса мер, направленных на удовлетворение потребностей в жилье. Достижение удовлетворенности населения в жилье возможно достигнуть с помощью решения следующих задач:

- предоставление данных об обеспеченности населения жильем, коммунальным и бытовым обслуживанием; оценка комфортабельности жилья и его состояния (степени изношенности); ведение капитальных работ;
- выявление дифференциации жилищных условий социальных и демографических групп населения, жилищных условий в разных регионах страны, в городах и в сельской местности; создание основы для международных сопоставлений жилищных условий;
- анализ состояния и движения жилищного фонда;
- обеспечение информацией о развитии рынка жилья, о поведении на нем продавцов и покупателей, необходимой как для развития финансовых институтов, обслуживающих рынок недвижимости, так и для разработки социальных гарантий и льгот в жилищной сфере;
- отражение взаимосвязей между доходами населения, жилищными условиями и структурой потребления;
- определение развития социальной инфраструктуры и оценка эффективности ее функционирования [3].

Результативность решения этих задач усложняется остротой жилищных проблем в нашей стране, так как доступность жилья непосредственно влияет на состояние демографических показателей страны.

Согласно вышеназванным задачам статистические показатели жилищных условий населения и уровня его обслуживания можно разделить на несколько групп:

- наличие, состояние и движение жилого фонда;
- жилищные условия населения;
- обслуживание и финансирование жилого фонда;
- развитие социальной инфраструктуры и ее функционирование;
- оценка населением жилищных условий и качества коммунального обслуживания;
- развитие рынка жилья.

Жилым помещением признается изолированное помещение, которое является недвижимым имуществом и пригодно для постоянного проживания граждан (отвечает установленным санитарным и техническим правилам и нормам, иным требованиям законодательства. Общая (полезная) площадь жилого помещения определяется как сумма площади всех частей такого помещения и подсобных помещений, расположенных внутри квартир: кухонь, внутриквартирных коридоров, ванных или душевых, санузлов, гардеробных комнат, кладовых, встроенных шкафов, а также мансард, мезонинов, крытых лоджий, веранд, отапливаемых и пригодных для проживания. Подсобными помещениями в общежитиях, помимо рассмотренных, являются помещения медицинского обслуживания и культурно-бытового назначения [1].

Одним из основных направлений жилищной политики на стадии строительства новых домов является обеспечение соответствия структуры нового жилого фонда демографическому составу и потребностям населения, нуждающегося в улучшении жилищных условий, т.е. строительство необходимого количества жилой площади. Поэтому наряду с информацией об объеме, движении и состоянии жилищного фонда страны в целом и по отдельным административно-территориальным единицам широко используются статистические данные о жилищных условиях населения.

Учет жилищного фонда ведется по видам собственности [2]:

- частный жилищный фонд – фонд, который находится в собственности граждан и юридических лиц (созданных в качестве частных собственников), в том числе жилищно-строительных кооперативов (ЖСК);
- государственный жилищный фонд – фонд, который находится в собственности Российской Федерации и в собственности субъектов РФ;

- муниципальный жилищный фонд – фонд, который находится в собственности района, города, а также ведомственный фонд, который находится в полном хозяйственном ведении муниципальных предприятий или оперативном управлении муниципальных учреждений;

- общественный жилищный фонд – фонд, который состоит в собственности общественных объединений;

- жилищный фонд в коллективной собственности – фонд, который находится в совместной или долевой собственности различных субъектов, частной, государственной, муниципальной собственности, собственности общественных объединений.

Жилищный фонд обязательно подлежит государственному учету в порядке, установленном правительством РФ. Государственный учет жилищного фонда наравне с прочими формами его учета должен предусматривать проведение технического учета жилищного фонда, в том числе его техническую инвентаризацию и техническую паспортизацию.

Движение жилищного фонда:

- убыль жилищного фонда, всего м^2 , в том числе по причинам выбытия: по ветхости и аварийности; от стихийных бедствий; в связи с переоборудованием жилых помещений под нежилые; в связи с реконструкцией и отводом земель под новое строительство;

- жилищное строительство: ввод жилья (общая площадь, жилая площадь, м^2); число построенных квартир – всего, ед., в том числе с количеством комнат: одна, две, три и т.д.; средний размер построенных квартир, м^2 ; ввод жилья по источникам финансирования, м^2 ; структура нового жилищного строительства по этажности, %; ввод в действие жилых домов по формам собственности; ввод в действие жилых домов в городской и сельской местностях; ввод в действие домов-интернатов для престарелых, инвалидов и детей-инвалидов.

Жилищный фонд распределяется по степени износа, т.е. выделяется общая площадь жилых помещений с износом свыше 70% – каменных и свыше 65% – деревянных и пр.; общая площадь аварийных строений.

Жилищное строительство является основным источником пополнения жилого фонда. Оно осуществляется государственными и негосударственными предприятиями и организациями, индивидуальными застройщиками с помощью бюджетных средств, ипотеки, личных средств граждан и иных источников финансирования. С каждым годом увеличивается удельный вес

жилищного строительства за счет средств населения и с помощью кредитования физических лиц.

Наиболее интегрированный показатель жилищных условий – это средняя обеспеченность жителя общей (жилой) площадью, которая определяется как частное от деления общей (жилой) площади наличного жилого фонда на среднегодовую численность постоянного населения. Относительный показатель обеспеченности общей (жилой) площадью в расчете на одного жителя традиционно включается в минимальный набор социальных индикаторов для характеристики уровня жизни населения [5].

Когда получается обеспеченность 20-25 м² жилой площади на человека, то в распоряжении каждого взрослого члена семьи оказывается отдельная жилая зона, появляется возможность обладать комнатой для общения, совместного приема пищи и т.д.

В настоящее время фактическая обеспеченность жителей России значительно меньше, чем в большинстве развитых стран. Так, в большинстве развитых стран минимальный уровень обеспеченности жильем составляет 40-50 м² общей площади на одного жителя, а по Российской Федерации средний показатель – около 23 м² (по состоянию на 2012 г.).

Минимальные международные стандарты предусматривают наличие у каждого члена домохозяйства отдельной комнаты наряду с общей комнатой для совместного пребывания его членов (или двух комнат – для большого домохозяйства). Размер общей площади на одного проживающего должен составлять не менее 30 м².

При анализе жилищных условий населения важно установить не только средний уровень обеспеченности жильем, но и установить различия в распределении жилищного фонда между отдельными группами населения, а также необходимо учитывать численность лиц, проживающих в жилищных условиях, не соответствующих установленным нормативам.

В этих целях ежегодно проводится сбор информации о числе семей, состоящих на учете в территориальных исполнительных органах власти, в жилищно-строительных кооперативах или состоящих в очереди по месту работы для получения жилой площади или улучшения жилищных условий; о количестве семей и проживающих в них лиц; о получивших жилье или улучшивших жилищные условия и снятых по этой причине с учета.

В ежегодной статистической отчетности сведения о распределении жилой площади дифференцирована по категориям семей, имеющих в соответствии с

законодательством преимущественное право на улучшение жилищных условий или получение жилья на безвозмездной основе (инвалиды и участники Великой Отечественной войны, военнослужащие-ветераны Афганистана и военнослужащие, уволенные в запас или отставку; многодетные и молодые семьи; семьи лиц, принимавших участие в работе по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, беженцев, вынужденных переселенцев).

На всех территориальных уровнях Российской Федерации обобщаются данные о числе семей, состоящих на учете и проживающих в коммунальных квартирах, общежитиях, ветхом и аварийном жилищном фонде, а также о состоящих на учете 10 лет и более. В отчетности имеются данные об общем числе семей, которые приобрели жилую площадь, в том числе из числа очередников.

Для реализации жилищно-коммунальных реформ и обеспечения достойного уровня жизни населения особое значение придается показателям обслуживания и финансирования жилищного фонда. К показателям данной группы относятся: удельный вес расходов на содержание жилищного фонда и коммунальные услуги в общей величине расходов бюджета административной единицы; количество семей, которые получают субсидии на оплату жилищно-коммунальных услуг; количество семей, проживающих на данной территории; удельный вес расходов на содержание жилищного фонда в общей сумме расходов населения; удельный вес личных расходов населения по содержанию жилья в общей стоимости предоставления жилищных услуг; индексы стоимости жилищных услуг [4].

Таким образом, жилищные условия характеризуются достаточно широким спектром различных показателей, позволяющих оценить не только жилищный фонд и количество метров, приходящихся на одного гражданина страны, стоимость квартиры, но и менее «материальные» понятия, которые показывают степень комфортности проживания населения в своем регионе и стране в целом.

Литература

1. Аникин В. В. Оценка жилищных условий населения как основного фактора социальной комфортности проживания (на примере Приволжского федерального округа) / В. В. Аникин, Т. А. Долгачева, О. М. Левашкина // Огарёв-Online. – 2016. – № 24. – С.2.

2. Долгачева Т. А. Анализ жилищных условий населения с использованием ГИС-технологий (на примере Приволжского федерального округа) / Т. А. Долгачева, В. В. Аникин В. В., О. М. Левашкина, Е. И. Клокова // Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т.11. № 2 (57). – С. 86 – 88.

3. Долгачева Т. А. Картографирование плотности застройки Пролетарского района городского округа Саранск / Т. А. Долгачева, В. В. Аникин, В. Ф. Манухов // Русский инженер. – 2018. – № 2. – С. 36 – 39.

4. Долгачева Т. А. Картографирование обеспеченности населения детскими дошкольными учреждениями Ленинского района города Саранска / Т. А. Долгачева, В. В. Аникин, В. Ф. Манухов, А. С. Долгачева // Геодезия и картография. – 2020. Т. 81. № 5. С. 11-17.

5. Ивлиева Н. Г. ГИС-технологии в курсе математической картографии / Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов // Геодезия и картография. – 2017. – Т.78 – № 3. – С. 30–35.

УДК 528.88:551.524.2

Антонова О.С., Неврюев А.М., Шлапак П.А.
antonova.helga777@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ (НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ)

Саратовский государственный университет

Влажность сельскохозяйственных угодий в зоне рискованного земледелия является важным показателем, позволяющим проводить мониторинг актуального состояния посевов, а также на основе ретроспективного анализа прогнозировать возможные риски [3]. Саратовская область расположена в зоне рискованного земледелия и для климата рассматриваемого региона характерны континентальность и засушливость. Именно поэтому данный вопрос особенно актуален [11,7].

Цель данной работы заключалась в оценке возможности использования, обработанных данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) для

исследования температурно-влажностных характеристик сельскохозяйственной растительности.

В процессе исследования были собраны и использованы следующие материалы:

- спутниковые снимки Landsat 8 (сцены 170,24; 171,24) на каждый месяц 2019г. с апреля по сентябрь [2];

- статистика по метеорологическим показателям (активные температуры и осадки) за месяцы вегетационного периода 2019 г. по метеостанциям: Саратов, Красный Кут, Ершов, Пугачев, Свободный, Озинки, Хвалынский, Александров Гай, Балаково, Усть-Курдюм [10].

В исследовании применены методы обработки метеорологических данных, математико-картографического моделирования, анализа ДЗЗ по спектральным диапазонам.

В ходе работы вычислялся гидротермический коэффициент (ГТК). Селянинова, показывающий влагообеспеченность территории в вегетационный период. Проанализировав полученные значения ГТК по метеостанциям Приволжья и Заволжья (рис. 1), можно заметить, что большинство значений $ГТК < 1$, т.е. наблюдается недостаточное увлажнение.

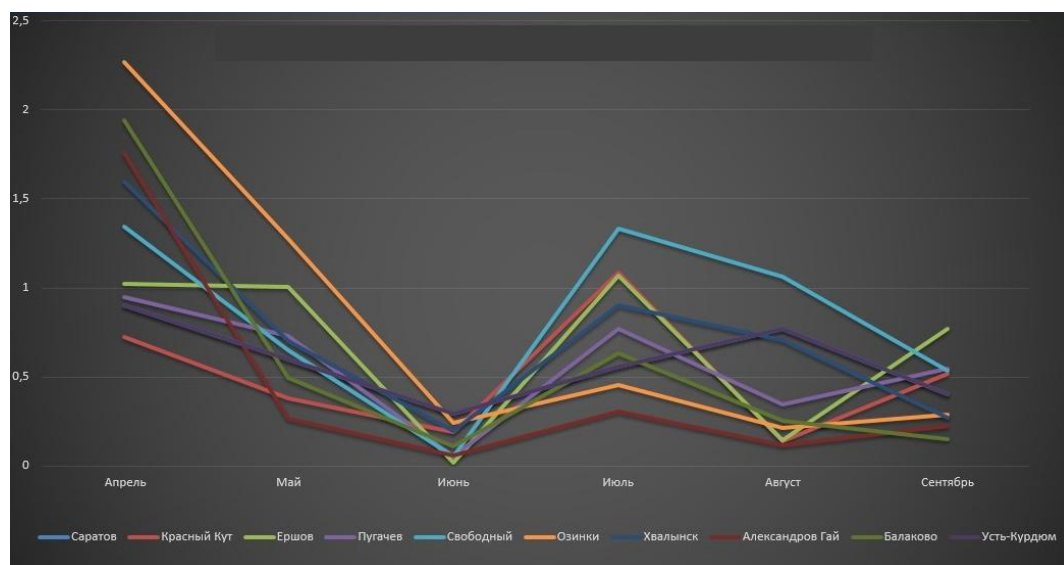


Рис. 1. Изменение ГТК Селянинова по метеостанциям Саратовской области (2019 г.) (составлено автором по материалам [10])

Затем была построена модель распределения ГТК на участок исследования степного Саратовского Заволжья по месяцам в результате

проведения интерполяции в QGIS 2.18 значений ГТК на все населенные пункты в пределах изучаемой территории.

В ходе исследования проанализированы источники, определяющие применимость различных метеорологических показателей влагообеспеченности с/х угодий [8,1], способы вычисления температурных и влажностных показателей по ДЗЗ [9,4], описывающие применение спутниковых данных для изучения растительности и водных свойств [5,6]

Проводился обзор существующих спектральных вегетационных индексов и выбор наилучшим образом соответствующих поставленной задаче:

1. $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ - является одним из популярных базовых косвенных показателей, который характеризует уровень развития биомассы растительного покрова;

2. $NDWI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$ - используется для мониторинга изменений содержания воды в фитомассе с использованием длин волн ближнего инфракрасного (NIR) и коротковолнового (SWIR) инфракрасного диапазона;

3. $NDDI = (NDVI - NDWI) / (NDVI + NDWI)$ - это индекс, разработанный Университетом Небраски для оценки засушливости степной разреженной территории;

4. $DCMI = (SWIR2 - SWIR1) / (SWIR2 + SWIR1)$ - оценка сухости растительного покрова, основанная на фиксировании разницы поглощения излучения в двух диапазонах коротковолнового инфракрасного диапазона.

Построение моделей спектральных индексов с помощью инструмента «калькулятор растров» в QGIS с использованием спектральных каналов космоснимка Landsat 8 (RED-4, NIR - 5, SWIR-6 каналы).

Далее при помощи модуля «Зональная статистика» были рассчитаны значения индексов и ГТК для следующих видов землепользования:

- 1 Пашня;
- 2 С/х растительность богарная;
- 3 С/х растительность орошаемая;
- 4 Урбанизированная территория 1 (поселок);
- 5 Урбанизированная территория 2 (город);
- 6 Лес;
- 7 Долина реки;
- 8 Пруды;
- 9 Водохранилище.

Из всего многообразия спектральных вегетационных индексов наиболее тесную связь с влагообеспеченностью показывают индекс засухи NDDI и индекс сухости растительности DMCi (рис. 2). Это прослеживается и на территориях с небольшим проективным покрытием растительности, и на территориях с высоким процентом злаковой и древесно-кустарниковой растительности.

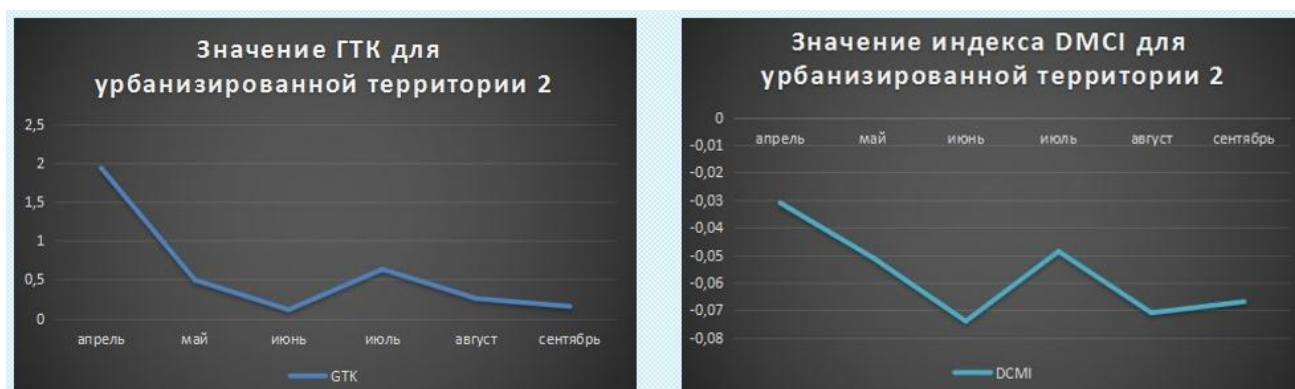


Рис. 2. Связь индекса DMCi и показателя ГТК Селянинова для участков класса «Урбанизированная территория 2 (малые населенные пункты)», (2019 г.)
(составлено автором по материалам [2,10])

В результате исследования были получены данные по изменению значений влагообеспеченности внутри вегетационного периода 2019г. в степном Саратовском Заволжье по различным диапазонам спектра ДЗЗ и метеорологическим данным.

По итогам работы можно сделать следующие выводы:

1. Годовые изменения влагообеспеченности по субрегиону Саратовского Заволжья за вегетационный период 2019 г. имеют максимумы в апреле и июле, и минимумы в июне и августе. При этом в июне значения ГТК повсеместно соответствуют оценкам «очень сильная засуха (класс опасности 1)», а в августе оценке «сильная засуха (класс опасности 2)».

2. Изменения влагообеспеченности по территории Саратовского Заволжья наблюдаются в большей степени с запада на восток, чем с севера на юг. Общая тенденция прослеживается в направлении Балаково - Новоузенск.

3. Из всего многообразия спектральных вегетационных индексов наиболее тесную связь с влагообеспеченностью показывают индекс засухи NDDI и индекс сухости растительности DMCi. Это прослеживается и на территориях с небольшим проективным покрытием растительности, и на

территориях с высоким процентом злаковой и древесно-кустарниковой растительности.

4. Отсутствие корреляции между спектральными индексами и ГТК наблюдается на специально выделенных орошаемых участках, т.к. вегетация растений на них принципиально не зависит от показателей естественной влажности и определяется в большей степени оросительными нормами. Такие участки даже в самые засушливые периоды года, характеризующиеся высокими рисками засухи и потерь урожая, продолжают демонстрировать устойчивую вегетацию.

5. Определена высокая корреляция внутригодовых изменений спектрального индекса засухи NDDI и показателя ГТК для крупных водных объектов. Вероятно, это связано с сезонными процессами вегетации водных растений.

Литература

1. Виноградова В.В., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А. Динамика увлажнения и теплообеспеченности в переходных ландшафтных зонах по спутниковым и метеорологическим данным в начале XXI века // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 6. С. 19–31.

2. Геологической службы США (USGS - United States Geological Survey) [Электронный ресурс]: официальный сайт [сайт]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения: 12.08.2020). Загл. с экр. – Яз. Рус.

3. Геоэкологический риск-анализ нефтяных месторождений Саратовской области с применением ГИС технологий / А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, В. З. Макаров [и др.]; под ред. А. Н. Чумаченко. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2017. 104 с.

4. Дунаева Е. А., Попович В. Ф. Оценка водообеспеченности сельских территорий с использованием ДЗЗ, ГИС и стандартизированного индекса осадков // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы II Международной научной конференции, 22–25 сентября 2015, г. Красноярск / науч. ред. Е. А. Ваганов; отв. ред. М. В. Носков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. С.147-150.

5. Макаров В. З., Гусев В. А., Шлапак П. А., Решетарова Д. А. Выбор оптимального метода распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам высокого разрешения (на примере Саратовского Заволжья) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 162-170.

6. Морозова В. А. Расчет индексов для выявления и анализа характеристик водных объектов с помощью данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс] / В. А. Морозова // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2019. – № 2. С. 1- 12.

7. Оптимизация структуры землепользования для увеличения устойчивости агроландшафтов. Гусев В.А., Басамыкин С.С., Шлапак П.А. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2016. Т. 16. № 3. С. 133-137.

8. Пряхина С. И., Гужова Е. И., Смирнова М. М. Климатические риски в сельскохозяйственном производстве и некоторые пути их преодоления // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2011. №2. С. 35-41.

9. Пушкин А.А., Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В. Методика оценки лесной пожарной опасности на основе использования материалов космической съемки и ГИС-технологий // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2016. №44. 59- 63

10. Расписание погоды [Электронный ресурс]. URL: <https://rp5.ru> (дата обращения: 19.08.2020). Загл. с экрана. Яз. рус.

11. Саратовское Предволжье. Ландшафтная структура. История освоения. Проблемы природопользования / А. Н. Чумаченко, В. А. Гусев, Н. В. Пичугина [и др.]. Саратов: ИП Кошкин В. А., 2014. 180 с.

УДК 528.946 (528.88)

Арепьева Л.А., Казаков С.Г.
ludmilla-m@mail.ru, kazaks@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДЗЗ

Курский государственный университет

Введение. Борщевик Сосновского в середине 20-го столетия рассматривался селекционерами как перспективная силосная культура, что предопределило его широкое культивирование не только в западных и особенно в северо-западных районах СССР, но и в некоторых странах

Восточной Европы (ПНР, ГДР). Однако, в последствии выяснилось, что это растение легко дичает и проникает в естественные экосистемы, практически полностью разрушая их, а кроме того, сок борщевика при попадании на кожу под действием ультрафиолетовых лучей вызывает достаточно сильные ожоги.

Эти обстоятельства привели к отказу от промышленного культивирования, но к тому времени борщевик Сосновского распространился на значительной территории Европейской части страны [3]. С 2015 года в России он официально утратил статус сельскохозяйственной культуры и внесен в классификатор сорных растений.

Для борьбы с распространением борщевика Сосновского требуется, прежде всего, его точная локализация. Этот процесс осложняется тем, что его наибольшие ареалы приурочены к заброшенным (необрабатываемым) полям, и/или к сельским населенным пунктам с ярко выраженными депопуляционными процессами, то есть к тем местностям, где с борщевиком не просто некому бороться, но зачастую даже некому сообщить о его наличие.

В России и за рубежом наиболее эффективным средством обнаружения ареалов борщевика признано дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1, 4].

Методы. В работах ряда исследователей [2, 5] особое место уделяется методам обработки мультиспектральных спутниковых данных и анализу полученных вегетационных индексов. В качестве основных источников материалов ДЗЗ предлагаются снимки со спутников серии Landsat и Sentinel.

Помимо широко известного нормализованного дифференцированного вегетационного индекса (NDVI), с помощью которого анализируется любая хлорофилл-содержащая подстилающая поверхность, и основанного на отношении разности и суммы красного и ближнего инфракрасного каналов, было специально разработано новое спектральное отношение, названное *Heracleum Sosnowskyi Index* (HSI) применяемое для локализации борщевика. Формула HSI выглядит как отношение ближнего инфракрасного канала к разнице по модулю зеленого и голубого каналов. Авторы утверждают, что использование этих двух спектральных индексов способно привести к точному дешифрированию ареалов борщевика Сосновского на любой стадии его вегетации (с мая по конец сентября). Результаты этих исследований были в дальнейшем апробированы и повторены на территориях Ленинградской, Новгородской и Московской областей с приемлемым для практического использования качеством.

Результаты и обсуждение. Попытки применить индексы NDVI и HSI для локализации распространения борщевика Сосновского в Курской области не принесли желаемых результатов по нескольким причинам.

Во-первых, в отличие от более увлажненных северо-западных областей России лесостепная зона не является оптимальной для произрастания борщевика. Во-вторых, плодородные черноземы Курской области лишь на короткий срок в начале 90-х годов (с крушением колхозной системы) были частично заброшены и/или плохо обрабатывались. В дальнейшем острая конкуренция за столь ценные земельные ресурсы между агрохолдингами привела к распашке даже прибрежных (пойменных) участков. Таким образом, высокоинтенсивные агротехнические приемы не оставляют борщевiku шансов на распространения на пахотнопригодных площадях.

В следствие вышесказанного в Курской области борщевик произрастает в основном лишь в северо-западной ее части на неудобьях, пустырях, вдоль дорог или под ЛЭП, либо на территории обезлюдивших деревень и вдоль лесных опушек. Как правило, такие популяции борщевика имеют линейно-вытянутую конфигурацию и крайне редко занимают площадь свыше 1 га (почти 90% найденных очагов произрастания представляют собой либо единичные особи, либо узкую полосу общей площадью в несколько соток).

Подобная линейная форма и расположение ареалов борщевика затрудняют его идентификацию на космоснимках с разрешением от 30 до 10 метров (материалы, получаемые с Landsat-8 или Santinel-2), поскольку спектральная яркость борщевика в каждом пикселе смешивается со спектральной яркостью соседствующей растительности (чаще всего крапивы или репейника) и в итоге дает произвольный среднеарифметический показатель, который либо не соответствует ни одному из произрастающих видов, либо может быть ошибочно принят за другую культуру (так, например, спектральная яркость пикселей на которых частично произрастал борщевик в перемешку с другими сорными растениями в июле соответствовал спектральной яркости сои на полях).

Использование космоснимков с большим разрешением нецелесообразно, поскольку у них значительно ограничен охват съемки и как правило, они не являются свободно распространяемыми и бесплатными. Таким образом, для Курской области наиболее эффективными методами обнаружения борщевика являются полевые выезды самих исследователей в сочетании со своеобразным

«crowdsourcing» при котором местные жители сообщают о наличии этого сорняка на знакомой им территории.

Линейно-очаговая структура произрастания борщевика Сосновского в Курской области не только затрудняет его дешифрирование на материалах ДЗЗ, но и вносит определенные коррективы при его картографировании. Если для северо-западных субъектов РФ наиболее частым приемом при создании ГИС-карт является локализация крупных полигональных объектов, то в Курской области приходится довольствоваться точечными или (в крайнем случае) линейными векторными данными, либо другими немасштабными знаками, что в значительной степени ухудшает визуальное восприятие карты.

Одним из выходов из этой ситуации может являться комбинирование двух слоев – точечного, который будет отвечать за точность геопривязки найденной популяции, и слой интерполяции (теплокарта), показывающий плотность «точек» и их вес по показателю площади ареала. Такой подход реализован нами при создании интерактивной карты «Борщевик в Курской области» на платформе ArcGIS-online (фрагмент карты представлен на рис. 1).

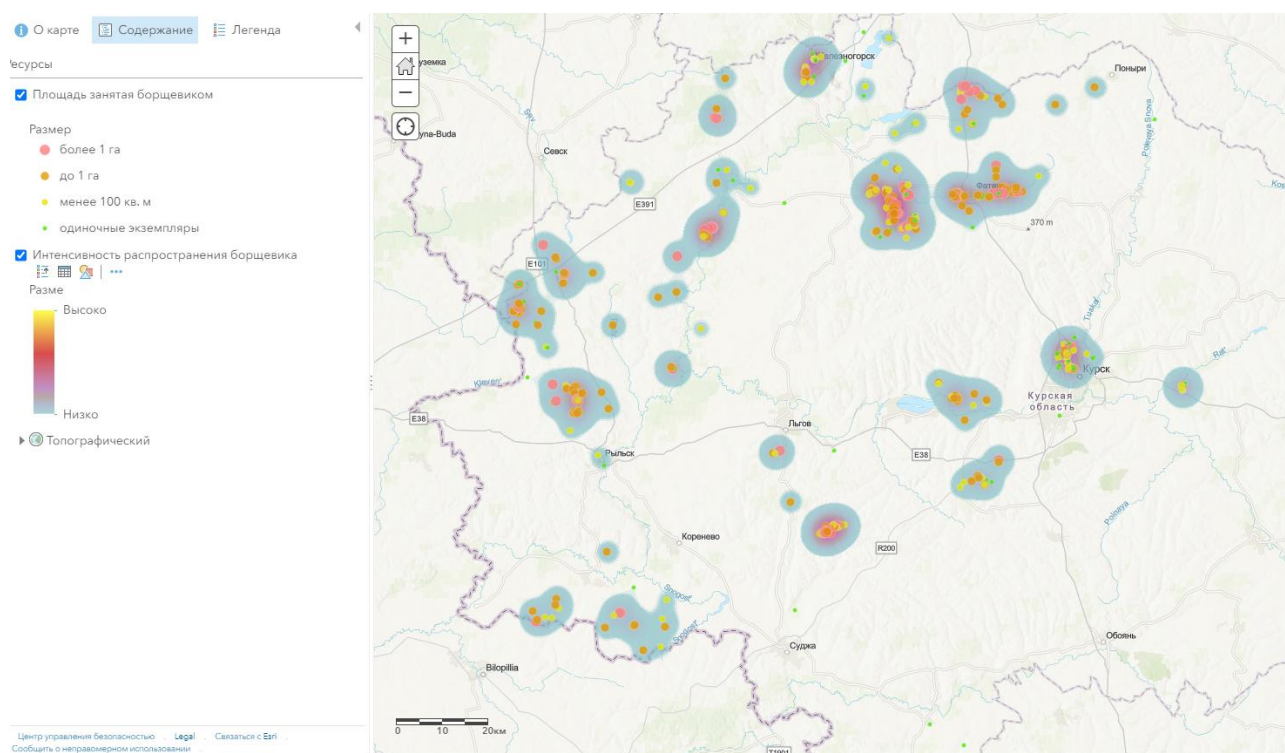


Рис. 1. Фрагмент карты «Борщевик в Курской области»
на платформе ArcGIS-online

Другим решением проблемы недостаточной визуальной информативности карты может являться использование регулярной сети и создание на ее основе картограммы в разрезе ячеек в дополнении с градуированными знаками по совокупной площади популяции борщевика (рис.2.).

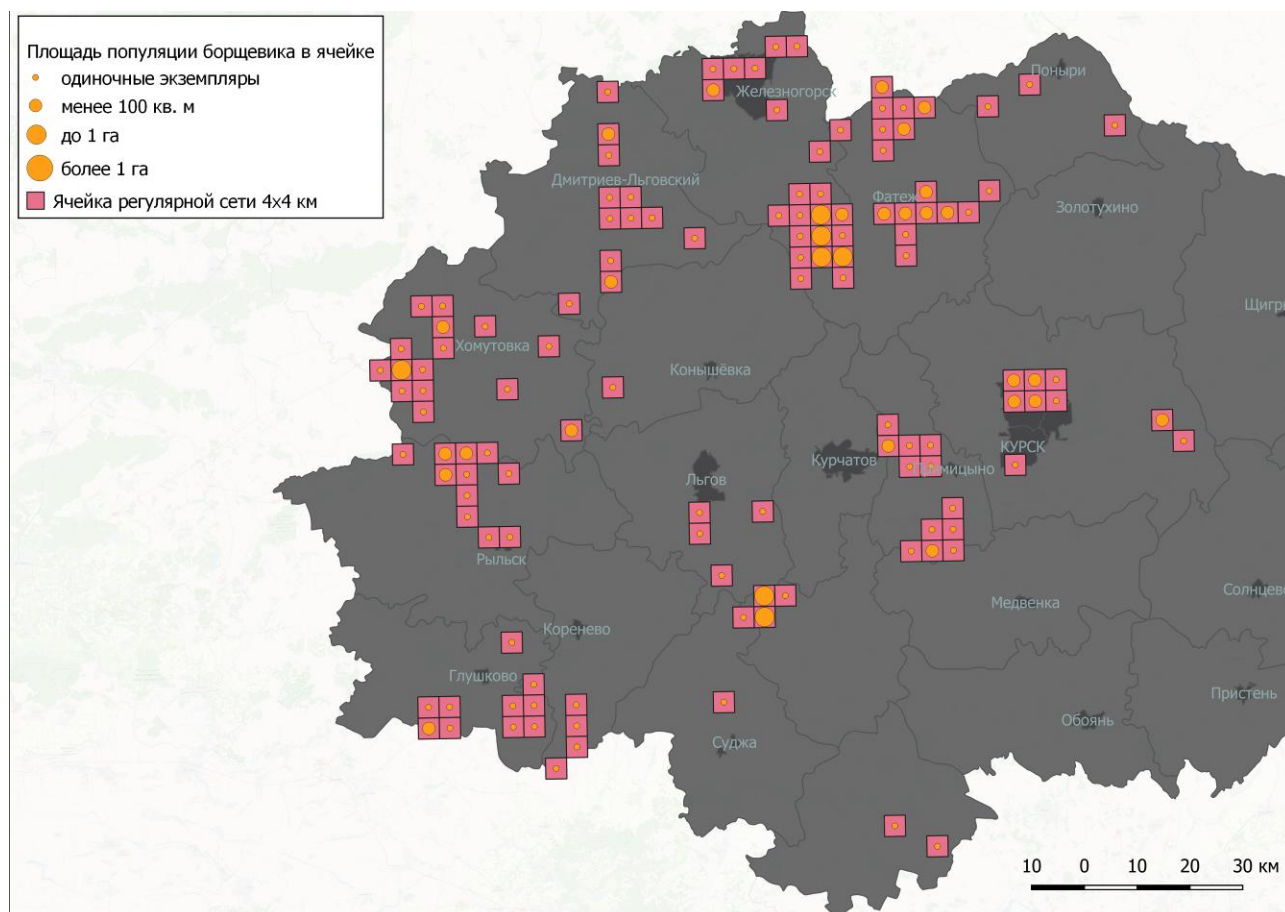


Рис.2. Фрагмент карты «Распространение борщевика Сосновского в Курской области» с использованием ячеек регулярной сети.

Для построения подобной карты сначала создается регулярная сеть (в нашем случае с прямоугольными ячейками). Затем удаляются ячейки, не содержащие ни одной обнаруженной точки. В ячейках с точками суммируется общая площадь ареала и по этому показателю создается градуированный знак.

Выводы. Курская область – в виду особенностей климата (лесостепная зона с коэффициентом увлажнения около 1) и высокой агротехнической освоенностью не относится к районам с чрезмерно большими площадями занятыми борщевиком Сосновского. Однако, в северо-западных районах области (более увлажненных) борщевик встречается и представляет опасность,

произрастая на пустырях, неудобьях, вдоль дорог и линий электропередач, и на улицах сельских населенных пунктов, с явными признаками депопуляции.

Особенности ареалов борщевика (как правило линейно-вытянутая конфигурация) не позволяет с достаточной точностью выделить их методами дешифрирования мультиспектральных космоснимков, которые хорошо применимы на территории других субъектов РФ, поскольку там борщевик занимает большие по площади сплошные пространства.

Картографирование таких очаговых (точечных) и коротких линейных структур требует особого подхода на среднемасштабных картах. Оптимальным методами создания геоинформационных карт для подобных целей является сочетание точечных слоев и теплокарт (интерполяции плотности точек), либо использование регулярных сетей в совокупности с градуированными знаками.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

Литература

1. Жиглова О. В. Использование геоинформационных технологий при выявлении очагов борщевика Сосновского // Защита и карантин растений. 2012. № 5. С. 8-9.
2. Комарова А. Ф., Журавлева И. В., Яблоков В. М. Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова // Princ. ekol.. 2016. №1 (17).
3. Лунева Н.Н. Борщевик Сосновского в Российской Федерации // Защита и карантин растений. 2014. №3.
4. Рыжиков Д. М., Тимофеев А. С. Технология мониторинга борщевика Сосновского с онлайн геопортальной поддержкой [Электронный ресурс] // Дистанционное зондирование Земли — сегодня и завтра: материалы 2-й Междунар. конф. 2014.
5. Рыжиков Д. М. Метод обработки мультиспектральных спутниковых данных для решения задачи контроля зон произрастания борщевика Сосновского // Информационно-управляющие системы. 2017. №6 (91).

ОПЫТ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕМАТИЧЕСКОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ)

Пермский государственный национальный исследовательский университет

Географическое мышление является одним из важнейших компонентов образования. В основе географического мышления лежит система географических знаний и умений, которая в первую очередь строится на географических образах. Создать образ территории, явлений и процессов помогают нам карты и атласы.

Законы формирования и развития природы и общества рассматриваются в границах определенной территории. Природные и социально-экономические особенности России имеют отчетливо выраженную региональную специфику.

Пермский край – это объект изучения различных учебных предметов пермских школ и вузов. Прежде всего это школьные курсы «География Пермского края» и «География России», в вузах это дисциплины, связанные с Географией Пермского края и краеведением. При проведении этих дисциплин обучающимся и преподавателям необходимо использовать карты атласа Пермского края.

До сегодняшнего дня в школах Прикамья учителя географии были вынуждены использовать атлас Пермской области 1999 года [1]. Студенты и преподаватели в вузах могли также применять в обучении Атлас Пермского края 2012 года издания [2]. Однако за эти годы в указанных атласах устарели названия географических объектов, содержание многих карт потеряло свою актуальность, особенно это касается карт социально-экономического раздела, в атласах присутствуют ошибки содержательного и оформительского характера, к тому же некоторые карты необходимые для изучения географии Пермского края вовсе отсутствуют. Поэтому нет сомнений в том, что необходимо подготовка новых атласов Пермского края, как школьного, так и вузовского назначения.

Цель работы – разработка и создание школьного атласа «География Пермского края» и комплексного географического атласа Пермского края вузовского назначения в соответствии с современными требованиями.

Для достижения цели был поставлен ряд задач:

- разработка программ школьного атласа «География Пермского края» и комплексного географического атласа Пермского края вузовского назначения;
- актуализация и редактирование существующих карт;
- создание новых карт, необходимых для изучения природных и социально-экономических условий региона;
- использование современных геоинформационных технологий при создании атласов.

Атлас – это систематическое собрание карт, выполненное по программе как целостное произведение и изданное в виде книги или комплекта карт. Современный комплексный атлас – это не простой набор листов, а система взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга карт. Каждая карта в атласе является элементом системы. В атласе информация передается в единообразном, формализованном, систематизированном виде. Содержание, территория и функции каждой карты находятся в тесной взаимосвязи. Главный показатель целостности атласа – полнота его содержания и единство [4].

Для регионального атласа целостность его содержания выражается в единой математической основе, принципах картографической генерализации, разработке условных обозначений и дизайне карт.

В последнее время интерес к атласам вырос в связи с внедрением новых технологий, позволяющих оперативно создавать произведения в компьютерном виде. Современные ГИС-системы, например, такие как ArcGIS имеют в своем арсенале множество инструментов для графической визуализации, анализа и обработки пространственных данных, что значительно упрощает и ускоряет создание и выпуск картографической продукции. При создании атласов Пермского края используется не только геоинформационное программное обеспечение (ArcGIS), но и графические редакторы векторной и растровой графики (AdobePhotoshop, CorelDRAW).

В создании регионального атласа Пермского края можно выделить следующие этапы:

1. проектирование, подразделяющиеся на разработку программы атласа (цель, задачи, области применения, структура, содержание, объем и др.) и

разработку программ для отдельных карт, которые включаются в содержание атласа. Особое внимание на данном этапе уделяется поиску, сбору, анализу и обработке источников информации;

2. этап составительских работ: разработка единой картографической основы, составление макетов карт и их легенд, создание оригиналов карт и их редактирование специалистами по темам, подготовка дополнительных данных (графики, таблицы, схемы, тексты и др.), проектирование типовых компоновок листов атласа, определение внутреннего и внешнего оформления атласа (титульные листы разделов, градусные сетки, поля карт, выбор размера и цвета условных знаков, подбор шрифтового оформления и др.);

3. подготовка к изданию и издание атласа: верстка макета и подготовка бумажной и электронной версии атласа.

Можно определить перечень условий, которые создают целостность и внутренние единство регионального атласа Пермского края.

К ним относятся **единая математическая основа**, т.е. выбрана единая проекция и градусная сеть, определен набор кратных друг другу масштабов. Математическая основа карт построена в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера (10 зона), средний меридиан картографируемой территории - 56° в.д., густота градусной сетки 2°. Масштаб карт выбирается в соответствии с тематическим наполнением карт, их кратность необходима для облегчения сопоставления карт. Разработаны картографические основы в масштабе 1:2 500 000, 1: 3 500 000 и 1: 5 000 000.

Единая географическая основа, т.е. подобран оптимальный набор элементов местности, который сохраняется на всех картах и детальность карт, выбраны единые принципы генерализации картографируемой территории. К географической основе относятся административные границы субъектов РФ (границы Пермского края и соседних субъектов), гидрографическая сеть и населенные пункты. Для гидрографической сети и населенных пунктов устанавливаются цензы отбора, нагрузка и степень подробности показа данных элементов будет зависеть от масштаба карт. Для карт природной тематики дополнительным элементом географической основы является рельеф (способ изображения – отмывка при косом освещении), а для карт социально-экономической тематики – границы муниципальных образований Пермского края и дорожная сеть [3].

Кроме того, содержание карт близкой тематики и система условных обозначений согласованы. Для карт разработан **единый дизайн**.

Создание школьного атласа «География Пермского края» и комплексного географического атласа Пермского края вузовского назначения ведется параллельно. Цели и назначение атласа будут определять его содержание. При размещении карт в разделах и подразделах атласов учитывается логическая последовательность, которая отражает взаимосвязь отображаемых явлений, базовые карты составляются в более крупных масштабах, дополнительные карты – в более мелких.

Помимо тематических карт, атласы включают в себя текстовые пояснения, графические и справочные материалы, которые углубляют и дополняют содержание карт.

Структура проектируемых атласов достаточно четко определена:

- атласы брошюруются в виде книги; школьный атлас - в мягкой обложке, атлас вузовского назначения - в твёрдой, на которых размещено название атласов;
- на титульных листах повторяются названия атласов;
- разделы в атласах выделяются по содержательному принципу, разделы в атласе для высшей школы открываются титульными листами (шмуцтитулами);
- в конце атласов приводится оглавление и общие для всех карт условные обозначения. Оглавления оформляются в табличной форме, в которой приводятся сведения об авторах, источниках данных для создания карт и составителях-редакторах.

Очевидно, что для изучения географии региона обучающимся в школе и студентам необходимо разное количество информации, следовательно, количество карт, и их подробность будут отличаться.

Структура атласа «География Пермского края» школьного назначения традиционна и включает в себя разделы, которые посвящены географическому положению Пермского края, природным условиям и ресурсам, населению и экономике. Школьные атласы ограничены в объеме, поэтому в него вошли только те карты, которые необходимы обучающимся в школе для получения общего представления о географии Пермского края. Для экономии места разделы и подразделы шмуцтитулами не отделяются.

В вводном разделе представлена геоинфографика отображающая географическое положение Пермского края, карта административно-территориального деления, актуализированная на 2019 год, и физическая карта,

на которой показаны и подписаны все географические объекты входящие в перечень обязательной номенклатуры.

Раздел природных условий и ресурсов включает в себя 22 карты следующих подразделов:

- геология: «Тектоническая карта», «Геологическое строение - дочетвертичные образования», «Геологическое строение - четвертичные образования», «Полезные ископаемые» (рис.1);
- рельеф «Геоморфологическое районирование»;
- климат: «Климатическая карта»; карты средней температуры января, апреля, июля, октября (рис. 2); карты осадков холодного и теплого периодов; «Продолжительность залегания снежного покрова», «Норма максимального снегозапаса»;
- поверхностные воды: «Густота речной сети», «Среднегодовой модуль стока в период весеннего половодья», «Слой стока в период весеннего половодья»;
- почвы: «Почвы»;
- растительность: «Растительность»;
- животный мир: «Животный мир»;
- ландшафты: «Физико-географическое районирование».

Раздел, посвященный населению и экономике, содержит 17 карт и включает три подраздела:

- население: «Численность населения», «Плотность населения», «Народы», «Естественное движение населения», «Механическое движение населения»;
- социальная инфраструктура: «Профессиональное образование»;
- экономика: «Экономическая карта» (рис. 3), «Топливная промышленность и электроэнергетика», «Металлургия» (рис. 4), «Машиностроение», «Химическая промышленность», «Лесная промышленность», «Сельское хозяйство», «Растениеводство», «Животноводство», «Транспортная сеть», «Туризм».

Все карты в атласе сопровождаются дополнительной информацией, необходимой при подготовке к ВПР, ОГЭ и ЕГЭ. Школьный атлас «География Пермского края» составлен в соответствии с требованиями ООО ФГОС нового поколения, подготовлен к изданию и издан в 2020 г.

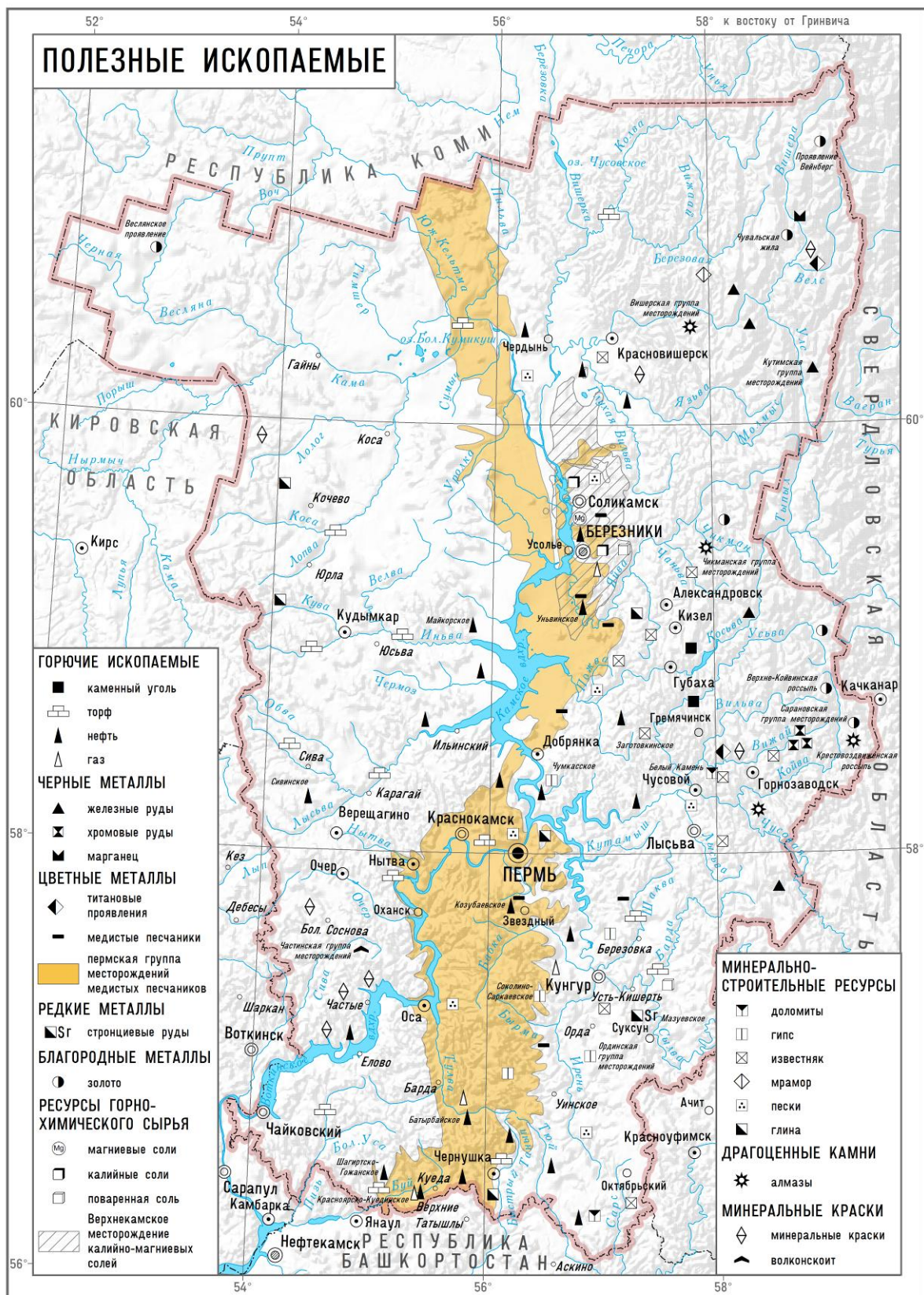


Рис.1. Карта «Полезные ископаемые»

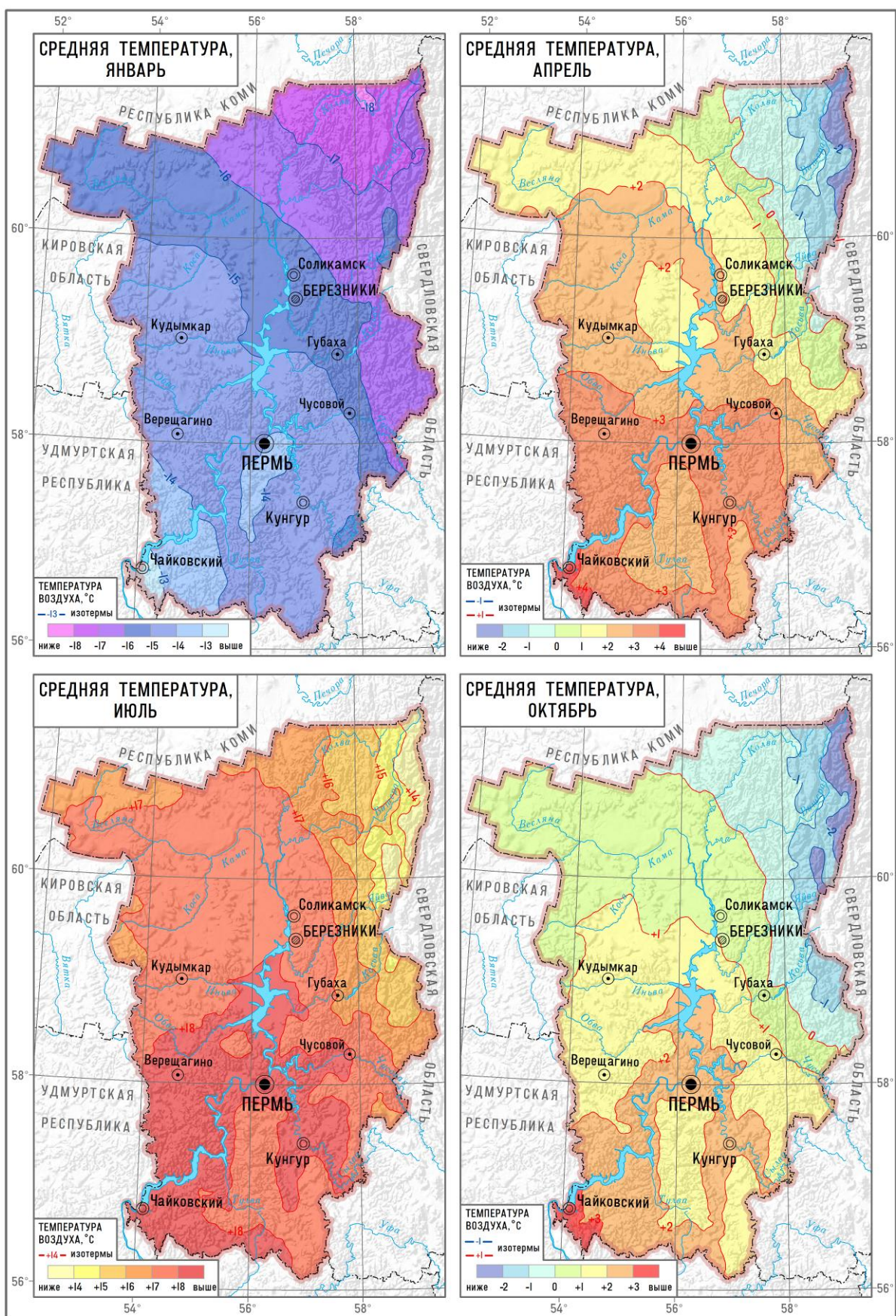


Рис.2. Карты средней температуры воздуха

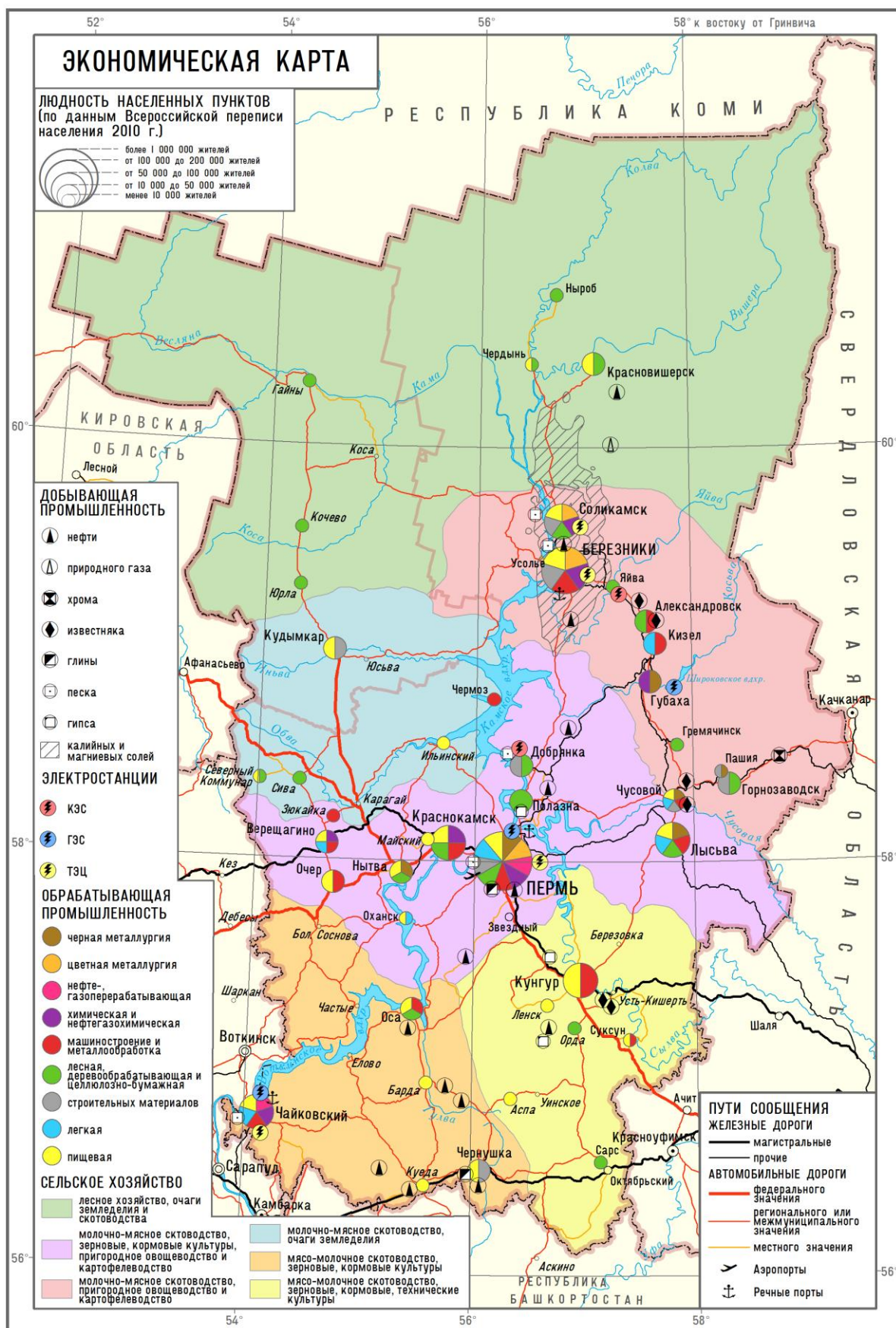
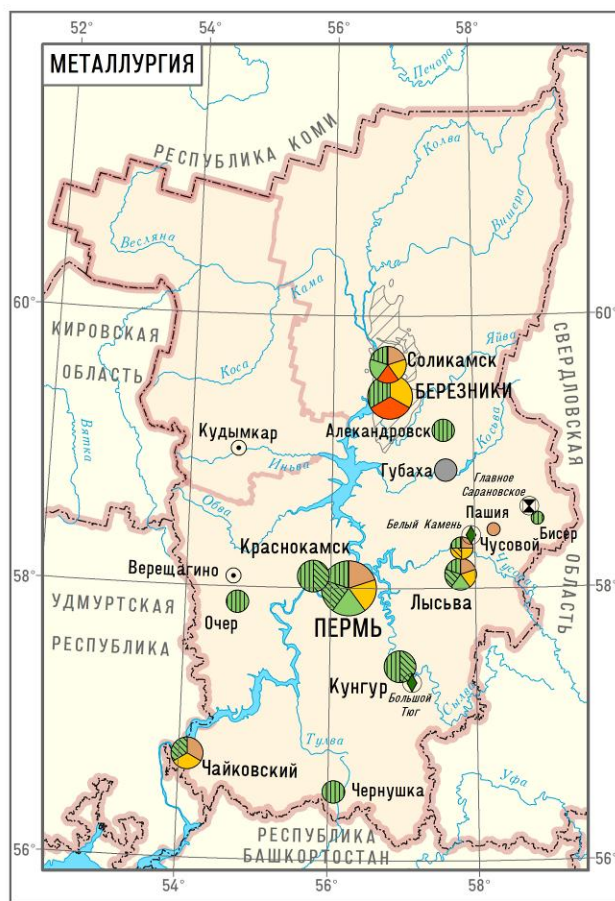


Рис. 3. Экономическая карта



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РЕГИОНА

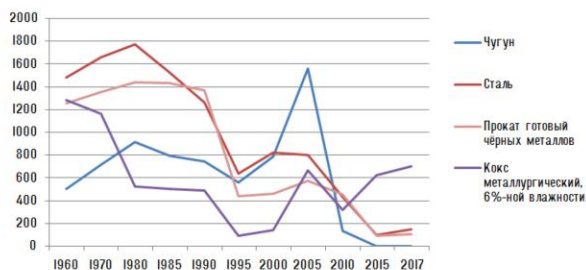


В петровское время возникали предприятия, работавшие на местных рудах – медистых песчанниках. В советское время были обнаружены богатейшие магниевые руды Верхнекамского месторождения солей. В 1936 году был основан Соликамский магниевый завод, один из самых старых магниевых заводов мира. С 1960-х годов основная специализация Пермского края – титаномагнелиевая промышленность. В настоящее время весь отечественный металлургический магний губчатый титан выпускается исключительно на территории Пермского края.

ОСНОВНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Предприятие	Основная продукция
ОАО «Соликамский магниевый завод» (1936)	Магний и его сплавы, соединения ниобия, тантала, титан губчатый, раствор гипохлорита кальция, жидкий хлор
Филиал «Ависма», ПАО «Корпорация «ВСМПО-Ависма» (Березниковский титано-магниевый комбинат) (1943)	Губчатый титан, магниевая продукция, раствор гипохлорита кальция

ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ТОВАРОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ, ТЫС. Т



ОСНОВНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Предприятие	Основная продукция
АО «Чусовской металлургический завод» (1879)	Ресорный прокат, автомобильные рессоры, феррованадий
ООО «ММК-Лысьвенский металлургический завод» (1785)	Электрически оцинкованный прокат, холодный и горячий прокат с полимерным напылением, прокат по технологии Steel Art
ОАО «Нытва» (1756)	Холоднокатаная стальная лента, биметаллическая продукция, столовые приборы
ОАО «Пашинский металлургическо-цементный завод» (1804)	Глиноземистый цемент, шпательные для обогащения руд
ОАО «Губахинский кокс» (1936)	Кокс металлургический, каменноугольная смола, пек электродный, нафталин

Рис. 4. Карта «Металлургия»

Проектируемый атлас «География Пермского края» вузовского назначения также состоит из трех разделов: Вводного, Физической географии и Социально-экономической географии. Объем атласа не так ограничен, как школьный, поэтому разделы разработаны подробно и включают большее количество карт, для комплексного освещения всех тем. Разделы и подразделы отделяются шмуцтитутлами.

Вводный раздел также, как и в школьном атласе, содержит геоинфографику по географическому положению Пермского края, карту административно-территориального деления, физическую карту и дополнительно включает космофотокарту (созданную на основе ортофотомазаики по данным TerraModis, которая совмещена с картографической основой).

Раздел Физическая география содержит те же темы, что и школьный атлас, но добавлен подраздел Неблагоприятные природные процессы и явления, который включает в себя карты: «Опасность карстовых процессов», «Лесные пожары и ветровалы», «Опасность наводнений в период весеннего половодья на реках», карты повторяемости очень сильных дождей, сильных снегопадов, сильной жары, сильных морозов. Всего раздел включает в себя 70 карт.

Раздел Социально-экономическая география находится в разработке и содержит более 40 карт, сгруппированных, так же, как и в школьном атласе, в подразделы: население, социальная инфраструктура и экономика.

Большинство карт входящих в атлас «География Пермского края» школьного назначения входят и в атлас для высшей школы. Как видно по количеству карт атлас вузовского назначения разработан таким образом, чтобы дать студентам как можно больше информации об изучаемой территории.

Например, если для школьного атласа разработана обобщенная карта «Полезные ископаемые», то в атласе для вузов тема полезных ископаемых подробно раскрывается в картах «Рудные полезные ископаемые», «Нерудные полезные ископаемые», «Торфяные районы и месторождения торфа», «Углеводородное сырье».

Почвы в школьном атласе представлены лишь одной картой «Почвы», а в данный подраздел в атласе для студентов помимо нее включены карты: «Мощность гумусовых горизонтов почв», «Мощность органогенных горизонтов почв», «Условия миграции тяжелых металлов в почвах», «Сорбционная способность почв», «Сенсорность почв», «Почвенное

районирование». Все эти дополнительные карты очень сложны для понимания в школе, однако полезны студенту, например, при изучении дисциплины почвоведение и география почв.

Так же, например, для атласа «География Пермского края» вузовского назначения создано несколько карт, посвящённых туризму: «Туристское районирование», «Активный туризм», «Горнолыжные комплексы», «Познавательный туризм», «Памятники архитектуры» и др., тогда как для школьного курса географии такая информация является избыточной, поэтому была разработана одна общая карта «Туризм».

Карты атласов создавались по различным источникам, прежде всего к ним относятся ранее изданные карты и атласы, данные дистанционного зондирования земли, литературные и статистические материалы и пр. Например, карта «Почвы» создавалась по ранее изданным почвенным картам, были исправлены ошибки содержательного характера (неправильный показ типа почв или неправильное название) и оформительского характера (пропуск условных знаков, неправильная расстановка индексов или их отсутствие). На основе спутниковых данных были построены, например, карта «Лесные формации» и все карты климатического раздела. Карты «Физико-географическое районирование» и «Ландшафты» создавались по картографическим схемам и литературным материалам. Большинство карт социально-экономической тематики построены по статистическим данным.

В разработке тематического содержания и редактировании карт атласов принимали участие ведущие ученые Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ) и других вузов Пермского края. Например, карты поверхностных вод разрабатывались в сотрудничестве с преподавателями кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов ПГНИУ. В создании почвенных карт принимали участие почвоведы ПГНИУ и Пермского государственного аграрно-технологического университета (ПГАТУ). В создании социально-экономических карт принимал участие коллектив преподавателей кафедры социально-экономической географии ПГНИУ.

Создаваемые атласы предназначены для комплексного изучения и оценки территории региона. Карты в атласах согласованы и взаимосвязаны, они взаимодополняют друг друга, вследствие чего их удобно сопоставлять и проводить сравнения. По картам можно производить различные

картографические измерения, например, получить статистические данные или построить профиль местности.

Разработанные карты и атласы будут служить наглядным картографическим пособием для высшей, средней и основной школы, обеспечивая поддержку образования в Пермском крае, облегчая пропаганду знаний и культуры родного края, а также подготовку обучающихся различных уровней образования и квалификации.

Литература

1. Атлас Пермской области. География. История. М.: ДИК, 1999. 48 с.
2. Атлас Пермского края. Пермь: Раритет-Пермь, 2012. 124 с.
3. Бажукова Н.В., Афонина Е.А. Разработка и создание Атласа Пермского края учебного назначения. ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2020. Т. 26, часть 1. С. 471 - 488.
4. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 203 с.

УДК: 528.946

Бажукова Н.В.¹, Шишлянников К.А.¹, Харитонова Е.Ю.²
bazhukova.nv@mail.ru, sk.andreevich@yandex.ru, katahari@yandex.ru

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЁРДИНГА В ПЕРМИ. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ КАРТЫ-БУКЛЕТА

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет

²Детско-юношеский центр «Здоровье», г. Пермь

Бёрдинг, любительская орнитология, бёрдвотчинг или, проще говоря, наблюдение за птицами, - деятельность, ежегодно набирающая всё большую популярность в мире и в нашей стране. Не стал исключением и г. Пермь, в котором сообщество «Бёрдинг в Перми» в последнее время пополняется сотнями активных наблюдателей разного возраста. Они участвуют в онлайн и офлайн-событиях (конкурсах, экскурсиях, соревнованиях, акциях по учёту птиц), выполняют задания, задают вопросы о своих наблюдениях и заинтересованы в информации о птицах в целом и о региональной и городской орнитофауне, в частности.

Изучив источники информации о распространении птиц на территории Перми, мы обратили внимание, что последние обобщённые данные были опубликованы в 2014 г. в книге А.И. Шепеля и Г.К. Матвеевой «Птицы города Перми» [4]. Опрашивая орнитологов-практиков, мы сделали вывод, что за последние 6 лет некоторые данные утратили актуальность и нуждаются в уточнении. В течение этого времени орнитологические наблюдения в городе велись разными людьми, в том числе орнитологами-специалистами, но публикаций-обобщений не издавалось.

С учётом вышеизложенного, считаем необходимым: 1) провести ревизию данных о распространении видов птиц на территории города Перми; 2) разработать и создать карту-буклет распространения отдельных, доступных для наблюдений широкой аудиторией, видов птиц в городе на основе уточнённых данных.

В связи с тем, что карты с информацией о распространении птиц в Перми ранее не составлялись и не издавались, разработка и создание карты «Бёрдинг в Перми» будет первым и уникальным для города опытом. Чтобы сделать карту публичной, доступной и удобной при полевых наблюдениях, она будет издана в виде буклета, содержащего также дополнительную информацию о городских птицах.

Информация о распространении даже вполне обычных и массовых (но не банальных) видов птиц для начинающих бёрдвотчеров сейчас практически недоступна. Найти её можно только в специализированной литературе, изданной небольшим тиражом. Мы уточняем эту информацию с учётом данных полевых наблюдений последних лет, делаем её наглядной и доступной посредством карты и тиражируем в виде буклета. Буклет даёт возможность проведения индивидуальных наблюдений с «орнитологической поддержкой» на территории близлежащих к месту жительства городских лесах, парках, скверах, долинах рек и жилых кварталах.

Цель – создание карты «Бёрдинг в Перми» с учётом данных о распространении доступных для массовых наблюдений видов птиц и издание буклета на её основе для широкого круга наблюдателей, т.е. картографическое обеспечение бёрдвотчеров в г. Перми.

Задачи:

1. Собрать, проанализировать и обобщить опубликованную информацию об орнитофауне г. Перми из литературных источников;

2. Проконсультироваться со специалистами Пермского орнитологического общества и уточнить места встречи птиц в Перми с учётом наблюдений последних 6 лет;

3. Разработать проект карты и составить карту в программе ArcMap 10.4.1;

4. Разработать макет буклета, адресованного широкой аудитории наблюдателей и включающего не только карту, но и дополнительную экологическую информацию о птицах.

Данный проект победил в конкурсе «Пермь – мастерская будущего» при поддержке ООО ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез. Его участниками стали школьники МАОУ СОШ №132 под руководством Е.Ю. Харитоновой и студент кафедры картографии и геоинформатики ПГНИУ К.А. Шишлянников под руководством к.г.н., доцента Н.В. Бажуковой.

Птицы остаются нашими верными спутниками даже в шумных и многолюдных городах. Там, где берегут городские леса, создают скверы и парки, заботятся о реках, озеленяют дворы, - фауна птиц богата и многообразна. В Перми, по наблюдениям орнитологов, встречается больше 250 видов пернатых. В течение всего года около 70 видов птиц живут в городе постоянно. Важно сохранять места их обитания: заросли у рек для соловья и зарянки, чистую воду для водоплавающих птиц, зрелые дуплистые деревья для дятла, поползня, горихвостки.

Создание карты-буклета «Бёрдинг в Перми»

Назначение карты: применение в занятии бёрдингом – наблюдение, изучение, определение и описание птиц на территории г. Перми (в парках, долинах малых рек, ООПТ, на улицах и во дворах).

Для построения карты города Перми выбрана равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера, т.к. в России при составлении региональных карт эта проекция наиболее часто используется в тематическом картографировании, в привязке космических снимков и в качестве математической основы наиболее распространенных баз пространственных данных. Пермский край и г. Пермь находится в 10 зоне, осевой средний меридиан 56^0 восточной долготы. Густота градусной сетки составляет 20 минут по широте и долготе.

Масштаб карты 1: 65 000 (в 1 см – 650 м). На выбор масштаба повлияло тематическое наполнение, данная карта требует отображения большого количества ареалов местообитания птиц, при выборе более мелкого масштаба

карта будет хуже читаться. В данном масштабе отображаемые явления будут показаны более точно и детально. Формат карты А1.

Географическая основа карты включает границы г. Перми и прилегающей территории; гидрографическую сеть (Камское и Воткинское водохранилища и основные малые реки); квартальную дорожно-уличную сеть города.

Содержание карты и способы изображения. Распространение птиц и места фиксации некоторых видов показаны способом ареалов площадными наглядными знаками (рис.1). На карте показаны следующие виды птиц: серая цапля, кряква, чирок-свистунок, хохлатая чернеть, чёрный коршун, перепелятник, тетеревятник, рябчик, чибис, бекас, вальдшнеп, озёрная чайка, сизая чайка, кукушка обыкновенная, ушастая сова, длиннохвостая неясыть, большой пёстрый дятел, желна, лесной конёк, обыкновенный жулан, ворон, сойка, свиристель, горихвостка, зарянка, соловей, белобровик, певчий дрозд, длиннохвостая синица, буроголовая гаичка, поползень, черноголовый щегол, чиж, снегирь, обыкновенная овсянка, тростниковая овсянка. Для их отображения на карте были использованы цветные рисунки птиц В.К. Рябицева [3] (рис. 2). Места их обитания показаны согласно описаниям [4] и материалам полевых наблюдений.



Рис.1. Фрагмент легенды карты

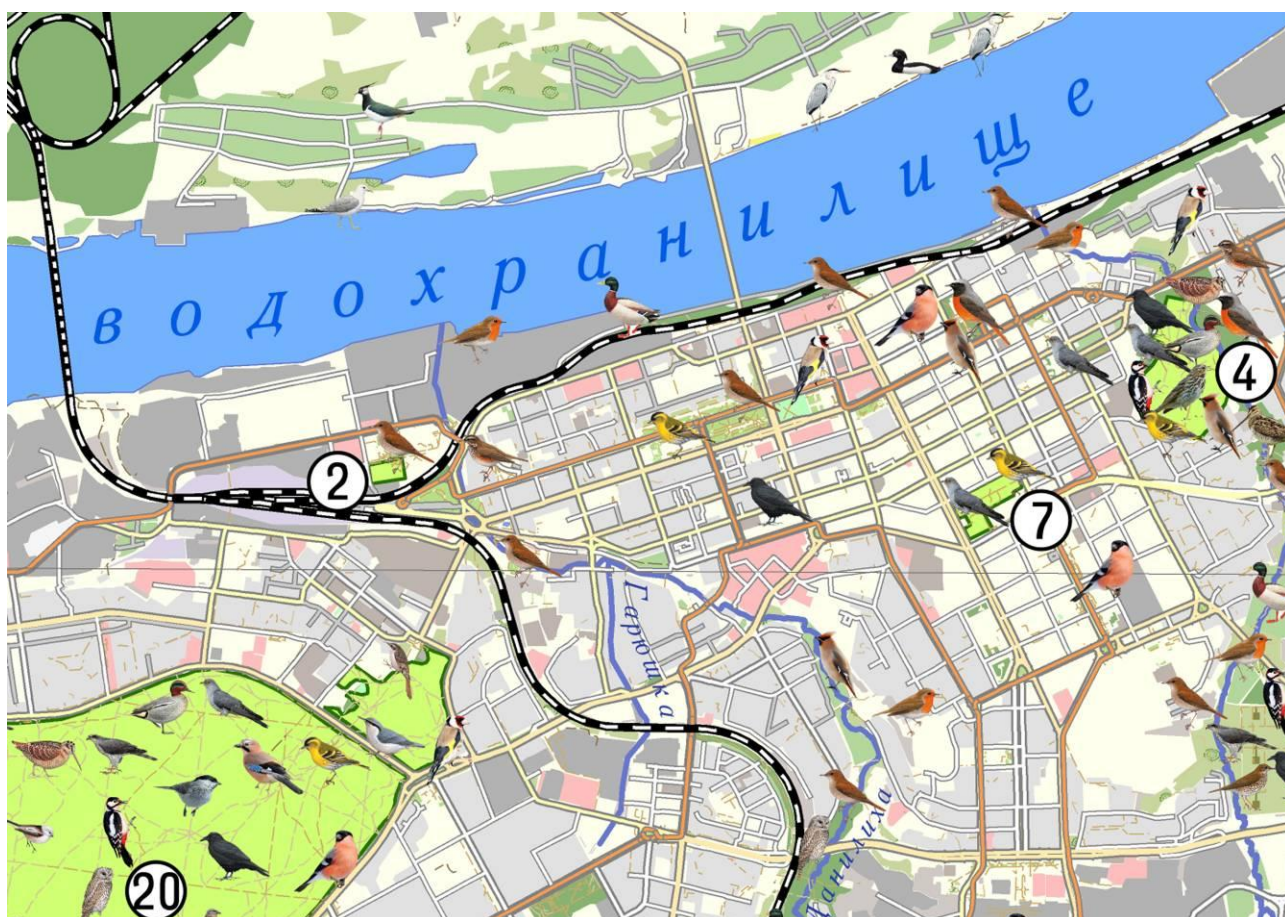


Рис.2. Фрагмент карты, показывающий обитателей жилых кварталов

Городские леса и особо охраняемые природные территории показаны способом ареалов оттенками зеленого цвета. ООПТ на карте обозначены цифрами и в легенде указаны их названия (рис.3).

Из множества пернатых, обитающих на территории г. Перми, были выбраны легко узнаваемые по внешнему виду и часто встречаемые в городе виды птиц, что особенно важно для начинающих бёрдвочеров (наблюдателей).

Технология изготовления карты. Карта является компьютерной. Изготавливается в программе ArcMap 10.4.1.

1. Создание проекта «Бёрдинг в Перми» в ArcMap 10.4.1.
2. Создание файловой базы геоданных в ArcCatalog 10.4.1.
3. Добавление в базу геоданных основы: граница города Перми и прилегающей территории, гидрографическая сеть.
4. Создание в базе геоданных наборов классов объектов, а в них классов пространственных объектов:

➤ Птицы:

- серая цапля (тип объекта – точка)
- краквя (тип объекта – точка)

- и т.д.
 - ООПТ (тип объекта – линия)
5. Загрузка в проект созданных шейп-файлов, а также шейп-файлов разработанной географической основы.
 6. Оцифровка всех птиц и границ ООПТ.
 7. Компоновка карты:
 - Масштаб 1:65 000
 - Географическая сетка
 - Легенда
 - Название карты.
 8. Экспорт карты в формате JPG.
 9. Печать карты.



Рис.3. Фрагмент карты, показывающий ООПТ и их орнитофауну

На обратной стороне карты для буклета помещена информация об экологических особенностях представленных на карте видов птиц, подобраны их изображения, даны рекомендации по периодам наблюдений в течение года. А также рассказано о птицах, которых можно встретить на всей территории

города (голубь, галка, серая ворона и др.) – их изображение и видовые признаки для идентификации [1,2,3].

Таким образом, в помощь начинающим бёрдвотчерам подготовлена и издана карта-буклет «Бёрдинг в Перми» формата А1 с биговкой до формата А4. В перспективе можно рассмотреть вариант интерактивной карты, на которую наблюдатели птиц могли бы наносить результаты своих исследований.

Литература

1. Васильева А. Птицы в городе. – М.: Изд-во Манн, Иванов, и Фербер, 2019. 104с.
2. Рябицев В.К. Птицы Среднего Урала. Воробьиные и неворобьиные: веер-определитель. – Екатеринбург: ООО Универсальная типография «Альфа Принт», 2020. 24 с.
3. Рябицев В.К. Птицы европейской части России: справочник-определитель в 2 т. - Москва; Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2020 - т. 2. 427 с.
4. Шепель А.И., Матвеева Г.К. Птицы города Перми. – Пермь: Книжный мир, 2014. 173 с.

УДК 58.082.115

Беденко А.Б., Кирик А.И.

annabedenk@mail.ru, umacsvrn@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ГЕРБАРИЯ ИМ. ПРОФЕССОРА Б.М. КОЗО-ПОЛЯНСКОГО ВГУ (VOR) ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Воронежский государственный университет

Гербарий им. профессора Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета (VOR) кафедры ботаники и микологи является важной информационной составляющей о флористическом разнообразии Воронежской области. В фондах гербария хранится порядка 90 000 образцов сосудистых растений, мхов, лишайников и грибов, собранных за 100 летний

период [1]. Главным образом это гербарий с территории Воронежской области, но так же присутствуют сборы из сопредельных регионов и образцы со всей России и ближнего зарубежья.

Гербарий VOR – востребованная коллекция, данные которой постоянно используются в исследованиях не только внутри региона, но и ботаниками из других российских научных организаций, в последнее время стали приходить запросы из других государств. С использованием данных гербария VOR только за последние два года написано три крупных монографии: Красная книга Воронежской области (2018), Кадастр сосудистых растений, охраняемых на территории Воронежской области (2019), Редкие сосудистые растения Бассейна Вороны: Кадастр (2018).

В 2018 году было принято решение о начале цифровизации гербария. На первом этапе каждому гербарному образцу Основного фонда был присвоен уникальный штрих код. Далее? посредством сканера ScanSnapSV600 началась работа по сканированию, на данный момент создано около 7000 изображений в формате JPG.

В 2019 году на сервере Центра обработки данных Воронежского госуниверситета было развернуто программное обеспечение «База данных гербарной коллекции» разработанное программистом Дмитрием Сластуновым. Таким образом, начал свою работу Цифровой гербарий им. профессора Б.М. Козо-Полянского ВГУ (VOR) - <http://herbarium.bio.vsu.ru/> .

База данных гербарной коллекции позволяет вносить данные с гербарных этикеток и связанные с ними изображения, помимо этого добавлены справочники административных регионов, таксонов и персоналии. Существуют разделы: для условного разбиения коллекции на подразделы и группы образцов; связанной с образцами литературой и периодическими изданиями; ботанико-географическими регионами; картами; экспедициями; словарь топонимов.

Информацию гербарного образца можно разбить по 21 полю. Важной составляющей Цифрового гербария VOR является внесение таких данных как ботанико-географический регион, современный административный регион, современный административный подрегион, место сбора образца, ландшафт места сбора, местообитание / растительное сообщество и координаты с ошибкой в метрах. Это позволяет при полной расшифровке гербарной этикетки указать современное название наиболее близко расположенного населенного пункта, что является актуальным для образцов, где указаны устаревшие

географические названия и жаргонизмы. Указание координат позволяет увидеть положение собранного образца на карте.

Цифровой гербарий VOR (<http://herbarium.bio.vsu.ru>) является интернет площадкой открытого доступа. Каждый заинтересованный пользователь может получить необходимую информацию. Для этого в базе данных есть строка поиска по ключевым словам и их сочетаниям. Сделанные выборки по выбору пользователя загружаются в формате Word и в виде таблицы Excel. Зарегистрированный пользователь получает доступ к редактированию информации. На данном этапе в базу данных внесена информация 5800 гербарных листов с прикрепленными к ним изображениями.

Все вышеперечисленные особенности организации виртуального пространства Гербария им. профессора Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета (VOR) позволяют задействовать в современных флористических и геоботанических исследованиях значительный объем информации, неиспользовавшийся ранее по причине отставания цифровизации данных коллекции. Одно из перспективных направлений – возможность совершенствования системы мониторинга популяций ключевых видов из различных экотопов Воронежской области в исторической ретроспективе. По мере накопления данных в Цифровом гербарии (VOR) планируется дальнейшая работа по созданию сервиса, позволяющего проследить динамику флоры и, отчасти, растительности определённых участков (в основном, ООПТ), на которых исследования проводились относительно часто и регулярно. Это не только расширит представления об особенностях сукцессионной динамики ООПТ, но и позволит точнее составлять прогнозы трансформации растительного покрова, оценить «правильность» подходов к охране тех или иных видов.

Второе важное направление – публикация данных из Цифрового гербария (VOR) в Глобальной информационной системе по биоразнообразия GBIF, что позволит предоставить доступ к фондам гербария широкому кругу специалистов и всем заинтересованным лицам. Реализация этой задачи будет способствовать популяризации гербария на международном уровне.

Создание на базе Цифрового гербария им. профессора Б.М. Козо-Полянского ВГУ (VOR) информационно-аналитической системы является перспективным направлением в изучении и мониторинге растительного покрова Воронежской области. Расширение его сервисов станет, со временем,

необходимым инструментом для специалистов региона, работающих в области ботаники, экологии и природопользования.

Литература

1. Щербаков А.В. История гербария Воронежского государственного университета (VOR) в первой половине XX века / А.В. Щербаков, В.А. Агафонов, Ю. Рейер, В.В. Негрбов, А.Б. Беденко // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. – Воронеж, 2017. – № 2. - С. 43-47 .

УДК 528.8

Белова А.В., Павлов Э.А, Полушковский Б.В.
gis_anna@mail.ru, boris_pol@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА НА ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ШПАКОВСКОГО РАЙОНА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Северо-Кавказский федеральный университет

Территория Ставропольского края обладает значительными разнообразием почвенных ресурсов, в том числе высокопродуктивных черноземов, составляющими основу развития сельского хозяйства в регионе. В настоящее время 5,8 млн. га (88% от общей площади этой территории) занято сельскохозяйственными угодьями, из которых 4,0 млн. га (61%) составляют пахотные земли. Сельскохозяйственное производство, как один из основных факторов антропогенного воздействия, негативно влияющих на состояние земель и их плодородие, привело к распространению на территории Ставропольского края водной и ветровой эрозии, переувлажнению и заболачиванию, подтоплению, вторичному засолению почв и другим негативным явлениям [3].

Процессы эрозии почв и связанные с ней потери ценных пахотных угодий – одна из наиболее серьезных почвенных проблем региона. За основу нашего исследования мы взяли территорию Шпаковского района в его естественных

границах, где на расчлененном рельефе с его перепадами высот особенно интенсивно протекает эрозия почв, что определяется неблагоприятным сочетанием факторов, способствующих деградации почвенного покрова. Перепад высот от 200 до 700–800 м, высокая расчлененность рельефа и количество годовых осадков до 600–620 мм усиливают эрозию почв на фоне активной хозяйственной деятельности человека.

Представление о состоянии почвенного покрова традиционно дают материалы полевых почвенных исследований. Однако не всегда карты, составленные таким образом, содержат точную и своевременную информацию. Кроме того, из-за трудоемкости и высоких затрат на картирование, они не позволяют детально и оперативно проследить динамику эрозионных процессов. В настоящее время в связи с активным внедрением методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и применением геоинформационных технологий (ГИС-технологий), основанных на дешифрировании аэрокосмической съемки, появляется возможность охватывать мониторингом значительные по площади территории, выявлять малые эрозионные формы, оценивать динамику эрозионных процессов и получать объективное представление о современном состоянии почвенного покрова [3].

В этой связи целью нашего исследования является определение степени и интенсивности современных процессов эрозии почв, а так же зависимость эрозионных процессов от природных (водная и ветровая эрозия) и антропогенных (распашка полей) факторов на изучаемой территории, на которой мы постарались выявить площади потенциально эрозионно-опасных почв.

Для проведения исследования использованы данные о перепадах высот территории, полученные с сайта геологической службы США, разрешением 38 метров на 1 пиксел, что дает достаточно точную информацию.

Помимо рельефа, как главного фактора обуславливающего развитие процессов эрозии, мы проанализировали характер крутизны и длины склона. С увеличением крутизны склона растет скорость стекающей воды, а от длины склона зависит ее масса. Между длиной и крутизной склона существует взаимосвязь. Сток талых вод и дождевых вод нарастает по мере увеличения крутизны склона и его протяженности. Смыв почвы возрастает гораздо быстрее увеличения крутизны или длины склона и особенно при одновременном увеличении. Поэтому характеристика земель по длине линии стока имеет большое значение.

Линия стока представляет собой путь воды от водораздела по линии наибольшего падения склона (перпендикулярно горизонтали). Для этого от водоразделов определяют направление стока до тальвега путем оцифровки линий, перпендикулярных ко всем пересекаемым ими горизонталям, эти линии помогают точнее определить границы категорий эрозионно-опасных земель.

Большое влияние на проявление эрозии оказывает длина склона. Чем длиннее склон, тем больше объем поверхностного стока, скорость течения и высота слоя воды. Влияние длины склона на смыв почвы зависит от многих факторов, и оно проявляется по-разному. Разрушительная сила воды нарастает постепенно. Значительный смыв проявляется приблизительно от середины склона. На продольно-выпуклых склонах эрозия больше проявляется в нижней части, где наибольшая крутизна. На продольно-вогнутых склонах эрозия сильнее выражена в верхней, более крутой части. К низу она уменьшается, и даже происходит аккумуляция смытой почвы. Поперечные профили склонов оказывают большое влияние на противоэрозионную организацию территории. Важным фактором эрозии является экспозиция склонов. В отличие от крутизны, длины и формы профиля склонов влияние экспозиции на эрозию проявляется опосредованно в связи с различиями микроклимата, почв и растительности на склонах разных экспозиций. Наибольшее ее влияние на эрозию от стока талых вод. Полученные данные показывают, что мощность снежного покрова, запас воды в снеге перед снеготаянием, слой стока, коэффициент стока и накопление воды в почве после снеготаяния характеризуются более высокими значениями на склонах северных и западных экспозиций; на склонах южных и восточных экспозиций значения этих относительных показателей меньше. Практически такая же тенденция изменений наблюдается и в отношении урожайности сельскохозяйственных культур.

Наибольшая разность этих показателей наблюдается между склонами северных и южных экспозиций; различия между склонами восточных и западных экспозиций выражены слабее. На склонах южных экспозиций эрозия нередко бывает больше и от выпадения сильных дождей. Это обуславливается сравнительно худшими физико-химическими свойствами почв и меньшей почвозащитной ролью растительности. Нередко роль экспозиции недооценивается. Однако она часто влияет на эрозию в такой же степени, как и другие факторы. Поэтому в практике проектирования противоэрозионных мероприятий экспозиции необходимо уделять должное внимание.

Для определения эрозионных процессов необходимым условием является частичное обнажение почвы (отсутствие защиты растительностью), такие данные мы получили на основе космических снимков Landsat 8 по состоянию на 2019 год, методом расчета индекса NDVI, с помощью которого можно выделить области с разреженной растительностью [2]. Полученные материалы обрабатывались в геоинформационной системе Quantum GIS.

Как мы уже говорили выше, одним из условий возникновения эрозии является уклон местности. Для обнаружения возникновения поверхностного стока воды [8], на основе данных SRTM [1], было выявлено, что для территории Шпаковского района Ставропольского края характерна неоднородность рельефа. Минимальная высота в пределах муниципального района составляет 187 метров, максимальная 831 метр, средняя 402,1 метра, при том, что площадь района всего лишь 2352 кв.км. – это свидетельствует о сильном перепаде высот.

Для определения потенциальной площади и местоположения эрозионных участков нами была составлена карта крутизны склонов Шпаковского района, которая представлена на рисунке (рис.1).

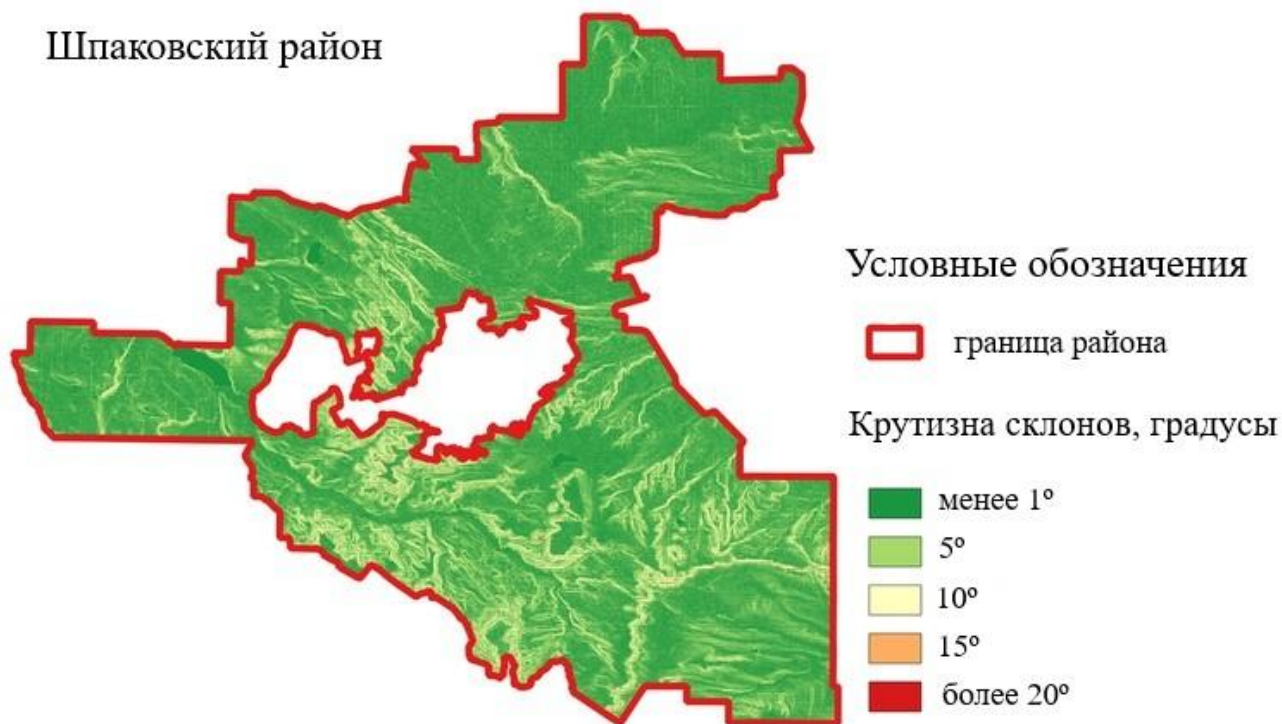


Рис. 1. Картограмма крутизны склонов Шпаковского района (2019 г.)

На созданной нами картограмме отчетливо видна крутизна склонов расчлененная эрозионными формами в градусах. Рельеф является решающим фактором в развитии эрозионных процессов. Учет рельефа в зонах водной

эрозии имеет большое значение при землеустройстве Шпаковского района. В целях полного и всестороннего учета рельефа при подготовительных работах составляется карта крутизны склонов. Составление карты крутизны склонов начинается с установления интервалов величины уклонов, которые зависят от степени выраженности рельефа, типа почв, их механического состава, степени смывости и других условий. В связи с этим для разных зон и районов интервалы уклонов могут быть разными.

Простота расчета и информативность делают крутизну склонов наиболее употребимым показателем в моделировании процессов перераспределения поверхностного и внутрипочвенного стока, эрозии, определении эдафических условий, индикационном картографировании в физической географии и близких отраслях [5]. Согласно, Жучковой В.К. и Раковской Э.М. [2], значения крутизны склонов для равнинных территорий 15-20° являются крутыми склонами, 10-15° - сильнопокатые склоны, 7-10° - покатые склоны, 5-7° - слабопокатые склоны 3-5° - пологие склоны (наклонные равнины), 1-3° - слабонаклонные равнины (очень пологие склоны), меньше 1° - плоские (субгоризонтальные) равнины, используя данную классификацию и калькулятор растров в геоинформационной системе составлена таблица площадей склонов (табл.1). При формировании таблицы нами не учитывались уклоны менее 3 градусов, поскольку они занимают почти всю оставшуюся площадь района.

Таблица 1

Площади, занимаемые склонами Шпаковского района

Тип склона	Площадь (кв. км)	% от площади района
Крутые склоны (15-20°)	4	0,1
Сильнопокатые склоны (10-15°)	43	1,8
Покатые склоны (7-10°)	80	3,4
Слабопокатые склоны (5-7°)	178	7,5
Пологие склоны (наклонные равнины) (3-5°)	38	1,6

Согласно полученным результатам, площадь только самих склонов занимает около 15% территории исследования без учета длины такого склона. Уже на основе этого можно с уверенностью предположить, что большая часть Шпаковского района из-за своего рельефа находится в эрозионно-опасной зоне. По официальным данным более 60% территории занято сельхозугодиями, хотя

уклоны более 7° уже предполагают большую эрозионную опасность и заниматься на них сельскохозяйственной деятельностью нежелательно, либо возможно только при выполнении ряда противоэрозионных мероприятий.

Как было указано выше, не малозначимым условием для возникновения эрозионных процессов является разреженная растительность и открытая почва, однако Шпаковский район является промышленно-аграрным и большая часть его территории занята сельскохозяйственными угодьями, а, следовательно, подвержена распашке. Распаханность территории Шпаковского района с уклонами более 5° в той или иной мере сопровождается эрозией в частности потерей гумуса, фосфора, микроэлементов, усложнением структуры почвенного покрова; уплотнение, увеличение мощности зоны миграции карбонатов, что отлично поддается дешифровке на космических снимках и дает возможность производить точные расчеты площадей.

Для расчета площадей за основу был выбран вегетативный индекс NDVI, который при расчете дает данные о количестве растительности (биомассы) на территории района, формула для расчета представлена ниже (1).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Как уже говорилось выше, Шпаковский район - аграрный и при вычислении эрозии необходимо понимание о наличии или отсутствии распашки на территории подверженной эрозии, данная задача выполняется с использованием предыдущих сведений с помощью перекрестного запроса. Изображение с вычисленными NDVI (рис. 2) было классифицировано и преобразовано в вектор, эрозионные данные, полученные выше, так же имеют векторный вид в формате SHP.

Результатом повсеместной распашки земель явилось изменение климатических условий, и тепловых характеристик в частности (глубина промерзания, расходы тепла на испарение почвенной влаги).

Распашка крутых склонов земледельческой зоны всего Ставропольского края привела к тому, что здесь в настоящее время около 1300 кв.км эрозионно-опасных земель, причем почти 893 кв.км подвержены в различной степени смыву и дефляции. Плоскостной смыв наблюдается уже на склонах крутизной 1,5 - 2°, а учитывая, что около 800 кв. км находятся на склонах 7-10°, почвы на склонах такой крутизны подвергаются очень сильному плоскостному смыву, а эрозия здесь принимает катастрофические размеры. Так сложилось, что на территории Ставропольского края распашка земель происходит даже на

эрозионно-опасных участках с углом наклона более 7-10°, что приводит к смыву плодородной почвы и без принятия соответствующих мер земля может превратиться в пустыню.

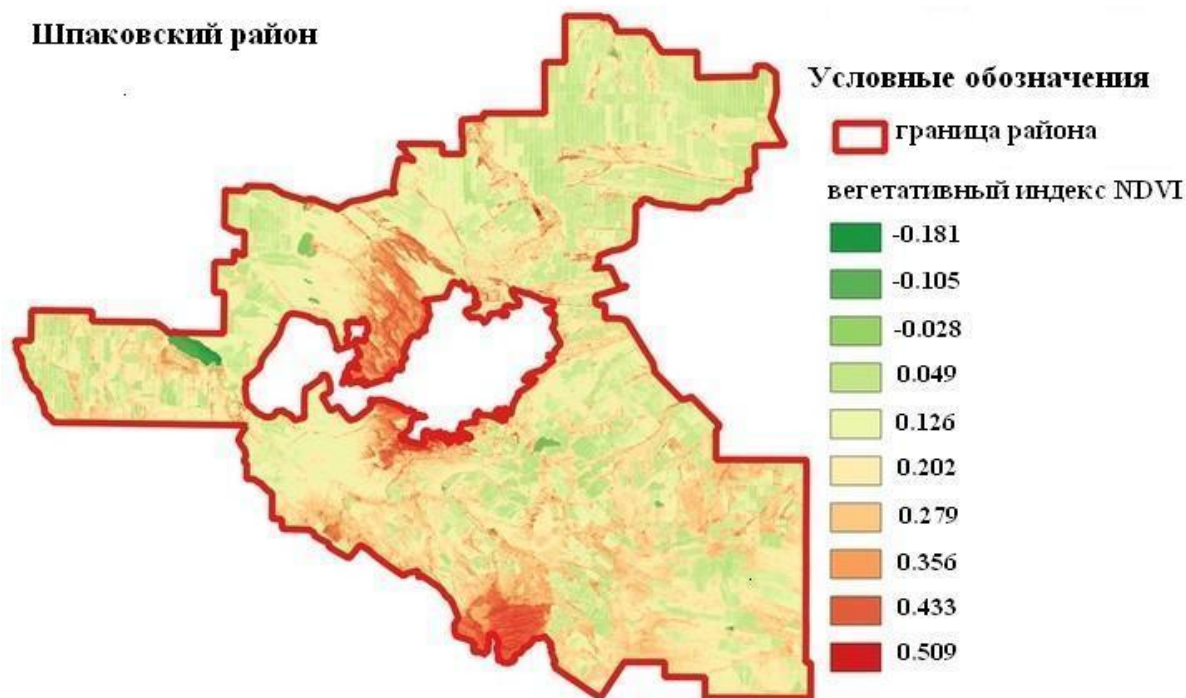


Рис. 2. Вегетативный индекс NDVI на территорию Шпаковского района по состоянию на июнь 2019 г.

Для территории Шпаковского района мы так же рассмотрели и выявили углы крутизны (уклонов) в градусах на распаханых землях (рис. 3).

На данной картосхеме отчетливо видно распространение эрозионной активности на землях сельскохозяйственного назначения Шпаковского района в зависимости от углов крутизны склона, которые больше всего проявляются в местах с интенсивным земледелием.

Так как эрозия почв причиняет сельскому хозяйству огромный вред: вызывает гибель посевов и культурных насаждений, ухудшает водный режим (вследствие глубокого дренирования территории), резко снижает плодородие почв и урожай культур, сокращает площадь сельскохозяйственных угодий ввиду возрастающей расчлененности местности и полной или частичной потери почвой гумусового слоя, то для борьбы с эрозией почв разработан и широко применяется комплекс агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий. При его осуществлении учитывают природные

условия и особенности эрозионных процессов применительно к конкретной территории, что имеет решающее значение для борьбы с этим явлением.

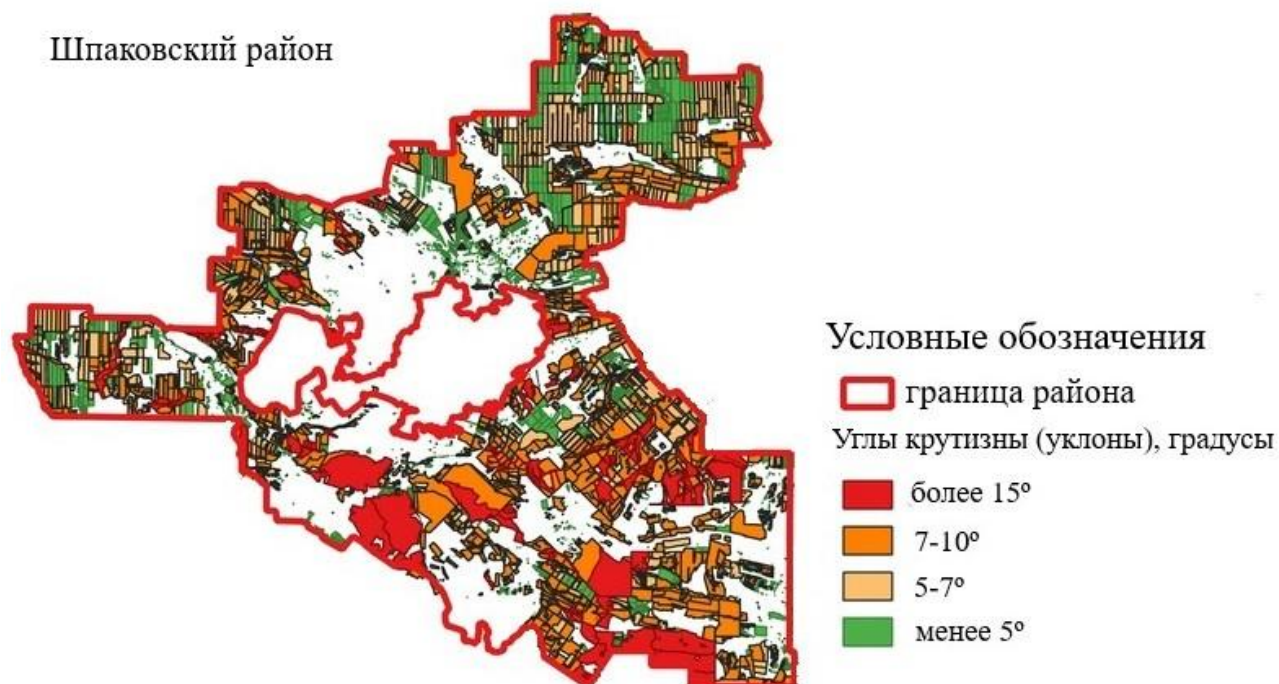


Рис. 3. Карта распространения эрозионной активности Шпаковского района в зависимости от углов склона на полях и пашнях (на июль 2019 г.)

Комплекс противоэрозионных мероприятий должен обеспечить эффективное снегозадержание и регулирование поверхностного стока, увеличить запасы влаги и снизить смыв почвы, прекратить образование новых и рост существующих оврагов, повысить плодородие почв. В этом комплексе особую роль играет противоэрозионная организация территории. Основой почвозащитной системы земледелия является противоэрозионная организация территории, а в условиях пересеченного, сложного рельефа – контурная организация территории. Контурная организация территории заключается в создании экологически однородных (рабочих) участков и размещении постоянных и временных линейных потенциальных базисных рубежей (лесополосы, дороги, гидротехнические сооружения, буферные полосы) элементов территории по направлению горизонталей местности. Она должна учитывать природную структуру территории, расчленять концентрированный сток до безопасного уровня, учитывающего равновесное состояние вновь создаваемого природно-хозяйственного комплекса (агроландшафта), и одновременно быть удобной для механизации сельскохозяйственных работ.

Таким образом, картосхемы, составленные нами на основе ДДЗ с использованием ГИС-технологий, помогают выявить потенциальную опасность и интенсивность развития эрозионных процессов. Эти данные могут служить количественной основой для определения объемов противоэрозионных мер.

Определение площади эрозионных форм в отношении общей площади территории анализируется средствами космических и геоинформационных технологий, что позволяет, верифицировано выявлять и оценивать интенсивность и динамику эрозии почв в регионах со сложной орографией.

Площадь эрозионно-опасных земель меняется и коррелирует с количеством осадков, характером рельефа, а также с особенностями и интенсивностью использования территории. Эрозионно-опасные процессы достигли максимума в связи с ростом площадей обрабатываемых земель и усилением нагрузки на пастбищные угодья, приуроченным преимущественно к склонам с крутизной более 5° и пойменным участкам речных долин. Из года в год стабильными очагами активных процессов являются отрицательные формы рельефа.

Литература

1. Геологическая служба США. /Электронный ресурс/Доступ: earthexplorer.usgs.gov
2. Жучкова В.К., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований: Учеб. пособие для студентов вузов. – Москва, 2004. – 368 с.
3. Кирвякова, А.В. Эрозия почв юго-западной части Ставропольской возвышенности и прилегающих территорий Прикубанской равнины: по материалам дистанционного зондирования Земли : диссертация ... кандидата географических наук : 25.00.23 / Кирвякова Анна Валерьевна; [Место защиты: Ставроп. гос. ун-т]. - Ставрополь, 2008. - 150 с.: ил. РГБ ОД, 61:08-11/25
4. Миллер Г.П. Полевая ландшафтная съемка горных территорий. - Киев, 1996 (укр.)
5. Основные геоморфометрические параметры: теория. /Электронный ресурс/Доступ: <http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html>
6. Распашка. // Электронный ресурс. Доступ: <https://ru-ecology.info/page/00320170903160801650002000052395/>

7. Шарый П.А. Геоморфометрия в науках о земле и экологии, обзор методов и приложений // Известия Самарского научного центра РАН. 2006, 8(2) – с. 458-473

8. Эрозия и охрана почв: учеб. / Д.И. Щеглов, Н.С. Горбунова. Учебное пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета 2011.

УДК 631.421:57.087

Белолипский В.А., Полулях Н.Н.
belolipskiy-42@mail.ru

ФАКТИЧЕСКИЕ И ДОПУСТИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭРОЗИОННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОСНОВЕ

Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского
Национальная академия аграрных наук Украины

Вступление

Почвы являются основным природным ресурсом, на котором формируются природные и антропогенные ландшафты. В последние годы, как неоднократно указывалось на съездах почвоведов Украины, почвы нашей страны деградируют. На создание противоэрозионных комплексов нужны большие финансовые средства, поэтому необходимо построение системы землепользования, охраны почвенных и водных ресурсов на основе бассейновой концепции с использованием естественных механизмов саморегулирования и самовосстановления.

Территория бассейна р. Айдар в Луганской области в пределах Новопсковского, Старобельского, Новоайдарского районов является, с одной стороны, объектом с высокой степенью аграрного освоения территории, с другой, – с усиленным проявлением эрозионных процессов и других видов деградации почвенного покрова. Поверхностный смыл почвы достигает 13-20 т/га, сток ливневых и талых вод – 15-20 мм с сопровождающими явлениями оврагообразования и оползней, которые приводят к заиливанию рек и ликвидации их притоков.

Обоснование направления исследований

Различные аспекты бассейнового природопользования и потерь почвы рассмотрены в работах ученых – Г.И. Швевса, Ф.М. Лисецкого [1]; В.А. Трифионовой [2]; иностранных – Wischmeier W.H., Smith D.D. [3], Van der Knijft [4].

В целом в Украине на региональном уровне и в пределах бассейновых структур с целью практического обустройства малых и средних рек проведены исследования природного потенциала почв бассейна р. Айдар [5], а также разработаны картосхемы вероятностных эрозионно-гидрологических характеристик расходов стока $Q_{\max}$ [6].

В агроландшафтном аспекте проблема защиты почв от эрозии решается комплексно и предусматривает формирование экологической организации земледельческого блока и почвоводоохранной структуры севооборотов (Булыгин С.Ю., 2005) [7], изучение влияния на эрозию почв климатического потенциала (Тарарико А.Г., Греков В.А., и др., 2011) [8].

Несмотря на значительные успехи в исследованиях механизма эрозионно-гидрологических процессов, их прогнозирование и количественная оценка в практике землеустроительных работ проводится с учетом сочетания факторов (длина и крутизна склонов) на ограниченной части водосбора с дифференциацией на агротехнологические группы.

Попытка решить эту задачу более надежным способом проведена посредством использования индекса эрозионной опасности земель как соотношения между прогнозной и размывающей скоростями водных потоков (Куценко Н.В., 2012) [9]. Такой подход также не приводит к точным характеристикам эрозионного процесса, поскольку базируется на нормативных показателях коэффициента безопасности агрофона и эрозионных свойств земель, которые рассматриваются на ограниченных участках водосборов.

Рассматривать суть природного механизма проявления эрозии (смыва) во взаимодействии факторов рельефа (длина и крутизна) недостаточно. Прежде всего, природный защитный механизм предопределяется группой взаимосвязанных факторов, из которых главенствующими являются растительный покров и физическая структура почвы, которые обуславливают впитывающую способность и формирование стока. Поэтому в пространстве водосборов формирование стока при антропогенном использовании подчиняется системе взаимосвязанной иерархии водосборов: бассейн → балочный водосбор → склон.

Объект и цель исследований.

Цель исследований – определить влияние взаимодействия фактических и допустимых показателей на развитие эрозионно-гидрологических процессов с целью их минимизации на вероятностной основе в системе водосборов р. Айдар (рис. 1).

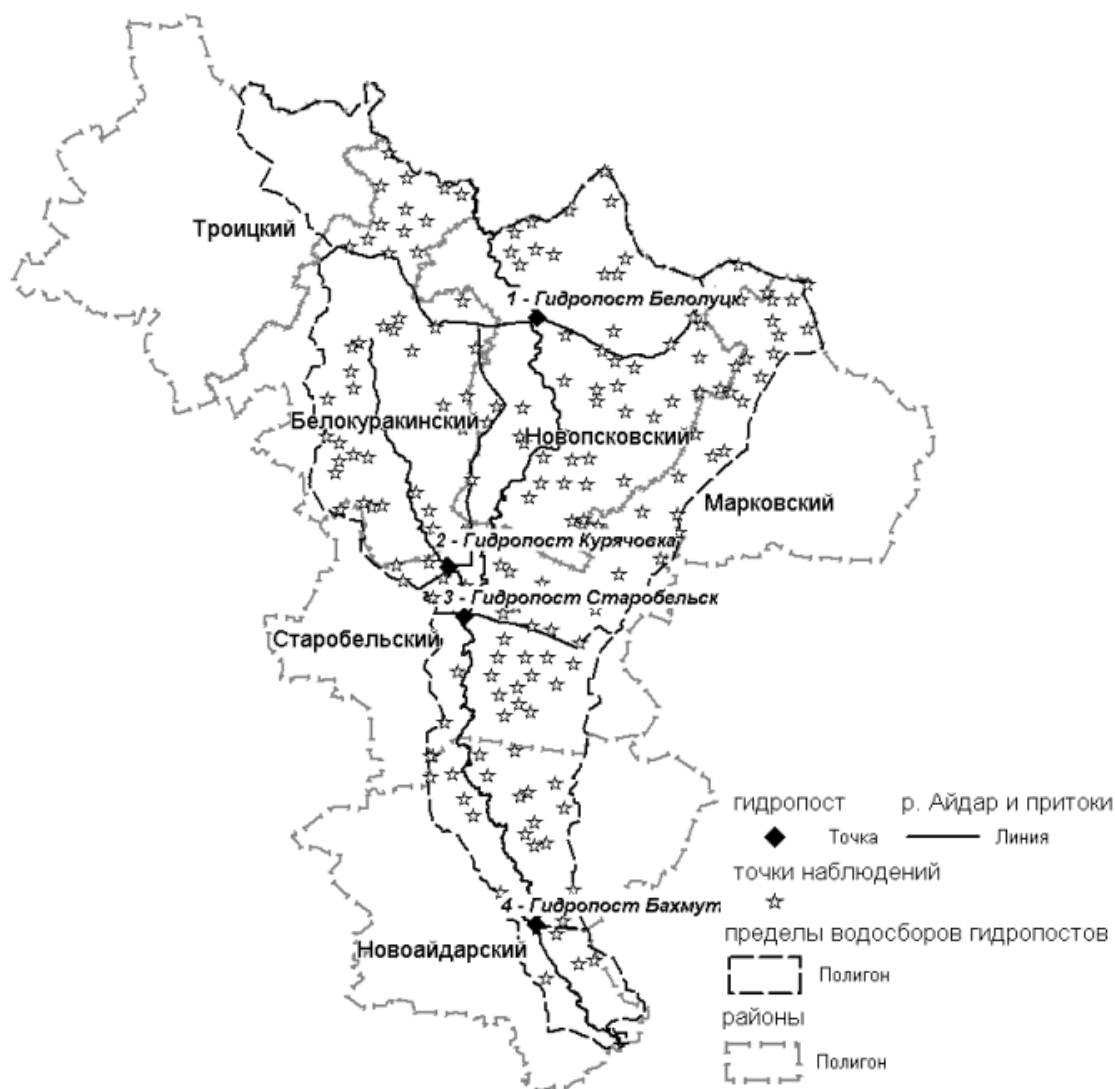


Рис. 1. Объект исследований (бассейн р. Айдар, Луганская область)

Результаты исследований.

Анализ взаимодействия фактических и допустимых показателей эрозионно-гидрологических процессов на склоновых водосборах бассейна р. Айдар выполнен средствами построения гиперповерхностей отклика сочетаний компонентов агроландшафта и факторов на формирование средне-максимального расхода стока реки ($Q_{\max}$) по гидропостам (рис. 2).

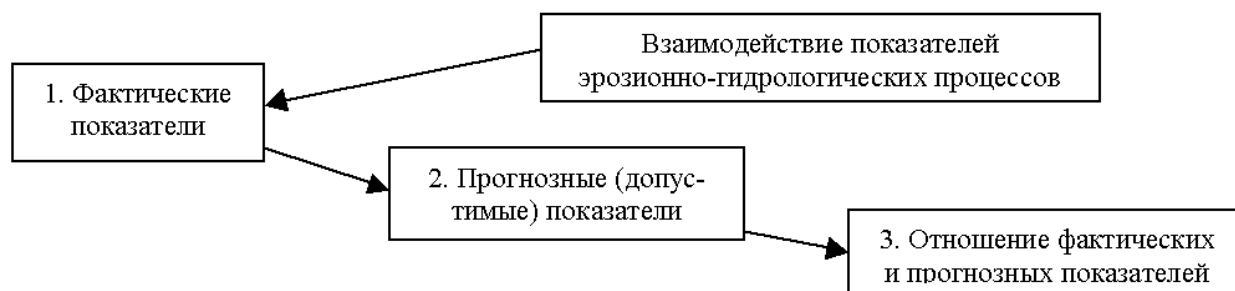


Рис. 2. Схема анализа взаимодействия фактических и допустимых показателей расхода стока

Гиперповерхности отклика сочетаний компонентов АЛ и факторов на формирование $Q_{\max}$ (фактические показатели). Гиперповерхности отклика сочетаний эрозионно-гидрологических факторов на средне-максимальный расход стока в системе балочных водосборов по гидропостам в бассейне р. Айдар различной вероятности превышения рассчитаны по модели [6]:

$$Q_{\max} = A \cdot F^{0,2485} \cdot X^{1,7422} \cdot f_n^{5,3333} \cdot S_{\text{скл}}^{0,5194} \cdot F_{\text{гум}}^{-0,402} \cdot S_{\text{бал}}^{-0,087} \cdot S_{\text{тер}}^{-0,009} \cdot S_{\text{лс}}^{-0,022} \cdot S_{\text{пл}}^{-0,008} \quad (1)$$

где: A – коэффициент для 10%-ной вероятности превышения $= 8,79 \cdot 10^{-13}$; F – доля площади водосборов гидропоста в бассейне р. Айдар; X – ливневые осадки, мм; f_n – распаханность, %; $S_{\text{скл}}$ – склоны $> 1^\circ$, %; $F_{\text{гум}}$ – содержание гумуса, %; $S_{\text{бал}}$ – овражно-балочная сеть, %; $S_{\text{тер}}$ – первая терраса реки до 1° , %; $F_{\text{лп}}$ – лесополосы поперечные, %; $S_{\text{пл}}$ – плато (склоны до 1°), %.

Для построения гиперповерхностей выбраны факторы, регулируемые в процессе формирования экологично стабильного агроландшафта и посредством почвоводоохранных мероприятий: содержание гумуса, %; распаханность, %; склоны $> 1^\circ$, %; лесополосы поперечные, % (табл. 1).

Таблица 1

Значения факторов $Q_{\max}$ по гидропостам бассейна р. Айдар

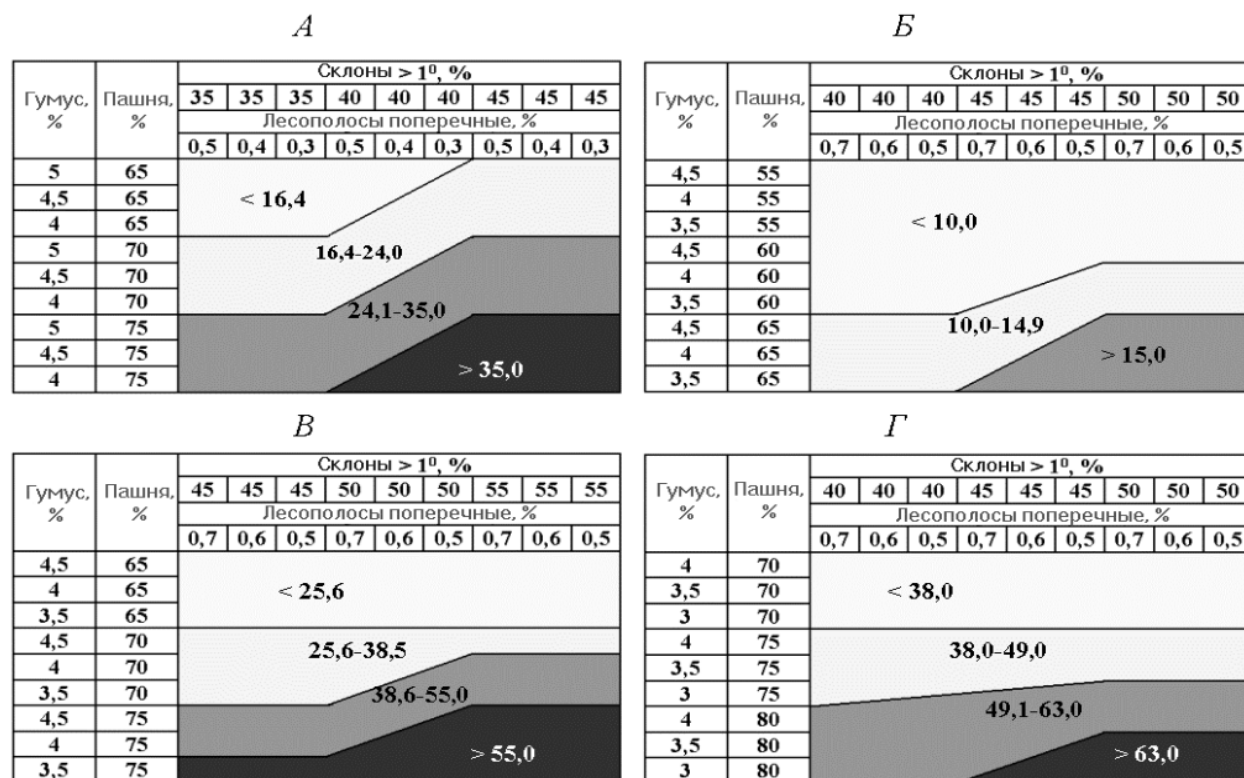
Гидропост	Факторы модели								
	F, %	X, мм	$S_{\text{бал}}$, %	$S_{\text{тер}}$, %	$S_{\text{пл}}$, %	$F_{\text{гум}}$, %	$F_{\text{лп}}$, %	f_n , %	$S_{\text{скл}}$, %
Белолуцк	0,282	79,2	32,0	5,16	14,0	4,57	0,42	69,4	41,84
Курячовка	0,103	78,7	36,0	0,001	12,0	4,13	0,56	62,7	46,00
Старобельск	0,516	83,7	17,8	7,31	16,6	4,10	0,58	68,3	50,66
Бахмутовка	0,099	93,5	18,0	10,5	15,0	3,58	0,57	72,6	46,50

Показатели фактических Q_{max} на 10%-ном уровне вероятности превышения дифференцированы (с учетом положения по течению р. Айдар) на 4 уровня: низкие, средние, повышенные, высокие (табл. 2, рис. 3).

Таблица 2

Средне-максимальные расходы стока по гидропостам р. Айдар

Гидропост	Уровни расхода стока, м ³ /с			
	низкие	средние	повышенные	высокие
Курячовка	< 10,0	10,1-14,9	> 15,0	-
Белолуцк	< 16,4	16,5-24,0	24,1-35,0	> 35,0
Старобельск	< 25,6	25,6-38,5	38,6-55,0	> 55,0
Бахмутовка	< 38,0	38,1-49,0	49,1-63,0	> 63,0



Гидропосты: А – Белолуцк, Б – Курячовка, В – Старобельск, Г – Бахмутовка.

Рис. 3. Поверхности отклика сочетаний эрозионно-гидрологических факторов на Q_{max} по водосборам гидропостов

При высокой распаханности водосборов в средней части бассейна р. Айдар – Старобельский и Бахмутовский гидропосты (соответственно 65-75 и 70-80%) с использованием в пашне склонов > 1° (40-55% площадей) расходы стока 10%-ной вероятности превышения- максимальные (25-58 и 38-63 м³/с).

Снижение распаханности водосборов средней части по течению р. Айдар (Курячовский гидропост) до 55-60% уменьшает максимальные расходы стока 10%-ной вероятности превышения до 10-15 м³/с.

Высокая распаханность водосбора Белолуцкого гидропоста 65-75% нивелируется использованием в пашне склоновых земель > 1° в пределах 35-45% в образовании максимальных расходов стока 10 %-ной вероятности превышения до 16-36 м³/с. Такая же закономерность наблюдается и при других уровнях вероятности.

Гиперповерхности отклика сочетаний компонентов АЛ и факторов на формирование $Q_{\max}$ – прогнозные (допустимые) показатели. При анализе отклика сочетаний компонентов агроландшафта на формирование расходов стока для бассейна р. Айдар в качестве допустимых показателей приняты условия, которые складываются в результате вывода малопродуктивных и деградированных земель из пашни согласно Региональной программе охраны плодородия почв на 2014-2020 гг. [10] (табл. 3).

Таблица 3

Прогнозные данные модели $Q_{\max}$ по гидропостам бассейна р. Айдар

Гидропост	Уровень	Параметры показателей			
		$F_{\text{гум}}, \%$	$F_{\text{лп}}, \%$	$f_n, \%$	$S_{\text{скл}}, \%$
Белолуцк	фактический	4,57	0,42	69,4	41,84
	прогнозный	4,5-5,5	0,4-0,6	40-60	30-40
Курячовка	фактический	4,13	0,56	62,7	46,00
	прогнозный	4,0-5,0	0,6-0,8	40-60	35-45
Старобельск	фактический	4,10	0,58	68,3	50,66
	прогнозный	4-5	0,6-0,8	40-60	40-50
Бахмутовка	фактический	3,58	0,57	72,6	46,50
	прогнозный	3,5-4,5	0,6-0,8	40-60	35-45

Прогнозные показатели $Q_{\max}$ 10%-ной вероятности превышения дифференцированы на 3 группы: низкие, средние, повышенные (табл.4).

Таблица 4

Прогнозные показатели $Q_{\max}$ по гидропостам бассейна р.Айдар

Гидропост	Уровень расходов стока, м ³ /с		
	низкие	средние	повышенные
Белолуцк	5,6-8,4	8,5-14,5	> 14,5
Старобельск	1,6-1,9	2,0-6,3	6,4-14,0
Бахмутовка	1,2-1,5	1,6-5,1	5,2-13,4
Курячовка	0,9-1,2	1,3-3,9	4,0-10,3

Для определения характера взаимодействия прогнозных (допустимых) и фактических показателей на развитие эрозионно-гидрологических процессов с целью их минимизации на вероятностной основе (1, 5, 10, 50%) при соответствующих параметрах расходов стока рассчитан коэффициент их отношения K_o :

$$K_o = \frac{Q_{01-50\text{прогноз}}}{Q_{01-50\text{факт}}} \quad (3)$$

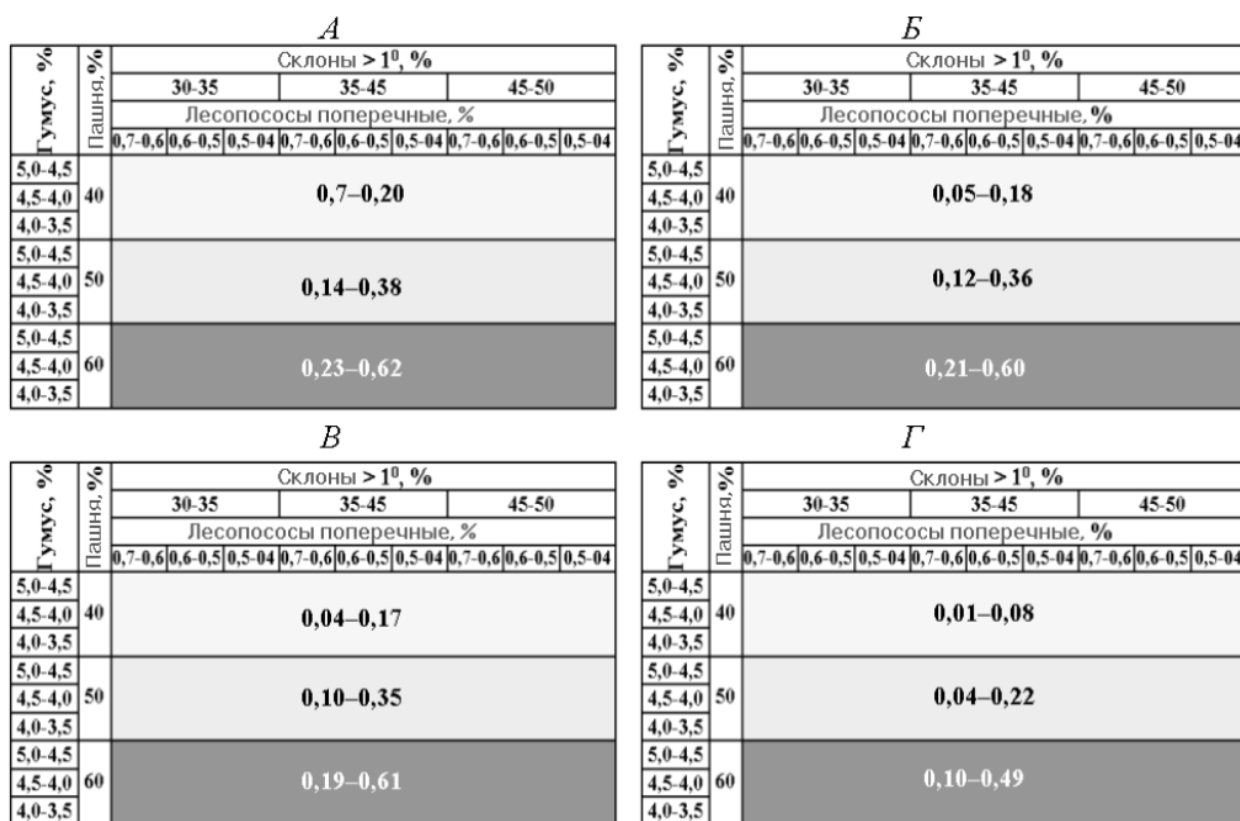
Значение коэффициента K_o характеризует уменьшение расхода стока при снижении распаханности земель водосборов.

По результатам расчетов составлена гиперповерхность отклика прогнозных сочетаний эрозионно-гидрологических факторов на отношение прогнозных и фактических показателей расхода стока, которая имеет обобщенный вид (рис. 4).

Наименьшее влияние на уменьшение расхода стока наблюдается при максимальной прогнозируемой распаханности – 60% (значение коэффициента по гидропостам: Белолуцк – 0,13–0,31, Курячовка – 0,49–0,62, Старобельск – 0,16–0,32, Бахмутовка – 0,10–0,23. Наибольшее воздействие происходит при минимальной прогнозируемой распаханности – 40% (Белолуцк – 0,02–0,09, Курячовка – 0,08–0,20, Старобельск – 0,02–0,09 и Бахмутовка – 0,01–0,07). И промежуточное значение влияния наблюдается при среднем уровне прогнозируемой распаханности – 50% (Белолуцк – 0,07–0,19, Курячовка – 0,22–0,38, Старобельск – 0,07–0,19 и Бахмутовка – 0,04–0,14).

Анализ содержания гумуса в пределах 4,5–5,5% по группам площадей распаханностью 40–60% выявил постоянное уменьшение $Q_{\max}$ в интервале 8–9%. Поэтому детализацию минимизации эрозионно-гидрологического процесса нужно рассматривать при разработке комплекса противоэрозионных мероприятий в земледельческом блоке агроландшафта по группам эродированных почв.

В блоке экологических взаимосвязей допустимых показателей сочетаний компонентов агроландшафта площади поперечных лесополос (0,3–0,5%) способствуют незначительному снижению $Q_{\max}$ по зависимости ($F_{\text{лп}}^{-0,011}$).



Вероятность: А – 1%, Б – 5%, В – 10%, Г – 50%; коэффициенты отношения фактических и прогнозных показателей потерь стока: – низкие, – средние, – повышенные.

Рис. 4. Поверхности отклика сочетаний прогнозных эрозионно-гидрологических факторов на отношение прогнозных и фактических показателей расходов стока

Выводы.

1. Построены гиперповерхности отклика сочетаний эрозионно-гидрологических факторов на формирование $Q_{\max}$ по фактическим показателям (1, 5, 10, 25, 50%-ной вероятности превышения).

2. Исследования соотношения прогнозных (допустимых) и фактических характеристик сочетания компонентов агроландшафта (40-60% пашни, 35-40% склонов больше 1°, 0,3-0,5% лесополос поперечного расположения на фоне содержания гумуса 3,5-5,5%) на уровне 10%-ной вероятности превышения $Q_{\max}$ показали их объективное влияние в уменьшении гидрологических характеристик на 65-75% .

3. Устойчивым показателем усиления почвозащитного действия распаханности территории по всем гидропостам и вероятностям превышения $Q_{\max}$ является коэффициент отношения прогнозных и фактических показателей расходов стока.

Литература

1. Швебс Г.И. Проектирование контурно-мелиоративной системы почвозащитного земледелия / Г.И. Швебс, Ф.Н. Лисецкий // Земледелие. – 1989. – № 2. – С. 55-59.
2. Трифонова Т.А. - Развитие бассейнового подхода в почвенных и экологических исследованиях / Т.А. Трифонова // Почвоведение, №9. – 2005. С. 32-39.
3. Wischmeier W.H. Predicting Rainfall Erosion Losses [Текст] / W.H. Wischmeier, D.D. Smith. Agriculture Handbook, 1978, N 537. Washington, U.S. Department of Agriculture. - 58 p.
4. Van der Knijft, J.M. Soil erosion risk assessment in Europe [Текст] / J.M. van der Knijft, R.J.A. Jones, L. Montanarella. - European Soil Bureau. 2000. 34. - P. 8.
5. Белоліпський В.О. Геоінформаційна оцінка природного потенціалу ґрунтів басейну р. Айдар / В.О. Белоліпський, М.М. Полулях, О.Н. Другов // Вісник аграрної науки. Спеціальний випуск, жовтень 2016 р. – С. 42-47.
6. Белоліпський В.О. Оцінка інтенсивності ерозійно-гідрологічних ситуацій за басейновим принципом (методичні рекомендації та аналіз) / В. О. Белоліпський, С.А. Балюк, М.М. Полулях, Д.О. Тімченко. За наук. ред. доктора с.-г. наук В.О. Белоліпського. Харків, 2018. – 72 с.
7. Булигин С.Ю. Почвоводоохранная оптимизация агроландшафтов. Монография, К.: Аграрна наука, 2012. – 352 с.
8. Тараріко О.Г. Охорона та відновлення деградованих ґрунтів відповідно проекту ґрунтової директиви Євросоюзу / О.Г. Тараріко, В.О. Греков, В.М. Панасенко // Вісн. аграр. науки. – 2011. – №5. – С. 9–13.
9. Куценко М.В. Геосистемні основи регулювання ерозійно-аккумулятивних процесів: геоморфосистемний аспект: монографія [Текст]. – Харків: КП “Міська друкарня”, 2012. – 320 с.
10. Регіональна програма охорони родючості ґрунтів на 2014-2020 рр. Луганська обласна державна адміністрація, Департамент агропромислового розвитку, Луганська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», Луганське обласне головне управління земельних ресурсів Державного комітету України по земельним ресурсам, Луганська державна сільськогосподарська дослідна станція інституту рослинництва ім. В.Я. Юр’єва. – Луганськ, 2013. 71 с.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОЧАГОВ ТУЛЯРЕМИИ В СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Смоленский государственный университет

Оценка риска возникновения заболеваний на той или иной территории, а также особенностей их распространения является одной из актуальных задач современной медицинской географии. Эффективность оценки повышается благодаря применению математико-картографического моделирования. В нашем исследовании рассмотрим применение методов медико-географического картографирования для пространственного анализа и моделирования функционирования очагов туляремии в Смоленской области.

Выбор туляремии в качестве модельной нозоформы связан с более высокими значениями заболеваемости населения относительно других зоонозов, наличием очагов во всех районах области. Также выбор туляремии объясняется исключительной стойкостью сохранения инфекции в среде и многообразием способов передачи инфекции человеку [2]. Однако, случаи заболевания людей не дают полного представления о функционировании природных очагов болезней и их пространственной структуре, поскольку человек является случайным звеном в циркуляции возбудителей большинства зоонозов в природе. В соответствии с концепцией «одно здоровье» [5], для выявления географического положения, активности природных очагов и потенциальной опасности территории необходимо использовать данные по выделению культур возбудителя туляремии из объектов внешней среды.

Основу анализа составили статистические данные по выделению культур возбудителя туляремии на территории Смоленской области за 1941–2018 гг., предоставленные ФКУЗ «Противочумный центр» Роспотребнадзора. Сведения о месте выделения культур туляремии и их количестве, времени были сведены в единую базу данных, дополнены информацией о географических координатах места выделения (широте и долготе). На основе базы данных были созданы слои ГИС и электронные карты в программе QGIS.

Для выявления пространственно-временных особенностей распространения туляремии на территории Смоленской области были применены процедуры пространственной статистики для моделирования экологических ниш [3; 4], тех физико-географических условий, которые наиболее благоприятны для существования возбудителя туляремии (*Francisella tularensis*). Для указания областей эпидемического проявления туляремии нами использовалось понятие очаговые территории [1]. Данное понятие не относится к системе соподчиненных единиц районирования и может быть использовано по отношению к территориям разного ранга.

В качестве комплекса переменных для анализа использовались следующие ландшафтно-климатические факторы:

- 1) высота над уровнем моря (цифровая модель рельефа);
- 2) набор переменных в рамках проекта WorldClim;
- 3) тип почвы (цифровая модель почвенной карты на основе «Почвенной карты Смоленской области», 1985, составленной по полевым материалам Д.Ф. Маймусова, Д.И. Антонова, Н.А. Лошаковой);
- 4) показатель pH почвы;
- 5) вегетационный индекс MFVF.

Результаты моделирования показали, что несмотря на значительную долю абсолютных отметок высот в рельефе области 170–180 м, большинство известных очаговых территорий располагается на высотах 190–220 м. Ниже 170 м число очаговых территорий резко сокращается, а ниже 150 м они уже не отмечаются. Выше 240 м площади очаговых территорий резко сокращаются, а выше 270 м отсутствуют.

Самыми пригодными для функционирования очагов туляремии, стали среднегодовые температуры выше $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, при диапазоне изотермальности, т.е. отношении среднемесячной амплитуды температуры к среднегодовой, от 25 % до 35 %.

Чаще всего туляремия встречается на дерново-подзолистых, аллювиальных и дерново-подзолистых глеевых почвах. Существуют некоторые типы почв, на которых инфекция не отмечается. Это дерново-сильноподзолистые; дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом; дерново-глееватые; болотные переходные торфяные на мелких и средних торфах; болотные низинные торфяные на мелких и средних торфах; смытые и намытые почвы оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов.

Наиболее оптимальными для существования туляремии, по результатам анализа, нейтральные или слабокислые почвы со значениями pH от 5,5 до 7,5.

Большая часть культур туляремии в Смоленской области была выделена в районе долинных комплексов. В ландшафтном отношении, помимо долинных комплексов, наиболее эпидемически опасными являются Смоленско-Вяземская и Двинско-Днепровская провинции, которые имеют близкие физико-географические характеристики. Это холмистые и пологоволнистые равнины со значительными участками понижений, густотой долинной сети от 200 до 300 м/км², со средней заболоченностью. Смоленско-Краснинский ландшафт – возвышенность, сильно изрезанная оврагами и балками, густота долинной сети составляет 400–500 м/км², местами более, заболоченность территории незначительна и составляет 4%.

Приуроченность очаговых территорий туляремии к определенным ландшафтным условиям позволяет сделать вывод о том, что их большая часть относятся к лугово-полевому типу.

Литература

1. Ватлина Т.В. Пространственно-временной анализ распространения туляремии в Смоленской области на основе применения ГИС-технологий // ИнтерКарто-ИнтерГИС–18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы международной конференции. – Смоленск, 2012. – 532 с. – С. 480–486.
2. Олсуфьев Н.Г., Дунаева Т.Н. Природная очаговость, эпидемиология и профилактика туляремии. – М.: Медицина, 1970. – 270 с.
3. Эколого-географический анализ и моделирование распространения биологических объектов с использованием ГИС / А.Н. Афонин, Ю.В. Соколова. – СПб: Изд-во ВВМ, 2018. – 121 с.
4. Hutchinson G. E., 1957 Concluding remarks // Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. – Vol. 22. – P. 415–427.
5. One Health. URL: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/one-health> (дата обращения: 15.10.2020).

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БОЛОТНЫХ СИСТЕМ И ПРОБЛЕМЫ ИХ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

¹Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)

²Институт водных проблем РАН

В мире площадь болот, по разным данным [2] занимает от 2,7 до 3,5 миллионов квадратных километров, из которых один находится в России. Болотные массивы многообразны по типу, генезису, характеристикам, условиям формирования, региональным особенностям [4]. Не меньшим многообразием отличается биосферная роль болот. Они выполняют гидрологическую, биологическую, климатическую, газорегулирующую, ресурсно-сырьевую функции [3].

Несмотря на огромную средоформирующую роль болотных систем, приходится констатировать возрастающие темпы хозяйственного влияния на них, приводящие к постепенной деградации. Наиболее агрессивные процессы вызываются осушением болот, добычей торфа, полезных ископаемых, распашкой, строительством дорог, трубопроводов разного назначения, пожарами, приводящими к нарушению экологического равновесия.

Широкий пространственный охват, многообразие сущностных различий, биосферного потенциала болотных ландшафтов, с одной стороны, и неотвратимость антропогенных воздействий – с другой, обязывают к разностороннему пространственному анализу болот с последующим их представлением в наглядном, пространственно-определенном и завершенном виде, то есть на картах.

Картографически естественное состояние и антропогенная нарушенность болот могут быть отражены в интегральной комплексной карте или серии тематических, но всех случаях необходима надежная общегеографическая база. В оптимальном случае – на детальном или региональном уровне это будут топографические или обзорно-топографические карты, анализ которых в

настоящее время показывает необходимость повышения их информативности [1].

Укажем на приоритеты отображения болотных ландшафтов, которые могли бы обеспечить необходимые требования к базовой картографической основе: географическое соответствие (природный рисунок местности), полнота и достоверность. Предложения сведены в следующую систему.

Структура системы обозначений болот (проект)

Естественное состояние

Границы: болотных систем, глубины нулевой залежи, степеней проходимости (проходимые, труднопроходимые, непроходимые).

Глубина торфяного слоя: максимальная, средняя.

Типы болот (на обзорных картах): верховые переходные, низинные.

Внутренняя структура болот:

границы: водоразделов, суходолов, топей;

водотоки: реки, ручьи, линии стекания фильтрационных вод;

водоемы: участки открытой воды, озера и озерки;

формы и микроформы рельефа: гряды, бугры, кочки;

жизненные формы растительности: древесная, кустарниковая, кустарничковая, травянистая, моховая, лишайниковая, гидрофитная.

Особо охраняемые территории:

границы,

статус: (всемирный, особо ценный, федеральный, региональный, местный;

ботанические и зоологические объекты охраны, занесенные в Красные книги (международные, национальные, региональные).

Пункты наблюдений, контроля и защиты природной среды:

болотные станции;

мелиоративно-болотные стационары;

комплексные болотные опытно- и лесомелиоративные станции,;

гидрометеорологические посты.

Нарушенное состояние

(антропогенные объекты)

Участки промышленной разработки (торфяных залежей, месторождений углеводородов и т.п.).

Дренажные каналы и канавы.

Линейные транспортные сооружения.

Ареалы, загрязненные нефтью, «нефтяные озера».

Места сброса неочищенных сточных вод.

Растительность угнетенная и нарушенная (промышленными загрязнениями; по трассам линейного строительства и т.п.)

Реализация предложений по картографированию болотных массивов обеспечивается методами дистанционного зондирования, геоинформационными и телекоммуникационными технологиями, применением беспилотных летательных аппаратов. Перспективное направление исследований – разработка специализированных топографических карт с углубленной характеристикой болотных экосистем.

Исследование выполнено в рамках Государственной программы АААА-А19-119040990079-3 (№ 0147-2019-0004)

Литература

1. Верещака Т.В. Топографические карты: научные основы содержания. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 319 с.
2. Вода России. Болота /Электронная энциклопедия <https://water-rf.ru/Болото>
3. Конвенция о водно-болотных угодьях. Рамсар, 2 февраля 1971 г. // Охрана природы: Международные организации, конвенции и программы: Информационно-справочное издание. М.: Международные отношения. 1995. С. 136-143.
4. Мазинг В.В, Актуальные проблемы классификации и терминологии в болотоведении / Типы болот СССР и принципы их классификации. М.: Изд-во «Наука» 1974, С. 6-12.

ПРОБЛЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКИХ ДОКУМЕНТОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

¹Институт географии РАН

²Московский государственный областной университет

²Российский институт градостроительства и инвестиционного развития
«Гипрогор»

³Московский финансово-юридический университет

Транспортная инфраструктура в виде точечных, линейных и площадных объектов является важным и неотъемлемым элементом почти всех современных документов в области территориального планирования, включая генеральные планы, схемы территориального планирования и другие планировочные документы, выполняемые в соответствии с положениями Градостроительного кодекса России и иных нормативно-правовых актов. К ним относятся, например, территориальные схемы обращения с отходами субъектов РФ, отраслевая схема размещения объектов инфраструктуры для проведения в городе Москве Чемпионата Мира по футболу в 2018 году т.п. В настоящей статье мы не рассматриваем объекты транспорта необщего пользования, также частично учитываемые в некоторых видах территориального планирования (включая документы ограниченного доступа), например, объекты Министерства обороны РФ.

В соответствии с частью 13 статьи 9 Градостроительного кодекса Российской Федерации требования к описанию и отображению в документах территориального планирования устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере градостроительства (*В статье были использованы фрагменты писем, направленных автору Министерством транспорта РФ в 2017-2020 гг. в ответ на его обращения*).

На основании Положения о Министерстве экономического развития

Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 05.06.2008 № 437, данное Министерство является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию, в том числе в сфере территориального планирования.

В соответствии со статьей 10 Градостроительного кодекса Российской Федерации информация о планируемых к размещению объектах федерального транспорта содержится в Схеме территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта (железнодорожного, воздушного, морского, внутреннего водного транспорта) и автомобильных дорог федерального значения, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2013 г. № 384-р (далее – СТП РФ в области федерального транспорта).

Текстовая часть положения о территориальном планировании СТП РФ в области федерального транспорта размещается в справочных правовых системах, картографическая часть – в федеральной государственной информационной системе территориального планирования (далее – ФГИС ТП).

Подготовка документов территориального планирования Российской Федерации в соответствии с частью 5 статьи 9 Градостроительного кодекса Российской Федерации осуществляется на основании отраслевых документов стратегического планирования Российской Федерации, в том числе Генеральных схем в топливно-энергетических и транспортных отраслях, в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, иных концептуальных и доктринальных документов в области обеспечения безопасности с учетом положений Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации, Стратегии пространственного развития Российской Федерации, национальных проектов, межгосударственных программ, государственных программ Российской Федерации, инвестиционных программ субъектов естественных монополий, решений органов государственной власти, иных главных распорядителей средств соответствующих бюджетов, предусматривающих создание объектов федерального значения, а также сведений, содержащихся в ФГИС ТП.

Необходимо отметить, что в соответствии с частью 10 статьи 9 Градостроительного кодекса Российской Федерации схемы территориального планирования в отношении размещения линейных объектов разрабатываются на срок не менее чем 20 лет, а в отношении иных – на срок не менее чем 10 лет.

Вместе с этим Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р, содержит информацию о планируемых мероприятиях в отношении развития федерального транспорта на период до 2030 года.

Стратегия пространственного развития Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р, разработанная в соответствии с Федеральным законом от 28 февраля 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» с учетом указов Президента Российской Федерации от 16 января 2017 г. № 13 «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» и от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», предусматривает период развития до 2025 года.

В настоящее время Правительством Российской Федерации в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 747 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» ведется работа по корректировке указанных выше национальных проектов.

В рамках данной работы, в том числе, будет актуализирован национальный проект «Транспортная часть комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года», в который будут включены мероприятия со сроком реализации до 2030 года.

Также отметим, что 31 июля 2020 г. был принят Федеральный закон № 254-ФЗ «Об особенностях регулирования отдельных отношений в целях модернизации и расширения магистральной инфраструктуры и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Указанный Федеральный закон вводит ряд особенностей строительства, реконструкции и ввода в эксплуатацию объектов транспортной и иной инфраструктуры при отсутствии объектов в документах территориального планирования.

Требования к картографическому отображению объектов транспортной инфраструктуры в документах территориального планирования прошли в России длительную эволюцию. За последние двадцать лет они неоднократно менялись как в результате нововведений в законодательстве РФ, так и под

влиянием общественности, предприятий и организаций (преимущественно проектных организаций в сфере градостроительства и территориального планирования), занимающихся выполнением соответствующих работ (табл. 1).

Таблица 1

Нормативно-правовые акты России, регламентировавшие в последние годы описание и отображение в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения

№	Наименование нормативно-правового акта	статус (на ноябрь 2020 г.)
1	Приказ Минэкономразвития России от 09.01.2018 N 10 (ред. от 09.08.2018) «Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.01.2018 N 49832)	действующий
2	Приказ Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793»	не действует
3	Приказ Минрегиона России от 30 января 2012 г. N 19 «Об утверждении требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения»	не действует
4	Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 31 января 2007 г. N 4 «Об утверждении Требований к способам отображения на картах (схемах) точечных, линейных и площадных объектов, предусмотренных Положением о составе схем территориального планирования Российской Федерации»	не действует
5	Постановление Правительства РФ от 13.11.2006 N 680 (ред. от 06.02.2012) «О составе схем территориального планирования Российской Федерации»	не действует

Лишь в последней редакции подобных требований (Приказ №10, 2018 г.) появился класс объектов (автомобильные дороги и улицы) в том виде, в котором они необходимы при отображении действующей и проектировании новой транспортно-дорожной инфраструктуры городов и иных населенных пунктов. Например, «магистральная дорога скоростного движения» (в классе объектов «улично-дорожная сеть городских населенных пунктов») или «хозяйственный проезд, скотопрогон» (в классе «улично-дорожная сеть сельского населенного пункта») (табл. 2).

Таблица 2

**Объекты транспортной инфраструктуры в Приказе №10¹, 2018 г.
(за исключением объектов трубопроводного транспорта и
транспорта необщего пользования).**

№	Класс объектов	Количество типов объектов	Пример
1	Железнодорожные пути»	2	Железнодорожный путь общего пользования
2	«Объекты железнодорожного транспорта»	5	Железнодорожная станция
3	«Автомобильные дороги»	4	Автомобильные дороги федерального значения
4	«Улично-дорожная сеть городского населенного пункта»	7	Магистральная дорога скоростного движения
5	«Улично-дорожная сеть сельского населенного пункта»	4	Поселковая дорога
6	«Комплексные объекты транспортной инфраструктуры»	2	Транспортно-логистический центр
7	«Объекты автомобильного пассажирского транспорта»	2	Автовокзал
8	«Объекты хранения и обслуживания общественного пассажирского транспорта»	5	Электродепо метрополитена
9	«Объекты обслуживания и хранения автомобильного транспорта»	4	Станция автозаправочная
10	«Линии общественного пассажирского транспорта»	9	Линия метрополитена
11	«Остановочные пункты общественного пассажирского транспорта»	7	Конечные остановочные пункты и (или) разворотные кольца общественного транспорта
12	«Объекты воздушного транспорта»	6	Посадочная площадка
13	«Объекты водного транспорта»	9	Морской порт и (или) морской терминал
14	«Водные пути»	2	Корабельные фарватеры
15	«Пункт пропуска через Государственную границу» ²	1	Пункт пропуска через Государственную границу
16	«Искусственные дорожные сооружения»	6	Транспортная развязка в разных уровнях

1 Приказ Минэкономразвития России от 09.01.2018 N 10 (ред. от 09.08.2018) «Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.01.2018 N 49832)

2 В соответствии с законодательством РФ пункты пропуска через государственную границу РФ отнесены к компетенции Минтранса РФ.

Тем не менее, автор настоящей статьи неоднократно сталкивался за последние десять лет с необходимостью добавления и создания новых значков (точечных, линейных и площадных), которые приходилось использовать для того или иного проекта (как правило, это схемы территориального планирования муниципальных районов и субъектов РФ, генеральные планы городских округов, сельских и городских поселений). При этом такое добавление новых объектов для картографирования в итоге поддерживалось органами власти, согласующими тот или иной документ (проект) в сфере территориального планирования. Часто необходимость добавления новых объектов диктовались пожеланиями и предложениями сотрудников Министерства транспорта РФ с учетом специфики проекта.

Кроме того, не всегда бывает понятно, можно (нужно ли) выделять отдельные объекты транспортной инфраструктуры, либо считать их частью других объектов (другого класса объектов). В соответствии с частью 13 статьи 3 Федерального закона от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» автозаправочные станции являются объектами дорожного сервиса. Таким образом, указанные станции в картографической части документов территориального планирования должны отображаться соответствующим знаком, установленным Требованиями к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения, утвержденными приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 09.01.2018 № 10.

В соответствии с Положением о Министерстве транспорта Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 395, Минтранс России является федеральным органом исполнительной власти в области транспорта, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере гражданской авиации, морского (включая морские порты), внутреннего водного, железнодорожного, автомобильного транспорта.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.02.2012 № 162-р утвержден перечень видов объектов федерального значения, подлежащих отображению на схемах территориального планирования Российской Федерации в области федерального транспорта.

При этом необходимо отметить что, например, шумозащитные экраны, размещенные в полосе отвода автомобильных дорог общего пользования федерального значения или железнодорожных путей общего пользования, являются составными частями транспортной инфраструктуры, и не подлежат отображению в документах территориального планирования Российской Федерации – такова позиция Минтранса РФ.

В российском законодательстве есть и прямые запреты на отображение объектов транспортной инфраструктуры общего пользования. В соответствии с Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию, Министерства экономического развития Российской Федерации, утвержденным приказом Министерства от 17.03.2008 №01, сведения о дорожных сооружениях (подъемные, разводные, наплавные, цепные или висячие мосты), содержащиеся на топографических картах, топографических планах, фотокартах, фотопланах, ортофотокартах, ортофотопланах масштабов 1:50000 и крупнее, в государственных системах координат, местных системах координат территории Российской Федерации или иных формах представления информации о местности, являются секретными.

Нередко органы исполнительной власти (их отделы или департаменты, отвечающие за согласование документов территориального планирования) оказываются не вполне компетентными в вопросах отображения объектов транспортной инфраструктуры. Так, Министерство энергетики РФ предложило два года назад автору настоящей статьи внести информацию о технологической автомобильной дороге вдоль трубопровода в одном небольшом по площади муниципальном районе Приморского края (при выполнении его схемы территориального планирования) не линейным, а точечным объектом (при длине вышеуказанной дороги свыше пяти километров).

Одной из нерешенных проблем остаётся отсутствие разделения на классы объектов транспортной инфраструктуры для документов территориального планирования разного типа и разного масштаба. То есть, для схемы территориального планирования большого по площади субъекта РФ нужно использовать те же значки, что и для небольшого городского или даже сельского поселения, имеющего площадь в сотни тысяч раз меньше субъекта РФ. Мосты и эстакады на мелкомасштабных картах можно по желанию исполнителя проектной работы в области территориального планирования и градостроительства не отображать, так как они по российскому

законодательству являются элементами автомобильных дорог. Но никакого ограничения по масштабам отображения подобных объектов не существует.

Необходимо отметить, что Приказ №10, 2018 г. (как и его предшественники) основывался на федеральном законодательстве, но никак не учитывал региональное и муниципальное законодательство (перечисленные в нём редко используемые в целом по стране и уникальные объекты транспортной инфраструктуры).

Таким образом, по нашему мнению, к 2020 году реально существует необходимость актуализации законодательства в области отображения транспортной инфраструктуры в объектах территориального планирования в России.

В частности, с этой целью нами предлагается:

1) провести работу по максимально возможному соответствию используемых знаков (точечных, площадных, линейных) между законодательством в области территориального планирования, системой топографических знаков, методическими рекомендациями по разработке КСОТ, КСОДД, ПКРТИ и отраслевыми нормативно-правовыми актами и методическими рекомендациями в области использования знаков применительно к внутреннему водному, морскому, воздушному, железнодорожному и автомобильному транспорту (включая Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»);

2) внести новые знаки в Приказ №10, 2018 г. (тропинки для диких животных, эллинги, портопункты);

3) часть объектов необходимо перенести из одного класса в другой. Например, кемпинг рассматривается сейчас в Приказе №10 в качестве объекта туризма (как специализированное коллективное средство размещения), но не в качестве вспомогательного объекта транспортной инфраструктуры. Хотя именно проектировщики-транспортники (а не специалисты в области рекреации и туризма), как правило, оценивают потребности в данных объектах и предлагают их размещение в том или ином месте;

4) добавить значки для объектов, которые будут в значительной степени влиять на функционирование транспортной системы будущего (беспилотные

летательные аппараты и соответствующая инфраструктура, средства индивидуальной мобильности (СИМы) и др.).

Исследование выполнено в рамках госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0008 (НИОКТР №АААА-А19-119022190170-1).

Литература

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.07.2020) (с изм. и доп., вступил в силу с 28.08.2020).
2. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»).
3. Приказ Минэкономразвития России от 09.01.2018 N 10 (ред. от 09.08.2018) «Об утверждении Требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.01.2018 N 49832).
4. Приказ Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793».
5. Приказ Минрегиона России от 30 января 2012 г. N 19 «Об утверждении требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения»
6. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 31 января 2007 г. N 4 «Об утверждении Требований к способам отображения на картах (схемах) точечных, линейных и площадных объектов, предусмотренных Положением о составе схем территориального планирования Российской Федерации».
7. Постановление Правительства РФ от 13.11.2006 N 680 (ред. от 06.02.2012) «О составе схем территориального планирования Российской Федерации».
8. Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 395.
9. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 17.03.2008 №01.

10. Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

УДК 9.91.912.4

Гебель В.В., Козелкова Е.Н.

Wovka96@rambler.ru

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ПО ПРЕДМЕТАМ ГЕОГРАФИЯ И ИСТОРИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Нижевартовский государственный университет

Актуальностью данной темы являются перемены в образовательной системе, связанные с широким применением компьютерных технологий в учебном процессе, обеспечивающим глубокое усвоение учащимися большего объема материала за меньшие сроки. Сегодня образовательную среду рассматривают как обучение, направленное на саморазвитие личности учащихся. Появляются запросы на новые качества личности, которая способна мыслить нестандартным образом [6]. Одной из задач современной школы является раскрытие потенциала всех участников образовательного процесса и предоставление им возможности в проявлении своих стремлений и достижения целей [7].

Распространение и широкое использование компьютерных технологий в современном обществе значительно расширило возможности компьютерного моделирования карт и атласов, что создало хорошие предпосылки для развития картографических произведений для целей обучения. В процессе развития технических средств и технологий, облик карты сильно изменился, а вместе с ним изменились и учебные карты [2].

Для улучшения восприятия картографического материала и полноценного использования современных функций компьютерной обработки возникает необходимость разработки принципиально нового вида картографического произведения [1].

Учебная многофункциональная карта (УМК) - интерактивная и мультимедийная электронно - цифровая карта по конкретной дисциплине, дающая возможность в автоматическом режиме создавать и редактировать картографические шаблоны, которые сгруппированы по темам дисциплин и видам обучения [4].

Процесс разработки учебной многофункциональной карты начинается с обработки многочисленной информации по программному обеспечению, правилам и особенностями пользования УМК, создании базы для осуществления привязки космоснимков необходимой местности, определения критериев для оценки необходимости создания карты.

Для разработки УМК будут использованы картографические материалы, настольные ГИС (MapInfo), SaSPlanet, различные базы данных. Для использования данных картографических материалов в учебной деятельности необходима бесплатная программа MapInfoProViewer (рис. 1). Данная программа находится в свободном доступе и позволит просматривать рабочие наборы, карты-схемы, любые картографические произведения, выполненные в программе MapInfo.

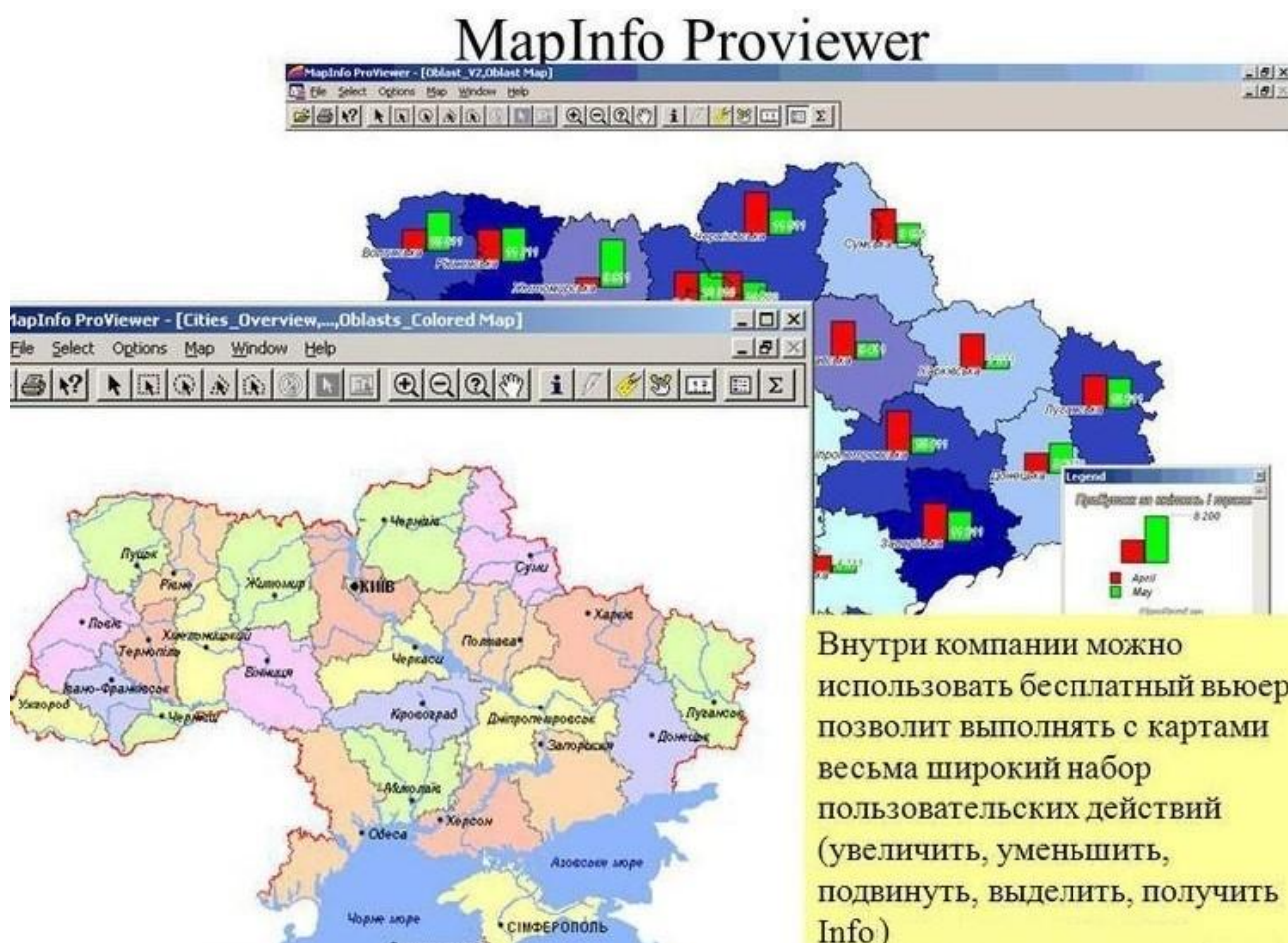


Рис. 1. Программа MapInfoProViewer

На первоначальном этапе было произведено слияние базы данных Нижневартковского района и определенных космоснимков для получения общей картины расположения рек, озер, дорог, населенных пунктов, растительности и т.д. Данный процесс необходим для получения образа карты-схемы о всевозможных объектах находящихся на данной территории. После производится отбор основной географической информации. Отображение многонаселенных пунктов, главных речных систем, инфраструктуры между населенными пунктами, общее положение основных объектов растительности, отображение черт рельефа в районе, на карте. Таким образом, будет разработан первый рабочий набор для интерактивной карты с последующим редактированием в области географии (рис. 2).

Рис. 2. Карта-схема расположения объектов Нижневартовского района

Следующим этапом будет использование топокарт, исторических данных для выявления исторических процессов. Ознакомление с главными историко-культурными объектами в границах района, историческими событиями, влияющими на образование данной территории, расположение народов на данной местности. Присоединение базы данных позволит увидеть основные изменения в процессах исторического развития территории Нижневартовского района. Таким образом, будет разработан второй рабочий набор для интерактивной карты с последующим редактированием в области истории.

Последним этапом будет слияние полученных баз данных в две группы и объединение картографических произведений в один рабочий набор программы MapInfo с использованием функции геоданных. Эта функция позволит использовать интерактивную карту в качестве мультимедийной системы со ссылками на основные объекты, при нажатии на них будет предоставляться информация по объекту, а также фото/видео объекта по данной тематике. При объединении в один рабочий набор будет сохранена возможность переключения между географической и исторической моделью местности (рис. 3).

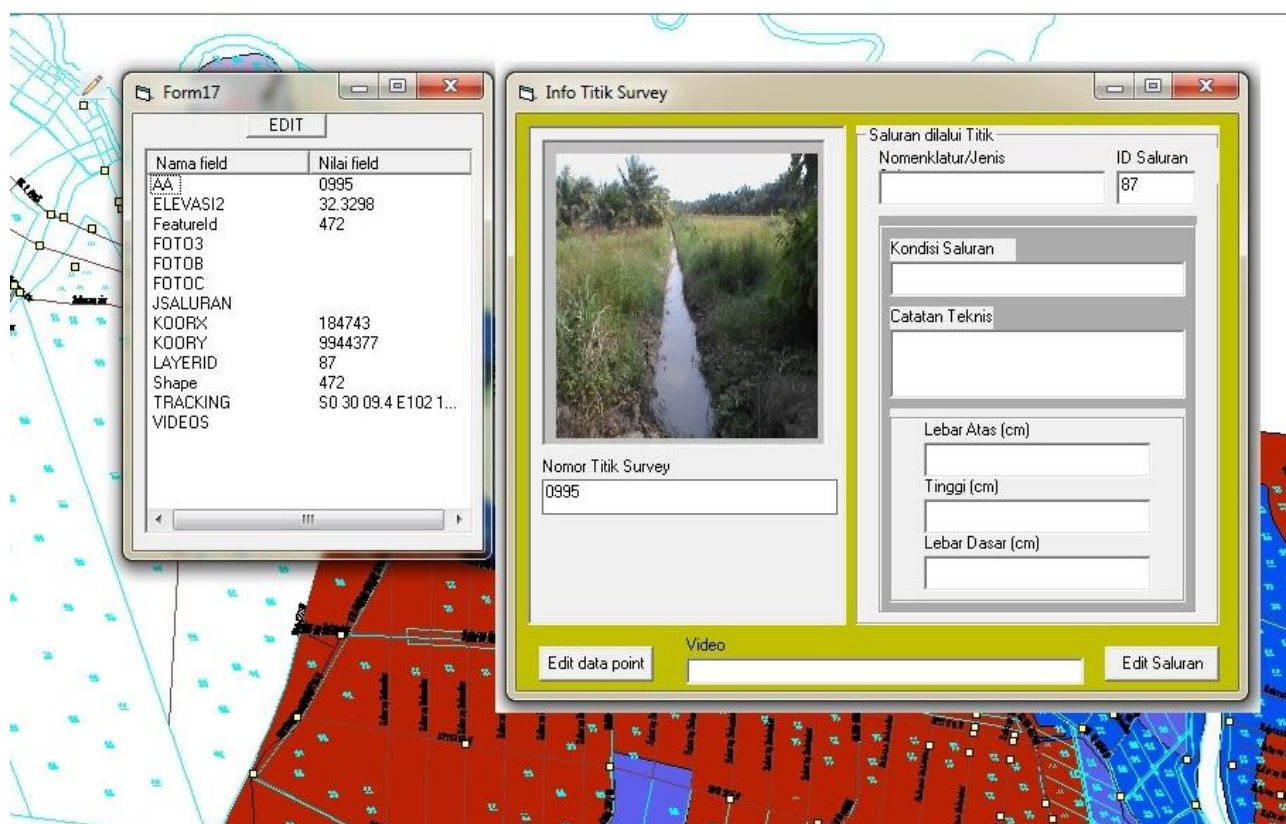


Рис. 3. Образец использования функции геоданных

По итогу, будет произведена работа по внедрению историко-географической информации с бумажных носителей в интерактивную мультимедийную систему, позволяющую облегчить работу с большим потоком информации, а также для более интересного изучения данных дисциплин. При сравнении необходимости разработки данного проекта большее внимание было уделено компьютерным технологиям и возможности реализовать данную идею на любых поддерживающих такой формат системах.

Этот вид учебных пособий предназначен для обеспечения учебного процесса и научной работы в любых учебных заведениях. Карты по содержанию и детальности должны приближаться к уровню научно-справочных карт, не теряя при этом своих демонстрационных свойств [3].

Литература

1. Андреев, Н. В. Совершенствование системы и содержания картографических знаний - в географическом образовании/ Н. В. // Проблемы совершенствования содержания и структуры географического образования в средней школе. - М., 1981. - С. 99-107.
2. Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование: учебник / А. М. Берлянт. - М.: Аспект Пресс, 1993. - 64 с.
3. Востокова, А. В. Оформление карт. Компьютерный дизайн: учебник / А.В. Востокова, С. М. Кошель, Л. А. Ушакова; под ред. А. В. Востоковой. - М.: Аспект Пресс, 2002. - 288 с.
4. Зятькова, Л. К. Мультимедийные технологии и создание современных учебных картографических произведений для высшей школы [Текст] / Л. К. Зятькова, Е. В. Комиссарова, Т.С. Молокина // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2012 - № 2/1. - С. 95-98.
5. Карпик, А. П. Методика создания интерактивно-обучающей системы [Текст] / А. П. Карпик, Е. В. Комиссарова, В. С. Писарев // ГЕО-Сибирь - 2006. II Междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь - 2006». - Новосибирск: СГГА, 2006. - Т. 1, ч. 2-С. 233-238.
6. Козелкова Е.Н., Васикова А.Ф. Проектная технология на уроках географии / традиции и инновации в образовательном пространстве России, ХМАО-Югры, НВГУ / Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ответственный редактор Ю.В. Безбородова. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. ун-та, 2014. С.59-62.
7. Козелкова Е.Н. Кузнецова В.П. Принципы реализации инновационного образовательного процесса / Современные образовательные технологии и методы обучения в контексте реализации требований ФГОС ВПО и Нового Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» Материалы методического семинара-конференции. отв. ред. В.И. Гребенюков, Г.А. Петрова. 2013.С.234-237.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕТИ МАРШРУТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЯКУТСК

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Введение

Якутск — столица республики Саха (Якутия), расположенная в центральной части республики. Численность населения на 2020 год составляет более 320 тысяч человек. Город является крупнейшим, расположенным в зоне распространения многолетней мерзлоты, и характеризуется резко-континентальным климатом с крайне низкими зимними температурами [1]. Ввиду стабильного роста населения и суровых климатических условий общественный транспорт становится все более значимым в жизни населения. В зимние месяцы многие горожане не используют личные автомобили и предпочитают общественный транспорт. Это делает вопрос изучения общественного транспорта Якутска еще более актуальным.

Цель исследования - дать комплексную характеристику пространственных особенностей размещения маршрутной сети общественного транспорта в Якутске. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- Дать общую характеристику маршрутов общественного транспорта в городе
- Проанализировать пространственное распределение маршрутов общественного транспорта
- Выделить районы, наиболее обеспеченные маршрутами наземного городского общественного транспорта
- Выделить районы с наименьшим обеспечением маршрутов.

Всего в городе имеется 18 городских маршрутов – их маршрутная сеть проходит по основным районам города. Для отдаленных районов города имеется ряд пригородных автобусов, которые не рассматривались в данном исследовании. Районы города и типы маршрутов для них представлены в таблице.

Маршруты автобуса по районам Якутска

Район	Группы маршрутов	
	Городские маршруты	Пригородные маршруты
Автодорожный округ	+	+
Гагаринский округ	+	+
Губинский округ	+	+
Октябрьский округ	+	+
Промышленный округ	+	+
Сайсаарский округ	+	+
Строительный округ	+	+
Центральный округ	+	+
Микрорайон Кангалассы	-	+
Село Маган	-	+
Микрорайон Марха	+	+
Село Пригородное	+	+
Село Табага (вкл. С. Старая Табага)	-	+
Тулагино-Кильдямский наслег	-	+
Хатасский наслег	-	+

Материалы и методы

Изучение пространственных особенностей территории зачастую сопряжено с применением ГИС-технологий, использованием специальных геоинформационных программных средств. В качестве основного ПО было выбрано открытое программное обеспечение QGIS 3.14.

Для выполнения поставленных задач необходимо наличие пространственных данных о маршрутах общественного транспорта в Якутске. Если для ряда других городов России (Москва, Санкт-Петербург и прочие) такая информация имеется в наборах данных OpenStreetMap, то для Якутска их нет. Информация о всех маршрутах городского транспорта города представлена на местных сайтах edsbus.ru и якутск.рф [2, 3]. Также там представлено расписание, указаны начальные и конечные пункты.

Для картографирования маршрутов общественного транспорта был взят их перечень из вышеуказанных систем и с помощью 2ГИС и базовых карт OSM они были оцифрованы. Также стоит отметить, что автобусы являются единственным типом общественного транспорта, в городе отсутствуют электрические средства перемещения (троллейбусы, трамваи, электробусы) и маршрутные такси. Оцифрованные маршруты наземного городского транспорта представлены на рис 1.

После картографирования маршрутов был проведен анализ частоты хождения общественного транспорта по указанным маршрутам. Для этого были проанализированы расписания. На основе этих данных для каждого маршрута выделены основные показатели:

- Кол-во рейсов
- Минимальный интервал хождения транспортных средств
- Максимальный интервал
- Средний интервал
- Среднее кол-во рейсов на одно транспортное средство
- Время начала и конца действия маршрута

Для каждого маршрута имеется расписание для будних дней, а также для субботы и воскресенья по отдельности. С помощью этих данных в последствии выведены средние показатели для каждого маршрута, что позволит более детально провести пространственно-временной анализ маршрутной сети.

В программное обеспечение QGIS 3.14 загружаются оцифрованные маршруты, а также shapefile с границами районов города, полученный при помощи OSM. Далее при помощи инструментов «Пересечение», «Объединение по пространственному признаку» и других базовых функций QGIS были получены карты, отображающие специфику пространственного размещения сети маршрутов наземного городского транспорта в Якутске.

Результаты исследования

Как было сказано ранее, маршрутная сеть в Якутске неоднородна. Некоторые центральные улицы обеспечены большим количеством маршрутов, когда как ряд густонаселенных частей города остаются почти без маршрутов автобуса. Для того, чтобы изучить пространственную неоднородность маршрутной сети по районам города была построена соответствующая карта, которая располагается на рис.2.

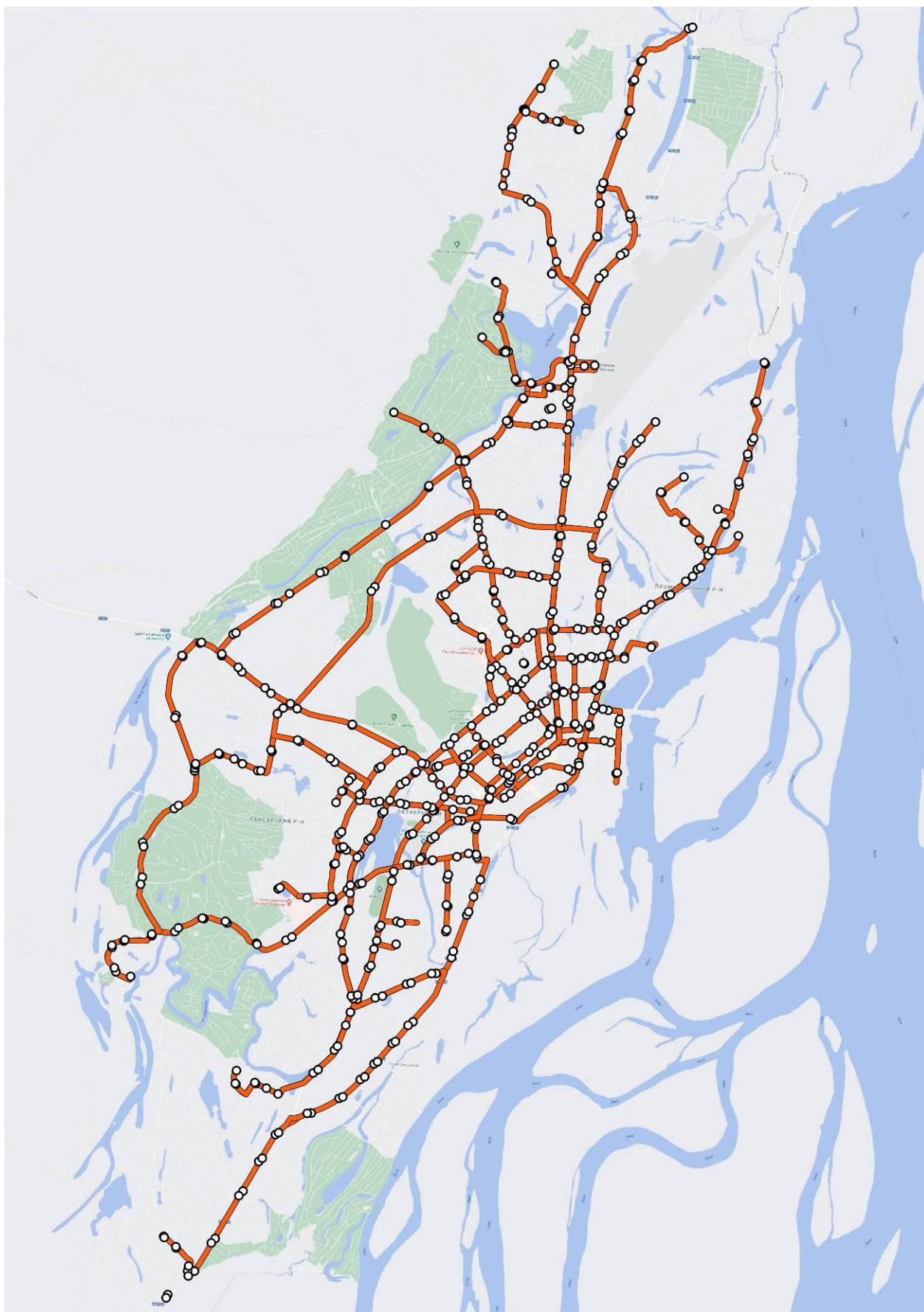


Рис.1. Маршруты наземного городского транспорта в центральных районах Якутска

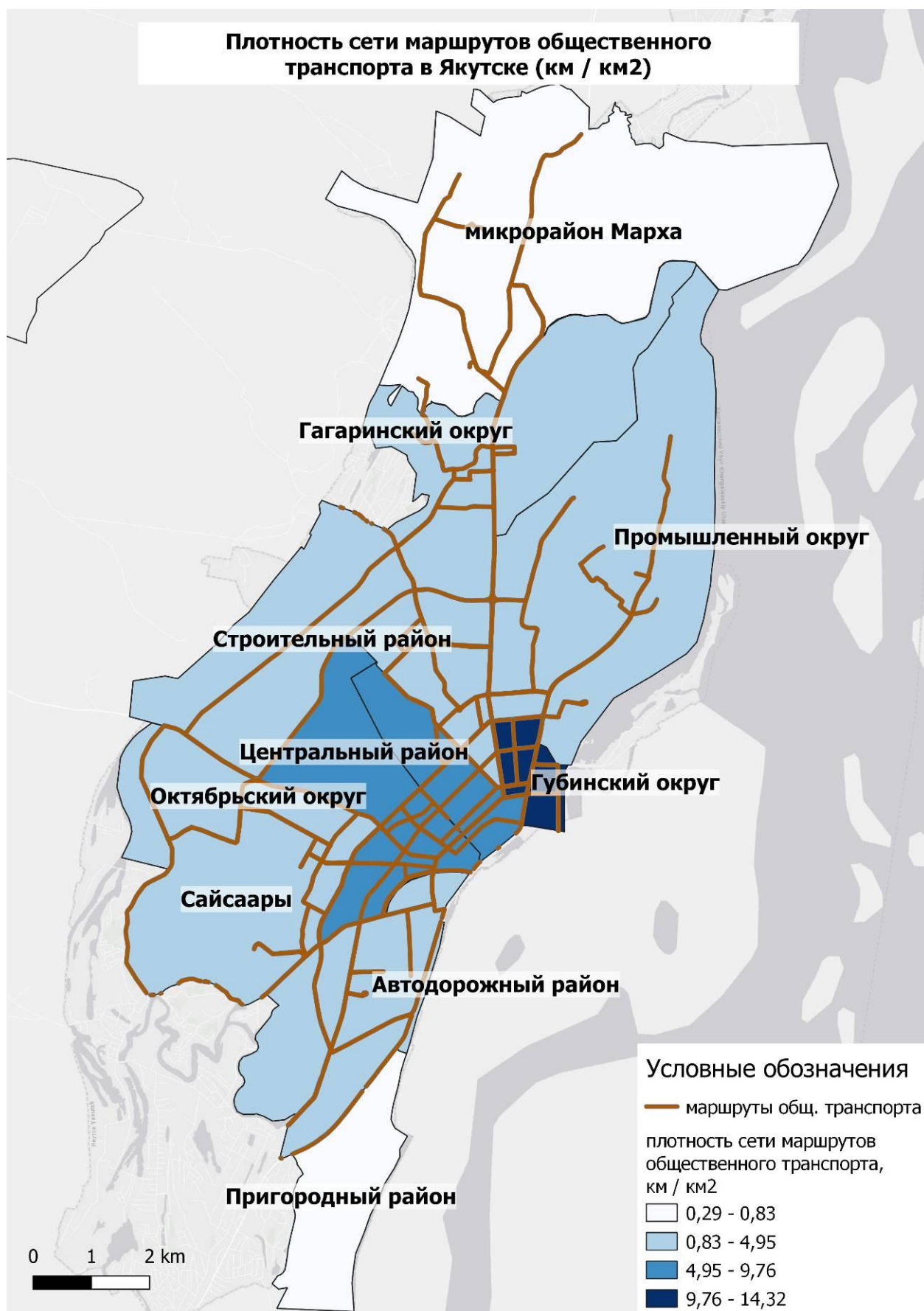


Рис.2. Плотность сети маршрутов общественного транспорта

Для построения карты использовались данные о районах города и о маршрутах наземного городского транспорта. Сначала для была подсчитана общая протяженность маршрутов автобуса для каждого из районов, однако этот показатель никак не учитывает площадь района, и соответственно не может быть репрезентативен. Потому далее общая протяженность маршрутной сети по районам была разделена на площадь каждого образования. В результате получился сводный индекс, который позволяет сравнить районы друг с другом по обеспеченности маршрутной сетью. Таким образом, среди всех центральных районов города выделяется Губинский округ, где на 1 км² приходится 14 км маршрутной сети. Это обусловлено удобным расположением округа – там располагается множество важных точек притяжения в городе, включая торговые центры, речной порт, рынок, большие жилые массивы, школы, поликлиники и прочее. Также высокие значения полученного показателя отмечаются для Октябрьского и Центрального округов. Причина та же – большое количество мест притяжения людей, центр города, бизнес-центры, школы, автовокзал, торговые центры и многое другое. Наименьшая плотность маршрутной сети отмечается для Пригородного района, а также для микрорайона Марха. Это обусловлено рядом факторов, в том числе разреженной застройкой (преимущественно частного типа), также удаленностью от центра города. В данных районах города отмечается присутствие пригородных автобусов, а значит, если рассмотреть маршрутную сеть с учетом пригородного сообщения, ситуация может измениться, и в данных районах плотность маршрутной сети на самом деле больше. Средние показатели плотности маршрутной сети отмечаются для районов, примыкающих к центру города – Сайсаары, Автодорожный округ, Октябрьский округ, Строительный округ, Гагаринский округ, Промышленный округ. Плотность застройки в данных районах существенно ниже, имеются незанятые площади, однако и места притяжения также есть (рынки, бизнес-центры, аэропорт, большие магазины и прочие). Если рассматривать протяженность маршрутной сети по районам без учета площади, то максимальная будет отмечаться для Октябрьского округа (68 км), а минимальная для Пригородного района (всего 1,5 км).

Также необходимо проанализировать маршрутную сеть без привязки к районам города. Для этого в ПО QGIS 3.14 с помощью инструмента построения регулярной сети была создана сетка с ячейкой 1 км x 1 км, для каждой ячейки которой рассчитывалась длина маршрутной сети. Результаты расчетов

показаны на карте на рис.3. Можно заметить, что абсолютным лидером среди улиц являются центральные проспекты – проспект Ленина, ул. Дзержинского, ул. Лермонтова. По ним проходит наибольшее количество маршрутов наземного городского транспорта, на некоторых участках этих улиц на 1 км² может приходиться более 5 км маршрутной сети. При этом ряд периферийных улиц характеризуется 1-2 маршрутами, не более.

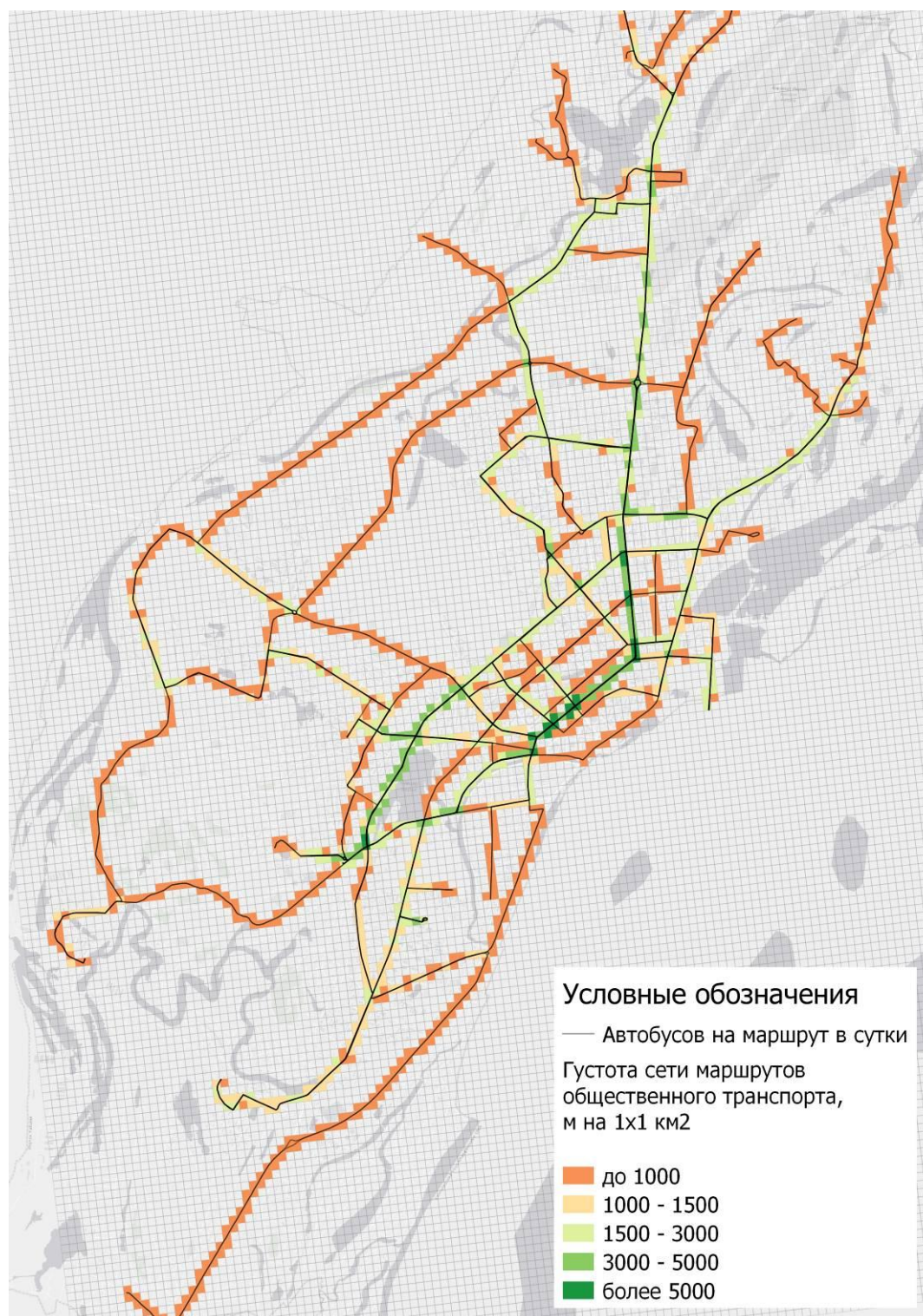


Рис.3. Густота сети маршрутов общественного транспорта Якутска

Заключение

Таким образом, развитие сети маршрутов городского транспорта должно иметь место в районах города, примыкающим к центру. В частности, речь идет о Строительном районе, Гагаринском округе, Промышленном округе, Автодорожном округе. В этих округах отмечается постепенное увеличение количества жилых многоквартирных домов, когда как в районе Сайсаары наблюдается преобладание частной застройки – в таком районе развитие общественного транспорта обычно происходит медленнее ввиду меньшей плотности населения и худшего состояния дорог.

Возможна дальнейшая «разгрузка» центра города, в частности проспекта Ленина, где проходит значительная часть маршрутов городского транспорта. Такое обилие маршрутов в одном месте создает затруднения на дорогах, делая проспект одним из самых загруженных участков в городе. Пространственный анализ показал, что параллельные улицы неподалеку от самых загруженных общественным транспортом участков могут рассматриваться как перспективные улицы для развития маршрутной сети. В таком случае маршрутная сеть будет более дифференцирована и затронет большие площади. Перенос маршрутов с загруженных дорог на параллельные улицы возможен для многих улиц Губинского, Центрального и Октябрьского округов.

В целом доказано, что с помощью геоинформационных технологий и открытых данных возможно провести комплексный пространственный анализ маршрутной сети общественного транспорта для любого населенного пункта. Подобный анализ позволяет составить перечень рекомендаций для модернизации маршрутной сети и выявить участки с ярко выраженными проблемами.

Литература

1. Климатический монитор - мониторинг погоды в России и СНГ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения: 20.11.2020).
2. Маршрут №1 | Официальный сайт Центральной Диспетчерской Службы [Электронный ресурс]. URL: <http://edsbus.ru/schemes/marshrut-1-scheme.html> (дата обращения: 20.11.2020).
3. Расписание городского транспорта [Электронный ресурс]. URL: https://якутск.рф/city/traffic_schedules/ (дата обращения: 20.11.2020).

ШКОЛЬНЫЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АТЛАС РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ КАК ОПЫТ РЕГИОНАЛЬНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Поволжский государственный технологический университет

На фоне роста изданий национальных и региональных географических атласов общегеографического, тематического и комплексного характера Республика Марий Эл до недавнего времени занимала особое положение, т.к. для региона отсутствовали атласы научно-справочного и учебно-краеведческого типа. Востребованность подобных изданий также была связана с внедрением с 2016 г. регионального курса географии в базовых школах республиканской инновационной площадки.

В 2017-2018 гг. в рамках проекта, поддержанного Русским географическим обществом, авторским коллективом Поволжского государственного технологического университета разработана Интернет-версия «Эколого-географического атласа Республики Марий Эл» [1]. В 2019-2020 на его геоинформационной базе был реализован второй этап – разработка и издание «Школьного географического атласа Республики Марий Эл (с комплектом контурных карт)».

Процесс атласного геоинформационного картографирования в общем включает этапы: разработки концепции атласной геоинформационной системы, программы создаваемого атласа; сбора и обработки существующих геоданных; составления и редактирования карт; формирования серий карт и подготовки к публикации [4]. На основе анализа проектов-аналогов региональных школьных атласов, содержания учебно-методического комплекса «География Марий Эл» и опроса экспертов - ведущих учителей географии республики была разработана концепция атласа и программы тематических карт.

Аналитические и синтетические карты Атласа сформированы на основе пространственной базы физико-географических, экологических и социально-экономических данных в программе MapInfo. Источниками для создания школьного атласа послужили фондовые, литературные, картографические и

статистические материалы научных учреждений, вузов, органов исполнительной власти региона, Картографического фонда Русского географического общества, а также результаты собственных исследований коллектива разработчиков.

Для составления картографических материалов атласа была подготовлена картографическая основа, рабочим масштабом которой выбран масштаб 1:1 250 000. В данном масштабе был подготовлен шаблон со следующими векторными слоями: границы Республики Марий Эл, границы смежных субъектов Российской Федерации, границы муниципальных районов и городских округов, границы поселений, населенные пункты (города и поселки городского типа) Республики Марий Эл и смежных субъектов Российской Федерации, железные дороги, автомобильные дороги (федеральные и региональные), реки и водохранилища, леса, изогипсы. Из карт масштаба 1:1 250 000 путем генерализации получен ряд карт масштаба 1:2 500 000.

Все карты выполнены в системе координат СК-42, проекция Гаусса-Крюгера и имеют одинаковое оформление и компоновку: рамку, картографическую сетку, название в левом верхнем углу карты, масштабную линейку, условные обозначения. Из ГИС карты экспортировались в графический редактор Corel Draw, где осуществлялась итоговое редактирование и верстка макета.

Школьный атлас [5] состоит из 5 разделов, включающих 35 тематических карт, а также 5 географических карт XVII-XX веков, иллюстрирующих территорию в современных границах Республики Марий Эл. Деление атласа на разделы проведено по содержательному принципу [2]. Методическим дополнением к атласу стало учебно-методическое пособие для учителя [3], в котором приводятся комментарии к разделам школьного атласа, ссылки на источники исходных данных, справочные материалы и рекомендации к проведению тематических занятий по региональному курсу географии с использованием атласа.

В разделе «Географическое положение и административное устройство» дана краткая характеристика физико-географического положения Республики Марий Эл и тематические карты: Географическое положение Республики Марий Эл, Административное деление: районы и городские округа и Физическая карта (рис. 1).

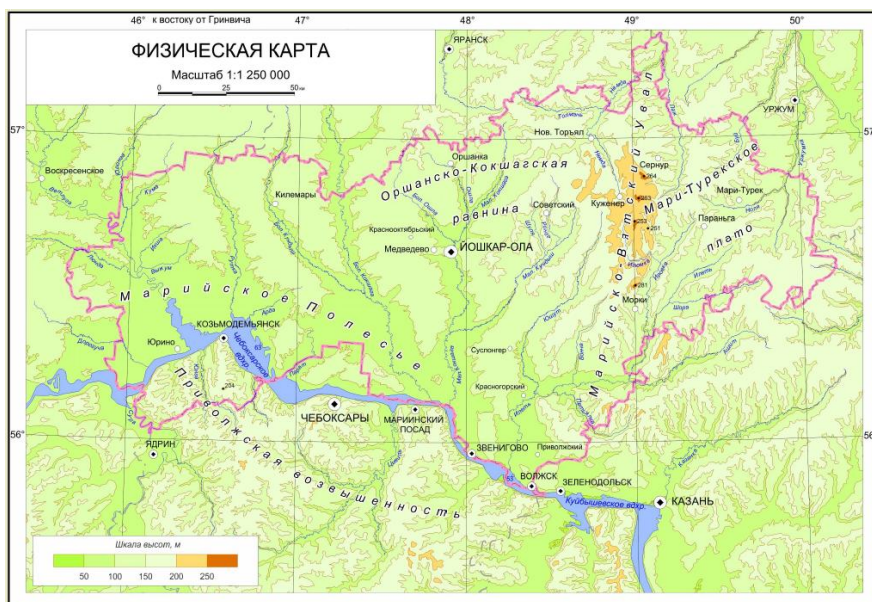


Рис. 1. Физическая карта

В разделе «Природные условия и ресурсы» представлены тематические карты и иллюстративные материалы, характеризующие геологическое строение территории (дочетвертичные и четвертичные отложения, схематические стратиграфическая колонка и геологический разрез), пространственное изменение климатических параметров (среднегодовая температура, температура января и июля, осадки за год, холодный и тёплый период, сумма активных температур, климатограммы для периода 1981-2010 гг. – рис. 2), локализацию полезных ископаемых, ресурсы подземных и поверхностных вод, почвенный и растительный покров; расположение особо охраняемых природных территорий и объектов негативного воздействия на окружающую среду.

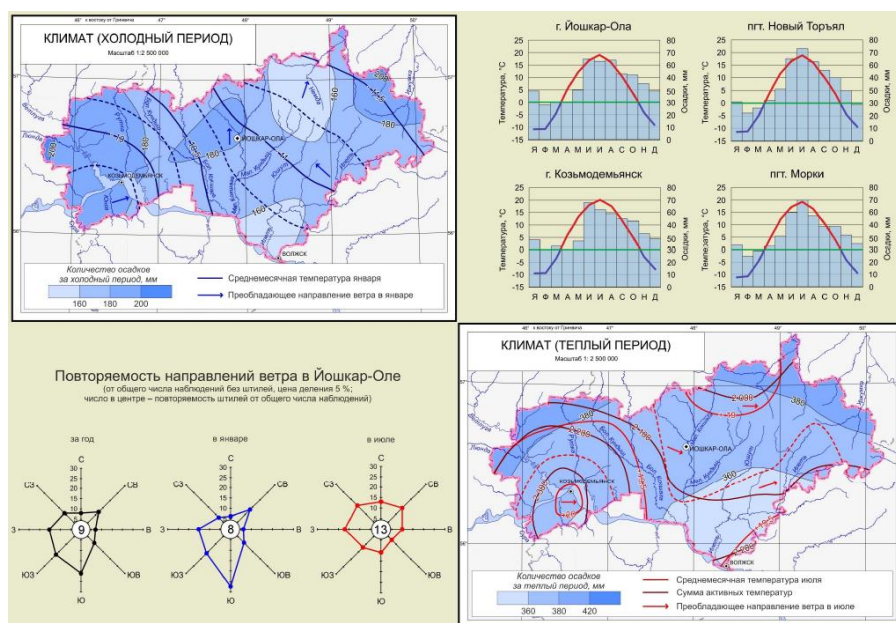


Рис. 2. Климатические характеристики

В раздел «История освоения и народонаселение» включены географические карты XVII-XX веков из Картографического фонда РГО, иллюстрирующие представления картографов о территории в современных границах Республики Марий Эл и ее развитии и приведены тематические карты: Финно-угорские народы, Памятники истории и культуры, Плотность населения и людность населенных пунктов, Национальный состав, Возрастной состав населения, Рождаемость, Смертность (рис. 3).

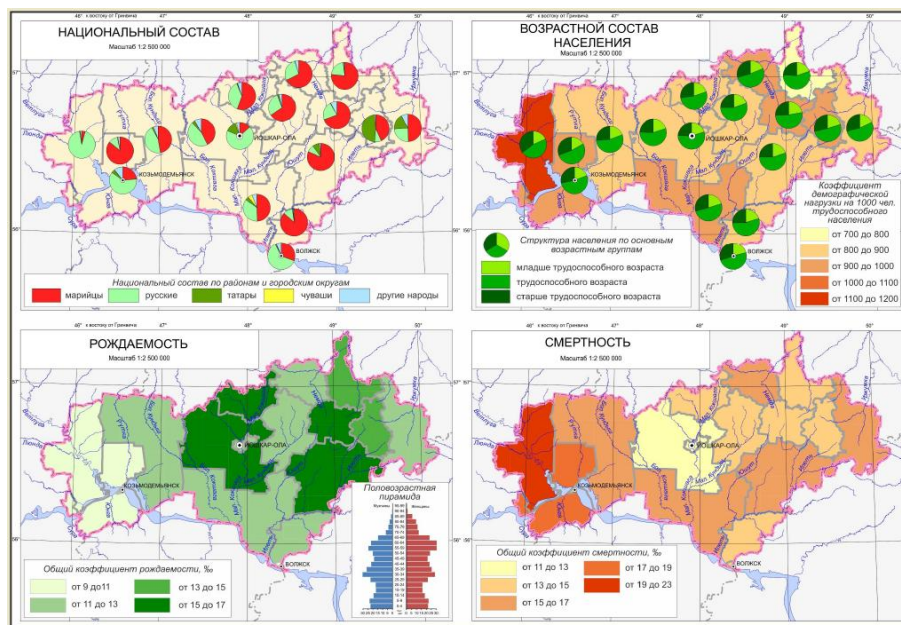


Рис. 3. Тематические карты демографических характеристик

В разделе «Социальная инфраструктура» на 5 тематических карта приведены данные о размещении учреждений культуры, здравоохранения и образования, религиозных объектов и объектов туристской инфраструктуры (рис. 4).

В разделе «Экономика» дана характеристика размещения отраслей хозяйства на основе оценки значимости населённых пунктов в той или иной отрасли. В зависимости от суммарного объёма годовой выручки предприятий населенные пункты классифицированы на: крупнейшие (с объёмом более 10 млрд руб.), крупные (1-10 млрд руб.), средние (0,1-1 млрд руб.), малые (10-100 млн руб.) и прочие значимые (1-10 млн руб.). В разделе представлены тематические карты: Промышленность (рис. 5), Транспорт; карты и диаграммы, характеризующие агропромышленный (Структура сельскохозяйственных угодий, Структура поголовья сельскохозяйственных животных, Сельхозпроизводители, Пищевая промышленность) и лесопромышленный

(Использование лесных ресурсов, Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность) комплексы. В отраслевых картах приведены усредненные показатели за 2014-2018 гг.



Рис. 4. Туристская инфраструктура

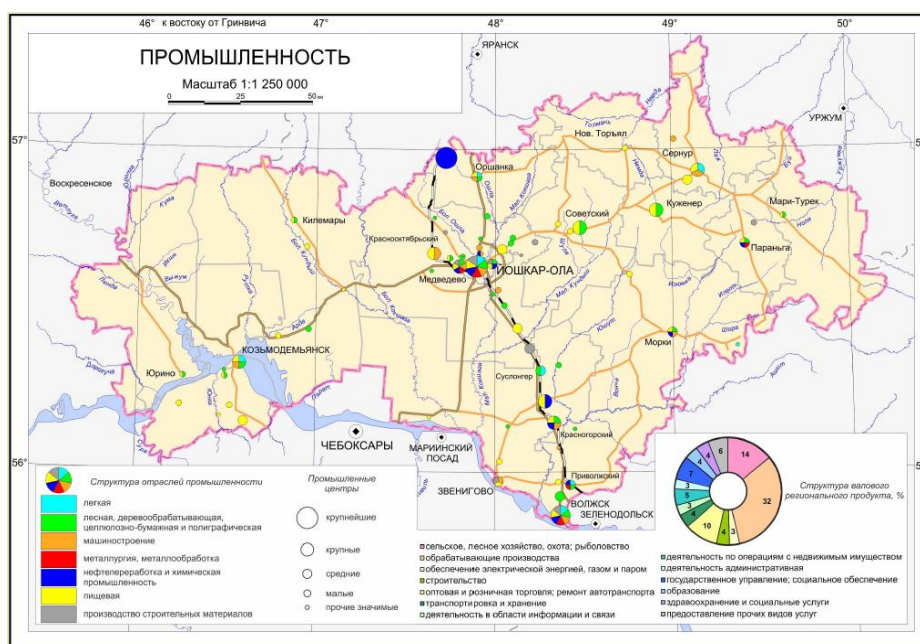


Рис. 5. Карта промышленности

Для возможности выполнения практических работ в школьный атлас включен комплект контурных карт: обзорная Республики Марий Эл масштаба 1:1 250 000 и увеличенные фрагменты масштаба 1:750 000, охватывающие целные территории всех муниципальных образований с их окружением.

Таким образом, впервые для региона с использованием геоинформационного картографирования разработан и издан учебный географический атлас как наглядный учебно-справочный компонент учебно-методического комплекса регионального курса географии. Перспективой развития проекта следует определить создание интернет-версии атласа с элементами интерактива (с возможностью операций над слоями и генерации карт).

Исследование выполнено при поддержке ВОО «Русское географическое общество», договоры о предоставлении грантов № 12/2017-Р, № 25/2019-Р.

Литература

1. Гончаров Е.А. Разработка регионального атласа экологических и географических данных на примере Республики Марий Эл / Е.А. Гончаров, М.А. Ануфриев // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 1. С. 533–546. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-533-546
2. Сваткова Т.Г. Атласная картография / Т.Г. Сваткова. – Москва: Аспект Пресс, 2002. 203 с.
3. Столяров А.А. Использование Школьного географического атласа Республики Марий Эл в рамках изучения регионального курса: учебно-методическое пособие / А. А. Столяров, Е. А. Гончаров; Поволжский государственный технологический университет; Русское географическое общество. – Йошкар-Ола, 2020. – 52 с.
4. Тикунов В.С. Атласное геоинформационное картографирование: новые подходы на примере Атласа Большого Алтая / В.С. Тикунов, И.Н. Ротанова, Г.А. Ефремов, Б. Чунтай // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, 2016. № 7. С. 55–62.
5. Школьный географический атлас Республики Марий Эл (с комплектом контурных карт) / под науч. ред. Е. А. Гончарова; Поволжский государственный технологический университет; Русское географическое общество. – Йошкар-Ола, 2020. – 40 с.

*Грищенко М.Ю.^{1,2}, Хлюстова В.В.¹, Калимова И.В.¹,
Изюмникова Е.А.¹, Ашкатов Э.Б.¹
m.gri@geogr.msu.ru*

ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВ ЧАСТИ АЛЁХИНСКОГО КЛАСТЕРА ЗАПОВЕДНИКА "КУРИЛЬСКИЙ" (ОСТРОВ КУНАШИР, КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

²Государственный природный заповедник "Курильский"

Краткая географическая характеристика

Кунашир - самый южный остров Большой Курильской гряды, является четвёртым по площади среди всех Курильских островов. Остров омывается с запада Охотским морем, с востока - Тихим океаном. Кунашир отделяется от японского острова Хоккайдо проливами Кунаширским и Измены, от острова Итуруп - проливом Екатерины, а от островов Малой Курильской гряды - Южно-Курильским проливом.

С 1984 года на территории острова Кунашир действует Государственный природный заповедник "Курильский". Исследуемый участок находится в северном секторе Алёхинского кластера заповедника. Площадь участка 62 км². Геоморфологически он представляет собой ядро массива вулкана Головнина и его северный макросклон, являющийся сильно преобразованным эрозией древним лавовым плато. Оно постепенно выполаживается и переходит в равнинный низменный Серноводский перешеек, который отделяет массив вулкана Головнина от массива вулкана Менделеева.

Вулкан Головнина - один из двух вулканов кальдерного типа на Курильских островах. Как и другие три вулкана острова Кунашир, он является действующим. Кальдера вулкана Головнина имеет диаметр 4,5 км и глубину около 250 м. В ней находятся два озера: озеро Горячее размером 2,5×1 км занимает её северную половину; озеро Кипящее размером 200×300 м занимает кратерное понижение в центре кальдеры. С вулканом Головнина связано несколько экструзивных куполов и сольфатарных полей. К двум крупным экструзивным куполам в центре кальдеры - Центральному Восточному и Центральному Западному - приурочены крупнейшие одноимённые

сольфатарные поля вулкана. Ещё один крупный экструзивный купол - Внешний - находится к северу от кальдеры, его склоны спускаются к Охотскому морю. К его подножью приурочена группа Южно-Алёхинских термальных источников; на его склоне расположено крупное Внешнее сольфатарное поле.

Северный макросклон вулкана Головнина в настоящее время - серия округловершинных сопок и гребней, разделённых речными долинами, заложенными по тектоническим линеаментам. Высоты сопок в основном не превышают 250 м. Характерной геоморфологической чертой участка является крутой коренной склон, обращённый к Охотскому морю, глубоко прорезаемый долинами водотоков с образованием порогов и небольших водопадов. Поверхность охотоморского сектора Серноводского перешейка осложнена дюнным полем эолового происхождения. Для побережья Охотского моря характерна серия разноуровневых морских террас, выраженных на разных участках побережья в большей или меньшей степени.

Осадков на исследуемой территории выпадает довольно много (1200 мм в год), однако застоя влаги не происходит благодаря как хорошим инфильтрационным свойствам местных грунтов, так и довольно густой сети водотоков. Для района характерен океанический климат с прохладной зимой и тёплым, но не жарким, летом. Весь год наблюдается повышенная относительная атмосферная влажность, часты туманы.

Равно как для всего Кунашира в целом, для исследуемого участка характерна высокая залесённость. Здесь широко распространены хвойно-широколиственные леса, в древостое которых доминируют *Abies sachalinensis*, *Betula ermanii*, *Picea jezoensis*, *Quercus crispula*. Широко распространёнными лесообразующими, но не так часто доминирующими видами также являются *Picea glehnii*, *Kalopanax septemlobus*, *Acer mayrii*, *Padus ssiori*, *Sorbus commixta*, *Phellodendron sachalinense*. В подлеске абсолютным доминантом является *Hydrangea paniculata*, встречаются также *Sambucus sieboldiana*, *Acer ukurunduense*, *Euonimus macroptera*. В травяно-кустарничковом ярусе чаще всего доминирует *Sasa kurilensis*; в густых лесах с преобладанием хвойных пород его проективное покрытие снижается, и он уступает место другим видам. Леса богаты лианами, например, *Actinidia kolomikta*, *Hydrangea petiolaris*, *Toxicodendron orientale*, *Schisandra chinensis*. Незалесённые участки представляют собой заросли стланика, бамбучники, высокотравье, луга морских террас. Заросли кедрового стланика *Pinus pumila* особенно широко распространены в кальдере вулкана Головнина, но встречаются на вершинах

сопок и на крутых участках склонов за её пределами. Заросли курильского бамбука *Sasa kurilensis* занимают вершины сопок, значительную часть днища кальдеры вулкана Головнина, а также встречаются на практически всех незалесённых участках острова. Заросли высокотравья с преобладанием *Reynoutria sachalinensis*, *Petasites amplus*, *Cacalia robusta*, *Filipendula camtschatica*, *Senecio cannabifolius*. К морским террасам приурочены своеобразные луговые сообщества. В них доминируют *Leymus mollis*, *Glehnia litoralis*, *Rosa rugosa* и разнотравье.

Почвы являются одним из наименее изученных компонентов геосистем острова. Несмотря на высокую дифференциацию выраженности различных факторов почвообразования, имеющиеся почвенные карты не иллюстрируют значительного разнообразия почвенного покрова [1]. Обобщающие работы также немногочисленны [3, 4]. Кроме того, крупномасштабных почвенных карт на исследуемую территорию нет. Данная работа призвана отчасти заполнить этот пробел.

Материалы и методы

Карта составлена на основе полевых обследований, проведённых в 2014-2019 гг. Многие почвенные разрезы образовывали катены, будучи расположенными с учетом ландшафтно-геохимических условий. Таким образом используется ландшафтно-геохимический и почвенно-географический подход, подразумевающий генетическое сопряжение автономных позиций вершин с подчиненными ландшафтами речных пойм и днищ балок. Данной территории была присвоена четвертая категория местности [2]: лесные территории с незначительной площадью заболачивания и расчлененным рельефом, что требует заложения по одному почвенному разрезу на 15 га исследуемого участка. Разрезы закладывались на наиболее типичных элементах рельефа, где можно ожидать наиболее характерные почвы для данной местности. Описания почв даны в соответствии с существующими методическими указаниями [5].

Результаты

В легенде составленной карты масштаба 1:25 000 отображены типы и подтипы почв. Названия почв даны по «Классификации и диагностике почв России» [6].

На изученной территории встречаются следующие типы почв.

Буроземы и буроземы темные

Данные почвы являются зональными для изучаемой территории и широко распространены на участке исследований под разнообразной растительностью - как под лесами, так и в условиях редколесья и травяной растительности. Встречаются преимущественно на плакорах. Характерными признаками этих почв являются преобладание бурых тонов в окраске всего профиля, что связано с присутствием соединений железа в окисленной форме, а также наличие структурно-метаморфического горизонта с ореховатой, ореховато-комковатой или мелко-глыбистой структурой.

Серогумусовые и темногумусовые почвы

Такие почвы приурочены к кальдере вулкана Головнина, в других районах исследуемого участка приурочены к ложбинам. Развита в основном под редколесьями, каменноберезовыми лесами, бамбучниками. Для них характерен простой профиль, в котором серогумусовый горизонт постепенно переходит в породу.

Литоземы серогумусовые и литоземы темногумусовые

Данные почвы диагностируются по серогумусовому горизонту, залегающему на мелкоземистой или щебнисто-мелкоземистой толще, подстилаемой плотной породой. Встречаются по вершинам сопок, коренным склонам под различной растительностью.

Псаммоземы гумусовые, петроземы гумусовые

Эти почвы характеризуются простым профилем, состоящим из гумусово-слаборазвитого горизонта, залегающего на почвообразующей породе. Псаммоземы гумусовые развиваются на песчаных отложениях. Данные почвы распространены на морских террасах под бедной растительностью, под влиянием которой происходит образование слабо выраженной структуры и накопление органического вещества.

Стратоземы светлогумусовые, стратоземы серогумусовые, стратоземы темногумусовые

Почвы, характеризующиеся стратифицированной гумусированной толщей мощностью более 40 см, представляющей собой неоднородный, нередко - слоистый материал. Эта толща рассматривается как стратифицированный горизонт, который перекрывает профиль ранее образовавшейся почвы либо минеральный субстрат. Распространены на склонах.

Аллювиальные серогумусовые, аллювиальные серогумусовые глеевые, аллювиальные перегнойно-глеевые, аллювиальные торфяно-глеевые

Аллювиальные почвы формируются под действием поемного процесса и аллювиального процессов. Поемный процесс заключается в периодическом затоплении почв пойменной террасы паводковыми водами. Аллювиальный процесс представляет собой регулярное отложение на поверхности поймы аллювия различного генезиса. Почвы данных типов встречаются на изученном участке по поймам рек и крупных ключей, а также озер Горячее и Данилово (Медвежье).

Аллювиальные слоистые

Являются типом почв в отделе слаборазвитых почв синлитогенного отдела. Аллювиальные слоистые почвы диагностируются по наличию гумусово-слаборазвитого горизонта, залегающего на толще аллювиальных отложений. Они встречаются преимущественно на террасах озера Горячее и в пойме реки Алехина.

Вулканические почвы

К вулканическим почвам на исследуемой территории, в первую очередь, относятся охристые типичные. Почвы этого типа формируются в условиях современной вулканической деятельности. В связи с пепловыми выбросами профиль этих почв довольно мощный, для него характерно залегание под современной почвенной толщей серии погребенных горизонтов, а также наличие пепловых прослоек. Важным диагностическим признаком является дающий название этим почвам охристый горизонт. Для него характерна насыщенная окраска рыжевато-охристого цвета, обусловленная высоким содержанием несиликатных форм железа, а также специфическая икряная структура. В пределах исследуемой территории эти почвы распространены на участках в днище кальдеры вулкана Головнина.

Торфяные олиготрофные и торфяные эутрофные

Данные почвы характеризуются наличием торфяной толщи. Олиготрофно-торфяной горизонт в верхней части профиля состоит в основном из остатков сфагновых мхов разной степени разложенности. Торфяные почвы формируются в условиях застойного увлажнения, и в пределах исследуемой территории встречаются по берегам озера Кипящее и в долинах рек и ручьев.

Итог

В результате работы собран большой объем полевого материала о почвах южной части острова Кунашир на территории площадью 62 км², который обобщен на крупномасштабной почвенной карте, отображающей основные закономерности пространственной дифференциации почвенного покрова.

Литература

1. Атлас Курильских островов / Российская академия наук. Институт географии РАН. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. Редкол.: Котляков В.М. (председатель), Бакланов П.Я., Комедчинов Н.Н. (гл.ред.) и др.; Отв. Ред. – картограф Федорова Е.Я. – М.; Владивосток: ИПЦ «ДИК». – 2009. – 516 с.
2. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ. – 1987. – 272 с.
3. Ивлев А.М., Таргульян В.О., Куликов А.В. Почвы острова Кунашир // Почвенный покров Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР. – 1982. – 30–49 с.
4. Лашков А.Н. К морфологии почв южных Курильских островов // Изв. ВГО. – 1948. – Т. 80 – 61 – 68 с.
5. Розанов Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы. – М.: Академический Проект. – 2004. – 432 с.
6. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева, И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Изд-во Ойкумена. – 2004. – 342 с.ф

УДК 528.94

Грищенко М.Ю.¹, Шартова Н.В.¹, Ревич Б.А.²

m.gri@geogr.msu.ru

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДОСТУПНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ. ОПЫТ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

² Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН

Введение. В последние годы тематика исследования транспортной доступности медицинских учреждений для жителей различных регионов становится все более популярной. Будучи основой здоровья и безопасности жизни людей, больницы являются наиболее важными объектами

общественного обслуживания, их рациональное распределение в пространстве гарантирует людям равные возможности для получения необходимого медицинского лечения.

Особую актуальность вопрос обеспеченности медицинской помощью приобретает для населения арктических регионов. Первичный анализ медицинских статистических показателей может свидетельствовать о сложившейся благополучной ситуации. Так, в 2014 г. среди регионов Северо-Западного Федерального округа по показателю обеспеченности врачами Архангельская область находилась на втором месте после Санкт-Петербурга (56,1 и 81,5 соответственно на 10 тыс. населения) [2]. По данным доклада о состоянии здравоохранения в Архангельской области в 2017 г. на территории региона функционировали 65 государственных медицинских организаций, из них: 34 больничных организации, 6 диспансеров, 10 самостоятельных поликлиник, включая стоматологические. Медицинскую помощь сельским жителям оказывало 442 фельдшерско-акушерских пункта [1].

Мероприятия по повышению эффективности организации первичной медико-санитарной помощи реализуются в соответствии с планом мероприятий «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности здравоохранения в Архангельской области», утвержденным распоряжением Правительства Архангельской области от 13 марта 2013 года № 59-рп. Кроме совершенствования медицинской помощи, кадровой политики и снижения неэффективных расходов, проводимые преобразования направлены на приведение структуры сети медицинских организаций в соответствие потребностям населения в медицинской помощи с учетом географических особенностей, а также имеющейся транспортной доступности [1].

В связи с этим, целью нашего исследования стала оценка территориальной доступности полноценной медицинской помощи, оказываемой на базе больничных и поликлинических учреждений для жителей Архангельской области и Ненецкого автономного округа.

Материалы и методы. В качестве исходной информации в исследовании использованы данные, размещенные в открытых источниках, а именно:

а) список учреждений здравоохранения Архангельской области и Ненецкого автономного округа (источники - Министерство здравоохранения Архангельской области (<https://www.minzdrav29.ru/mo/>) и Департамент здравоохранения, труда и социальной защиты населения Ненецкого автономного округа (<http://medsoc.adm-nao.ru/zdravooohranenie/>));

б) векторные пространственные данные о дорожной сети рассматриваемых регионов, источник – портал OpenStreetMap;

в) векторные пространственные данные о размещении населённых пунктов рассматриваемых регионов и их людности (по данным на 1 января 2015 г.), источник- портал OpenStreetMap.

Достаточно часто стандарты доступа к сельским службам здравоохранения даже в таких развитых в медико-социальном плане странах как Канада определяются на основе использования простого расстояния по прямой линии от медицинского учреждения до населенного пункта [6]. Однако в условиях горной или малонаселенной местности такие подходы недостаточно эффективны. Результаты, полученные для территории Финляндии, также говорят о том, что традиционное выделение больничных районов на основе административных границ не всегда оптимально с точки зрения доступности [8]. В связи с этим, в последние годы среди специалистов организации здравоохранения и территориального планирования всё больше востребованы результаты, базирующиеся на анализе времени в пути между местом проживания потенциального пациента и лечебным учреждением [3, 5, 12].

Наш подход к исследованию основан на определении расстояния до ближайшего учреждения здравоохранения с использованием двух типов методов: традиционном методе расчета расстояния по прямой (эвклидовы расстояния), широко используемом в прошлых исследованиях, и более актуальном методе сетевого анализа графа дорожной сети.

Для рассматриваемой территории принято решение выделить следующие зоны удаленности от учреждений здравоохранения: 0-15 км, 15-25 км, 25-50 км, 50-75 км, 75-100 км, 100-200 км, 200-500 км, что согласуется с общепринятой практикой подобных исследований [4, 10, 11].

При использовании подхода, учитывающего конфигурацию и свойства дорожной сети, выбраны два сценария движения автомобиля. Движение со скоростью 60 км/ч при благоприятных погодных условиях и 40 км/ч при сложных метеоусловиях – ливни, снегопады, туманы и т.п. Таким образом километровые зоны удаленности были трансформированы в следующие временные зоны: до 20 мин; 20-30 мин; 30-60 мин; 1 час-1 час 30 мин; 1 час 30 мин-2 часа; более 2-х часов.

Несмотря на отсутствие топологических и видимых смысловых ошибок дорожного графа, для некоторых участков рассматриваемой территории зоны удаленности выделены не были. Приходится констатировать, что данные

OpenStreetMap по автодорожной сети лишь частично удовлетворяют требованиям представленного исследования. В связи с этим, территория, для которой был применен данный метод, ограничена прямоугольником площадью 58 тыс. км² на юге Архангельской области.

Результаты и их обсуждение. На основе расчета эвклидовых расстояний для всей территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа оценена пространственная дифференциация удаленности населённых пунктов от медицинских учреждений. Заметно, что 89% населения региона проживает не далее, чем в 15 км от ближайшей больницы или поликлиники. Примерно 2% (около 19 тыс. человек в 43 населенных пунктах) населения живет на удалении 50 км и более. 0,4%, или 4 тыс. человек, в 13 населенных пунктах (без учета района Новая Земля) живут на расстоянии 75-200 км от медицинских учреждений. Таким образом, принимая во внимание лишь показатель эвклидова расстояния от населенных пунктов до медицинских учреждений, можно сделать вывод об удовлетворительной обеспеченности медицинской помощью населения региона.

Если сравнить пространственную дифференциацию, построенную для ключевого участка на основе разных подходов, можно заметить, что транспортная доступность при учете дорожной сети значительно уменьшается. Так, на ключевом участке 35% населения (18 населенных пунктов) проживает в 15-километровой зоне удаленности. Т.е. в случае экстренной госпитализации они могут попасть в лечебное учреждение не более чем за 20 мин. 33% населения (17 тыс. человек в 58 населенных пунктах) живет в зоне 25-50 км, т.е. в 30-60 минутах езды. Однако 25% населения (13 тыс. чел в 36 населенных пунктах) попадает в зону 50-75 км, т.е. от часа до полутора часов езды. Эту зону можно отнести к зоне риска, т.к., например, при возникновении многих сердечно-сосудистых патологий, тяжелых травм и т.п., данное время движения в медицинское учреждение может оказаться фатальным. При сложных метеоусловиях (дождь, снег, туман, гололедица и т.п.) скорость движения снижается примерно на 20 км/ч, что еще больше увеличит время движения. Особенно актуально это для зимнего периода времени, когда даже зона 25-50 км, т.е. 30-60 минут езды, может войти в зону риска. Можно предположить, что при возникновении неблагоприятных метеоусловий в зимний период времени более половины всего населения ключевого участка может оказаться в условиях ограниченного транспортного доступа к медицинским учреждениям.

На основе результатов пространственного анализа территории ключевого участка можно сделать вывод, что зачастую расположение служб здравоохранения не связано с местами проживания населения. Подобное явление встречается в различных странах. В городе Бандар-Аббас (Иран) около 88% городских больниц и 35% клиник сконцентрировано на небольшой территории [10]. Во многих сельских районах Китая медицинские службы сконцентрированы в административных центрах [9], что формирует аналогичную российской пространственную неоднородность в доступности медицинской помощи.

Особую актуальность разница в доступности медицинской помощи приобретает при возникновении неблагоприятных метеорологических условий, что прослеживается даже в благоприятных природных условиях Франции [7], а в случае арктических и приарктических территорий неблагоприятные погодные условия могут возникать достаточно часто. Таким образом, обеспечение равного доступа к медицинской помощи должно базироваться, в первую очередь, на устранении географической изолированности сельских территорий и небольших населенных пунктов.

Выводы

1. Медицинские учреждения на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа распределены довольно неравномерно, что в целом ухудшает качество медицинского обслуживания населения.

2. На исследуемую территорию в свободном доступе отсутствует дорожный граф, который позволил бы провести оценку доступности медицинских учреждений по всей территории. Данные OpenStreetMap для этих целей ограниченно пригодны.

3. Расчёт зон доступности медицинских учреждений с использованием дорожного графа демонстрирует снижение общей доступности медицинских учреждения по сравнению с расчётом зон доступности по эвклидовым расстояниям.

4. Четверть населения ключевого участка проживают не ближе чем в 50 км от ближайшего медицинского учреждения, что может оказаться критическим даже при оптимальных погодных условиях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-60146).

Литература

1. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Архангельской области по итогам деятельности за 2017 год. 2018; 49.
2. Калашников К.Н., Лихачева Т.Н. Проблемы дефицита медицинских кадров в сельских территориях // Вопросы территориального развития [сетевое издание]. 2017. №37(2). URL: <http://vtr.vscs.ac.ru/article/2205> (Дата обращения 11.03.2020).
3. Adeoye O., Albright K.C., Carr B.G., Wolf C., Mullen M.T., Abruzzo T. Geographic access to acute stroke care in the United States // Stroke. 2014. Vol. 45. No. 10. P. 3019-3024.
4. Alford-Teaster J., Lange J.M., Hubbard R.A., Lee C.I., Haas J.S., Shi X. Is the closest facility the one actually used? An assessment of travel time estimation based on mammography facilities // International Journal of Health Geographics. 2016. Vol. 15(8). No. 10.
5. Apparicio P., Abdelmajid M., Riva M., Shearmur R. Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: distance types and aggregation-error issues // International Journal of Health Geographics. 2008. Vol. 7. No. 7.
6. BC Ministries of Health Services and Health Planning: Standards of Accessibility and Guidelines for Provision of Sustainable Acute Care Services by Health Authorities. Victoria: Province of British Columbia. 2002
7. Freyssenge J., Renard F., Schott A.M., Derex L., Nighoghossian N. Measurement of the potential geographic accessibility from call to definitive care for patient with acute stroke // International Journal of Health Geographics. 2018. Vol. 17. No. 1.
8. Huotari T., Antikainen H., Keistinen T., Rusanen J. Accessibility of tertiary hospitals in Finland: A comparison of administrative and normative catchment areas // Social Science and Medicine. 2017. Vol. 182. P. 60-67.
9. Hu R., Dong S., Zhao Y., Hu H., Li Z. Assessing potential spatial accessibility of health services in rural China: A case study of Donghai county // International Journal for Equity in Health. 2013. Vol. 12. No. 1.
10. Mullen M.T., Wiebe D.J., Bowman A., Wolf C.S., Albright K.C., Roy J. Disparities in accessibility of certified primary stroke centers // Stroke. 2014. Vol. 45. P. 3381-3388.

11. Ripley D.C.C., Kwong P.L., Vogel W.B., Kurichi J.E., Bates B.E., Davenport C. How does geographic access affect in-hospital mortality for veterans with acute ischemic stroke? // Medical Care. 2015. Vol. 53. P. 501-509.

12. Schuurman N., Fiedler R.S., Grzybowski S.C., Grund D. Defining rational hospital catchments for non-urban areas based on travel-time // International Journal of Health Geographics. 2006. Vol. 5. No. 43.

УДК (551.4.042+528.88):470.44

Гусев В.А., Кресин Я.Н.
yaroslav.kresin@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ РЕКИ ХОПЕР В ПРЕДЕЛАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Саратовский государственный университет

Введение. Изучение динамики русловых процессов, без данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) раньше являлось затратным и сложным. Необходимо было проводить систематические полевые и стационарные исследования в течение долгого времени. С появлением ДЗЗ и развитием большого разнообразия ГИС-приложений, помогающих осуществлять сложные аналитические операции, стало легче определять динамику русловых процессов малых рек. Анализ разновременных космических снимков при помощи программного обеспечения помогает создать картографический материал на ту или иную территорию исследуемого участка, проследить изменения долинных участков [1].

Развитие ГИС-технологий совершенствуется с каждым днём для различных сфер жизнедеятельности. Методика изучения динамики русловых процессов важна для естественнонаучных и технических дисциплин. В гидрологии и геоморфологии для изучения изменений русла, в гидротехнике и гидродинамике для постройки сложных инженерных конструкций (мосты, плотины, гидроэлектростанции) в пределах малых рек, минимизации рисков затопления селитебных территорий, загрязнения вод, изменения условий протекания эрозионных процессов [2-6].

Цель работы. Рассчитать водный индекс MNDWI на территорию участка реки Хопёр в пределах Саратовской области на период с 1995 по 2019 гг. и исследовать протекание русловых процессов за данный период.

Материалы, методы и объекты исследования. В исследовании были использованы картографический метод и метод дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Обрабатывались данные съёмки Landsat 1-5, 8 в видимом спектральном диапазоне. Материал был использован с сайта Геологической службы США earthexplorer.usgs.gov [7]. Для анализа данных дистанционного зондирования Земли применялся программный комплекс QGIS. Объектом исследования являлось русло реки Хопёр в пределах Саратовской области.

Ход работы. MNDWI рассчитывается на основе снимков высокого, среднего или низкого разрешения. Для снимков Landsat использовались синий и ближний инфракрасный каналы.

Индекс вычислялся по формуле (1):

$$MNDWI = \frac{BLUE - NIR}{BLUE + NIR} \quad (1)$$

где NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра, BLUE - отражение в синей области спектра [8].

Результаты исследования. Была оцифрована карта на территорию реки Хопёр в пределах Саратовской области. Анализ полученной карты показал, на каких участках реки за 24 года произошли самые большие изменения в русловых процессах.

Наибольшими отличия между началом и окончанием наблюдений были определены в верховьях Хопра в пределах Саратовской области. Особенно отличается участок реки, расположенный северо-западнее населенного пункта Голицино.

На данном участке многие старицы исчезли за 24 года, а русло сместилось южнее. На месте русла 1995 года образовалась старица. Сокращение количества гидрографических объектов поймы, связано напрямую с климатом, а именно с уровнем осадков. Уменьшение количества снежного покрова зимой, оказывает прямое воздействие на появление или отсутствие стариц в период после весеннего половодья [9,10].

На участке в районе населенного пункта Турки наблюдаются изменения русла, что подтверждается космоснимками и полученными картографическими данными. На рисунке 1 отчётливо видно, как за прошедшее время русло сгладилось, исчезли меандры с небольшим радиусом кривизны, остались лишь

самые крупные. Это явление связано с постепенной выработкой берегов, сложенных недостаточно твердыми породами.

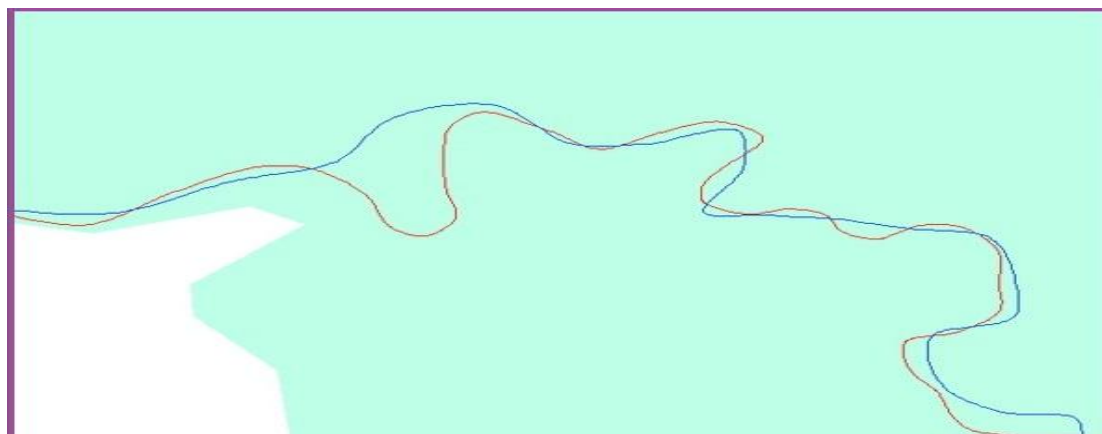


Рис. 1. Изменения русла (красным 1995 год; синим – 2019)
(составлено автором)

В нижней части реки Хопра (рис. 2) в пределах Саратовской области, в районе населенного пункта Алмазово, наблюдается процесс значительного разветвления русла, связанной с выработкой новой меандры. Также здесь наблюдается многоруканность [11].



Рис. 2. Новый изгиб русла (красный – 1995 г.; синий – 2019г.)
(составлено автором).

Выводы и заключение. Использование и обработка ДЗЗ помогает проследить динамику русловых процессов за продолжительный период. Построение «водных» спектральных индексов позволяет произвести более точные расчёты для последующего дешифрования растра.

Русло реки Хопёр в пределах Саратовской области за период 24 лет существенно изменилось:

- произошло зарастание существующих стариц или появление новых,
- на всем участке реки наблюдается процесс спрямления небольших меандр, слияние их в новые, более крупные и плавные
- на широких пойменных участках наблюдается появление нескольких рукавов вместо одного широкого русла.

Литература

1. Использование данных ДЗЗ при решении региональных задач рационального природопользования [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: http://d33.infospace.ru/d33_conf/2009,1/33-41.pdf (дата обращения 20.12.2019). Загл.с экр.- Яз.рус.
2. Геоэкологический риск-анализ нефтяных месторождений Саратовской области с применением ГИС технологий / А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, В. З. Макаров [и др.]; под ред. А. Н. Чумаченко. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2017. 104 с.
3. Шлапак П.А., Морозова В.А., Морозова Е.А. Разработка алгоритма математико-картографического моделирования зон затопления застроенных территорий (на примере участка реки Медведица у города Петровска Саратовской области). // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 20. № 3. С. 176-183.
4. Морозова В. А. Применение ГИС-технологий совместно с данными дистанционного зондирования (ДДЗ) для мониторинга и картографирования зон затопления на примере рек Саратовской области // Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона: материалы междунар. науч. практ. конф.: в 2 т. / редкол.: С. М. Вдовин (отв. ред.) [и др.]. Саранск: Издательство Мордовского университета, 2017. С. 359-364
5. Федоров А.В., Шлапак П.А., Муженский Д.А. Исследование линейной эрозии путем создания уточненной цифровой модели рельефа на основе SRTM (на примере территории Хвалынского района Саратовской области). // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 20. № 1. С. 36-40.
6. Чумаченко А.Н., Гусев В.А., Данилов В.А., Макаров В.З., Затонский В.А., Пичугина Н.В., Федоров А.В., Шлапак П.А. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области. //

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2016. № 2. С. 93-97.

7. Портал геологической службы США (USGS - United States Geological Survey)[Электронный ресурс]: официальный сайт [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 10.11.2019). Загл. с экр. – Яз. рус.

8. Морозова В. А. Расчет индексов для выявления и анализа характеристик водных объектов с помощью данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс] / В. А. Морозова // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2019. – № 2. С. 1- 12.

9. Алтунин С.Т. Регулирование русел. М.: Сельхозиздат. 1962.

10. Проказов М. Ю., Шлапак П. А. Использование ГИС-технологий в картографировании геосистемных и геоэкологических характеристик Волжской островной поймы в районе г. Саратова // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж: Научная книга, 2018. С. 137-141.

11. Экология реки Хопёр [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: <http://lib.volsu.ru/eco/index.php> (дата обращения 18.11.2019). Загл.с экр.- Яз.рус.

УДК 911:528.94:912.43: 004:004.9:908:28 338.48:502 (574.22)

*Дмитриев П.С.¹, Тесленок С.А.², Носонов А.М.²,
Лукашевич А.И.¹, Фомин И.А.¹*

*dmitriev_pavel@mail.ru, teslserg@mail.ru, artno@mail.ru,
nastya100944@gmail.com, iafomin@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ГИС И САКРАЛЬНОГО ТУРИСТСКО-ЭКСКУРСИОННОГО МАРШРУТА

¹Северо-Казахстанский государственный университет

²Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

В 2017 г. в статье действующего на тот период Президента Казахстана Н.А. Назарбаева «Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания» была представлена программа «Туған жер» («Родная земля»). Особое внимание

в ней уделялось патриотизму, начинающемуся с любви к родной земле, той, где человек родился и где вырос. Поэтому внедрение и реализация программы «Туған жер» очень актуальны.

Она направлена на сохранение духовного и культурного наследия народов Казахстана на основе изучения региональной истории, восстановления культурно-исторических памятников и культурных объектов местного, локального уровня и масштаба, организации полноценной краеведческой работы в сфере образования, экологии и благоустройства. Ее главная цель – воспитание у казахстанцев чувства патриотизма, выражающегося в нравственном долге перед Родиной, в любви, гордости и преданности своему населенному пункту и краю, их истории, культуре, традициям и быту народа. Программа «Туған жер» должна стать одним из настоящих оснований формирования общенационального казахстанского патриотизма.

Она предполагает развертывание масштабной работы в сферах образования, экологии, благоустройства населённых пунктов, восстановление культурных объектов и исторических памятников, развитие туризма. Краеведение и экологический туризм должны стать главными аспектами, положенными в основу развития объектов сакральной географии на территории региона. При этом самым лучшим примером патриотизма считается изучение истории малой родины. Любовь к родной земле в будущем перерастет в настоящее чувство патриотизма. С малой Родины начинается любовь к большой – своей стране.

Важными современными направлениями развития важного духовного направления формирования патриотизма – сакральной географии – является формирование баз данных специализированной географической информационной системы (ГИС), создание на основе геоинформационных технологий различных вариантов карт сакральных объектов отдельных регионов [4, 6], разработка и практическая реализация комплекса мероприятий по выявлению, инвентаризации, исследованию и популяризации объектов Сакрального пояса страны и включению их в программу развития ее внутреннего туризма [3].

В числе объектов сакральной географии в Северо-Казахстанской области – ряд уникальных объектов, ландшафтов и местностей. На интерактивную карту сакральных (священных) мест области [1] на сегодняшний день нанесены 14 святых мест, 10 из которых находятся в ее районах (рис. 1) [1, 4].

Это мемориальный комплекс Карасай и Агынтай батыров, энеолитическое поселение Ботай (с самыми ранними на планете свидетельствами одомашнивания лошади) и усадьба Сырымбет в Айыртауском районе; захоронения Кожаберген жырау в Жамбылском и Кулсары батыра в Есильском районах; музеи поэтов Магжана Жумабаева, Сабита Муканова и Габита Мусрепова, усадьба писателя Ивана Шухова и недавно включенный в этот список археологический памятник – курганный могильник Байкара в районе Шал акына. В областном центре – г. Петропавловск – находятся 4 сакральных объекта – памятник батырам Карасай и Агынтай, резиденция Абылай хана, мечеть Кызылжар и Собор святых апостолов Петра и Павла [1]. Работа по выявлению и характеристике сакральных мест в регионе продолжается [1, 5].



Рис. 1. Карта сакральных мест Северо-Казакхстанской области [1, 4]

По нашему мнению, сакральная география на территории Северо-Казакхстанской области имеет большие перспективы и получит дальнейшее широкое развитие. Но кроме исторических и культурных мест, в обязательном порядке должны быть всесторонне изучены и природные объекты. Они будут включены в этот комплекс и сформируют маршруты экологического и сакрального туризма в области, которые будут интересны и привлекательны

для жителей и других регионов, причем не только Казахстана, но и граждан стран ближнего и дальнего зарубежья.

Сегодня индустрия туризма считается наиболее динамичной и одной из самых высокодоходной сферой мирового хозяйства. Одним из самых активно и быстро развивающихся направлений в ней является экологический туризм. Причем в техногенной среде, по мере ухудшения состояния окружающей среды популярность экологического туризма и интерес к нему только возрастают. Туристы и экскурсанты все в большей степени стремятся заниматься видами отдыха, которые бы в максимальной степени способствовали бы обогащению комплекса их знаний о природе, обществе и их взаимоотношениях, а также собственному личностному развитию. Это приводит к небывалой популярности туров, имеющих образовательную компоненту. Дополнительными мотивирующими факторами быстрого развития экотуризма служат популяризация заботы индивида о состоянии своего здоровья и поддержании оптимальной физической формы. В этой связи активный отдых на открытом воздухе имеет наибольшие перспективы. Кроме того, людям интересно увидеть нетронутые или слабо измененные природные ландшафты, которые, возможно (в случае негативного развития ситуации) в недалеком будущем могут оказаться полностью уничтоженными. Многие туристы в последнее время не хотят быть сторонними наблюдателями, а активно вносить и свою посильную лепту в дело сохранения природной среды.

Экологический туризм – это целенаправленные путешествия людей в природные ландшафты и к природным объектам. Их цель – знакомство с природной средой, более глубокое ее познание без нарушения целостности естественных экосистем. Экотуризм направлен на получение представления о естественных природных и культурно-исторических особенностях ландшафтной среды. В итоге охрана природы является не только полезной со всех точек зрения, но и экономически выгодной для местного населения. Экотуризм – это экономический устойчивый и природно-ориентированный туризм и отдых.

Нами разработаны туристско-экскурсионные маршруты, берущие начало в г. Петропавловске и охватывающие уникальные природные и культурные объекты разных районов Северо-Казахстанской области. В данной публикации представлены объекты одного из таких маршрутов – по территории Кызылжарского района, прилегающего к областному центру. Думаем, что он

будет интересен не только в первую очередь школьникам, студентам, магистрантам, но может вызвать неподдельный интерес и у взрослых.

Маршрут направлен на развитие познавательно-образовательной, культурной, экологической составляющих мировоззрения [3]. Его главные цели и задачи:

- воспитание у туристов любви к природе, личной ответственности за ее судьбу, заинтересованности в сохранении и улучшении ее состояния;
- воспитанию экологической культуры, как важнейшей составной части отношения человека к природе и общей культуры взаимоотношений между людьми;
- расширение знаний о культурно-исторических, природных и экологических объектах региона;
- обучение экскурсантов и туристов умению замечать и наблюдать объекты, явления и процессы в живой и неживой природе;
- побуждение и заинтересованность к дальнейшему самостоятельному изучению природы и экологии.

Краткая характеристика объектов маршрута.

1. Озеро Пестрое (рис. 2). Расположено в черте г. Петропавловск, среди раскидистых елей и живописных берёз, вдали от городской суеты. Привлекает множество отдыхающих, имея ухоженную и обширную прилегающую территорию, а также всю необходимую инфраструктуру для комфортного и качественного отдыха на природе. На пляже озера имеются футбольная, волейбольная и детская игровая площадки, прокат велосипедов, лодок, надувных матрацев, скутеров.

2. Семейный парк-отель Green Park. Расположен также в черте г. Петропавловска в лесном массиве Куйбышевский. Это современная зона отдыха, которая отвечает высоким стандартам качества и комфорта, где посетителям предлагается отдых в сосновых кругах, что позволит набраться сил на свежем воздухе и приятно отдохнуть. Green Park отличается от всех других зон и баз отдыха, функционирующих в городе и области своей новизной, качеством, обслуживанием и комфортом, особым подходом к отдыхающим



Рис. 2. Озеро Пестрое, г. Петропавловск

3. Зона отдыха Вороний остров (рис. 3) известна всем петропавловцам и жителям области. Недалеко от города на берегу р. Ишим расположилась уютная база, уголок природы, оборудованный для отдыха горожан. Характеризуется живописными ландшафтами и удобными для купания плесами. Сказочные сооружения из бревен гармонично вписаны в природный пейзаж соснового леса. Его чистый целебный воздух и широкие песчаные пляжи настраивают и располагают к дружеским встречам, семейному отдыху, организации и проведению корпоративных мероприятий. Река в пределах зоны отдыха имеет асимметричную, хорошо выработанную широкую долину. Правый ее склон, подмываемый и отступающий – крутой, левый – напротив – наращивающийся, широкий и пологий. Вдоль склонов устанавливаются уступы четырех надпойменных террас [2]. Широкая долина богата травостоем, здесь встречаются черноземы обыкновенные и луговые, частично солоди, луговые и солонцовые комплексы.

4. Хвойный лес Серебряный бор, произрастающий на территории Березовского округа и являющийся Государственным памятником природы республиканского значения. Реликтовый сосновый бор окружен березовым лесом, образующим сплошное белое кольцо, отсюда и одна из версий происхождения его названия. В бору находится база отдыха с одноименным названием.



Рис. 3. Территория зоны отдыха Вороний остров и расположение туристских баз на участке соснового бора [2], окрестности поселков Бишкуль, Прибрежное, Мичурино Кызылжарского района

5 Лесной питомник в Налобинском лесничестве. Расположен на площади 5,6 га, с заложенными отделениями рябины красной, сосны обыкновенной, березы повислой, яблони ягодной (сибирской) и лиственницы сибирской. В 2009 и 2013 гг. заложены школьные отделения обыкновенной и сибирской ели, привезенных из Восточно-Казахстанской и Тюменской областей Казахстана и России соответственно.

6. Поселение раннего железного века Ак-Ирий (рис. 4). Располагается у с. Долматово в 60 км севернее г. Петропавловска. В начале своего существования эта территория функционировало как торгово-пограничный и культово-хозяйственный объект. Об этом свидетельствуют хорошо сохранившиеся многочисленные отдельные кости (реже – остатки полных скелетов) животных, явно не хозяйственного назначения, встречающиеся в отдельных ямах. Этот объект можно назвать археологическим музеем под открытым небом.

7. Согровский заказник. Эта уникальная природная территория, содержащая редкие и поистине уникальные своеобразные природные объекты, может стать предметом углубленных научных исследований. В составе заказника памятники природы – ботанический Красноярский (охраняются редкие растения семейства орхидных), палеонтологический Долматовские кручи, а также Долматовское городище раннего железного века и такие уникальные ландшафты и объекты, как котловина озера Каменное, Серебряный бор, болото Матюгино.



Рис. 4. Поселение Ак-Ирий, с. Долматово

Предложенный маршрут, будучи интересным с разных точек зрения, послужит для формирования у подрастающего поколения патриотизма, любви к родной земле через реализацию краеведческого принципа.

Таким образом, мы можем сделать следующие выводы:

1. Северо-Казахстанская область и Казахстан в целом представляют значительный интерес с точки зрения развития экологических объектов сакрального туризма. Уникальность природы республики и огромное историко-культурное наследие обуславливают большие возможности для привлечения иностранных туристов и заинтересованных в изучении родного края казахстанцев.

2. Благоприятные природные факторы территории Северо-Казахстанской области, его расположение в зоне заповедного региона, с археолого-историческим парком и природно-археологическими турами, на местности с уникальной природой лесостепных ландшафтов региона имеют огромный потенциал для развития экологического туризма.

3. Для дальнейшего развития сакральной географии крайне важными и перспективными направлениями являются формирование баз данных специализированных ГИС (с включением в них, в том числе и экологических объектов) [4, 6, 7], разработка и практическая реализация туристско-экскурсионных маршрутов [3, 7] и создание на этой основе широкого спектра геоинформационно-картографических материалов для их информационного обеспечения [4, 6, 7].

Литература

1. В Петропавловске создали интерактивную карту сакральных мест Северо-Казахстанской области [Электронный ресурс] // Петропавловск News – Региональный информационный портал. – Режим доступа: <http://www.pkzsk.info/v-petropavlovske-sozdali-interaktivnuyu-kartu-sakralnyh-mest-severo-kazaxstanskoj-oblasti/> (дата обращения 18.11.2020).
2. Дмитриев П.С., Жумагулов Ж., Тесленок С.А., Фомин И.А., Шурр А.В. Прогноз затопления территории при разноуровневом подъеме паводковых вод посредством ГИС-технологий [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2019. – № 3. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/prognoz-zatopleniya-territorii-pri-raznourovnevom-podeme-pavodkovyx-vod-posredstvom-gis-tehnologij> (дата обращения 18.11.2020).
3. Дмитриев П.С., Молдакова Н.Ф. Современное состояние и перспективы развития экологического туризма СКО // Международный научный журнал Путь науки. – № 10 (32), 2016. – С. 84-86.
4. Калашникова Л.Г., Тесленок К.С., Шпак Д.Д. Проектирование карты священных мест ислама [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2019. – № 15. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/proektirovanie-karty-svyashhennyh-mest-islama> (дата обращения 18.11.2020).
5. Северо-Казахстанская область – Официальный интернет-ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sko.gov.kz/?lang=ru> (дата обращения 18.11.2020).
6. Тесленок С.А., Спиркина О.С., Тесленок К.С., Калашникова Л.Г. Подготовка исходных данных для создания карты священных мест ислама [Электронный ресурс] // Современный мусульманский мир: электрон. журнал. – 2019. – № 3. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Систем. требования: Pentium III, процессор с тактовой частотой 800 МГц; 128 Мб; 10 Мб; Windows XP/Vista/7/8/10; Acrobat 6 х.
7. Тесленок С.А., Тесленок К.С. Использование новых информационных технологий при разработке туристских маршрутов // Туризм Казахстана: проблемы и перспективы: мат-лы V Международной науч.-практ. конф. 9-11 окт., 2014 г., г. Алматы, Казахстан. – Алматы, 2014. – С. 103-109.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЖИЛИЩНЫХ УСЛОВИЙ НАСЕЛЕНИЯ

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

²Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Жилищная проблема на современном этапе развития российского общества стоит как никогда остро. Спрос на жилье со стороны населения постоянно возрастает, несмотря на снижение численности населения России. В связи с этим можно утверждать, что тема, посвященная анализу жилищных условий населения, является актуальной, и она косвенно позволяет оценить уровень жизни населения региона [1].

Для оценки жилищных условий населения необходимо использовать технологии геоинформационных систем (ГИС). ГИС – это программные средства, которые позволяют обрабатывать и объединять большой объем информации разного рода на картографической основе и благодаря этому выявлять пространственные различия в размещении [5].

При проведении анализа жилищных условий населения можно использовать весь обширный аппарат математической статистики. Однако, поскольку показателей, характеризующих данные понятия, достаточно много, целесообразно обратить особое внимание на такие методы, как факторный и кластерный виды анализа, поскольку они не только позволяют определить факторы, оказывающие наибольшее влияние на результирующий показатель, но также дают возможность сформировать типические группы по схожим признакам, а также выделить группы однородных факторов, оказывающих похожее влияние на исследуемое явление [3].

Основными составляющими жилищных условий населения в регионах являются общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, среднемесячный размер субсидий на оплату жилого помещения и коммунальных услуг на семью, руб.; удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг, %; индекс цен на первичном рынке жилья [2].

Выявление региональной дифференциации является важным звеном при формировании жилищной политики и программ развития регионов. Для этого по вышеперечисленным показателям регионы Приволжского федерального округа методом кластерного анализа были разбиты на группы. Результаты классификации представлены на рисунке 1.

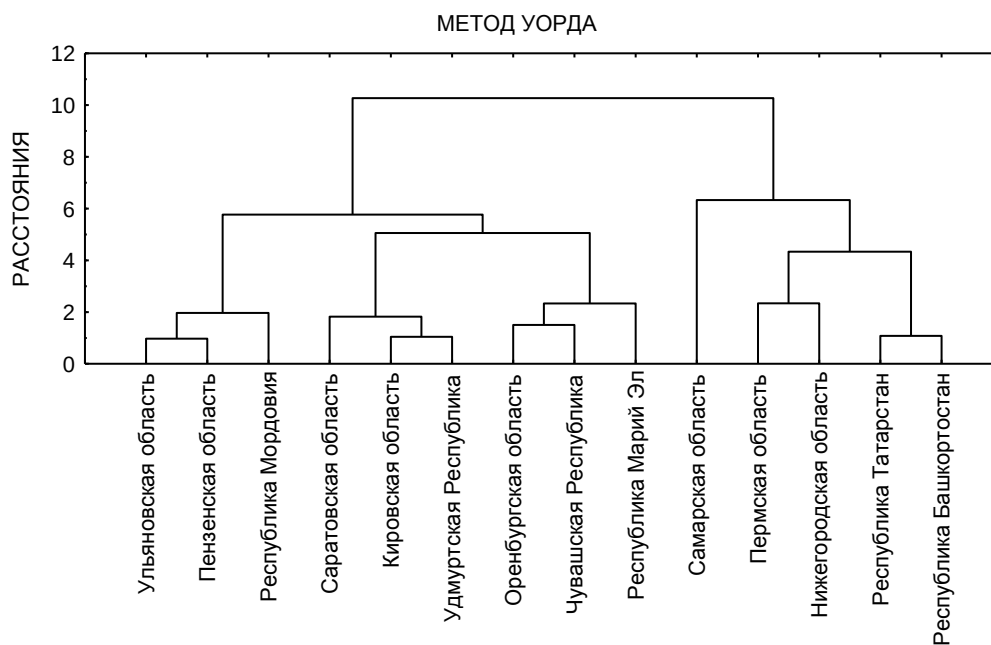


Рис. 1. Кластеризация регионов Приволжского федерального округа по показателям, характеризующим жилищные условия населения методом Уорда

Технология ГИС предоставляет собой новый, более соответствующий современности, более эффективный, удобный и быстрый подход к решению задач по созданию картографических объектов в цифровом виде. Эта технология позволяет объединить базу данных, визуализацию и географический анализ карт [4].

С помощью ГИС ArcGIS 10.0 была создана карта оценки жилищных условий населения Приволжского федерального округа (рис. 2).

Все регионы ПФО разбились на три группы по уровню жилищных условий проживания населения. Сравнение их средних значений свидетельствует о присутствии сильной дифференциации данного фактора социальной комфортности проживания населения.



Рис. 2. Оценка жилищных условий населения Приволжского федерального округа (по результатам кластерного анализа)

Регионы первого кластера (Ульяновская область, Пензенская область, Республика Мордовия) характеризуются высокими значениями общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя, удельного веса расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг, значительным среднемесячным размером субсидий на оплату жилого помещения и коммунальных услуг на семью и самыми низкими индексами цен на первичном рынке жилья среди регионов ПФО.

Второй кластер (Саратовская, Кировская, Оренбургская области, Удмуртская, Чувашская и Республика Марий Эл) характеризуется средними значениями по всем выбранным показателям среди регионов ПФО.

Что касается третьего кластера (Самарская, Нижегородская обл., Пермский край, Республики Татарстан и Башкортостан), то в данных регионах отмечено среднее значение общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя, высокий удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг, высокий среднемесячный размер субсидий на оплату жилого помещения и коммунальных услуг на семью и самые высокие индексы цен на первичном рынке жилья среди регионов ПФО.

По итогам проведенной кластеризации регионов Приволжского федерального округа по уровню жилищных условий населения были получены

три кластера. Первый кластер включает в себя регионы с дискомфортными жилищными условиями. Второй и третий кластеры включают в себя регионы с более комфортными жилищными условиями. Основные различия между ними состоят в ценах на жилье и оборудованностью жилых помещений газом и напольными электроплитами: во втором кластере цены на первичное жилье значительно выше, а население вошедших в этот кластер объектов более склонно к использованию газовых плит вместо электроплит.

Для исследования взаимосвязи показателей были построены регрессионные модели степени влияния выбранных показателей на индекс цен на первичном рынке жилья. Модели построены на основе данных регионов ПФО, входящих в соответствующие кластеры. Представляет интерес проследить формирование и изменение данных показателей по сформированным группам регионов, имеющих схожие характеристики социальной комфортности проживания населения.

В качестве результирующего показателя выбран y_1 (индекс цен на первичном рынке жилья, %).

В качестве независимых факторных переменных отобраны следующие показатели:

x_1 - численность населения, тыс. чел.;

x_2 - среднедушевые денежные доходы населения, руб.;

x_3 - уровень занятости, в % к численности населения в возрасте 15-72 лет;

x_4 - объем платных услуг населению, в % к соответствующему месяцу предыдущего года;

x_5 - среднегодовая численность работников, %;

x_6 - индексы потребительских тарифов на отдельные виды жилищно-коммунальных услуг всего, в % к декабрю предыдущего года;

x_7 - строительство жилых домов, в % к соответствующему периоду предыдущего года.

В результате проведенного регрессионного анализа для 1 кластера, была получена следующая регрессионная модель:

Модель индекса цен на первичном рынке жилья:

$$\hat{y}_{12} = 402,86 + 2,9x_3 - 6,54x_6 + 3,8x_7 \quad (1)$$

t-статистика (-7,77) (-6,29) (7,01)

$$R^2 = 0,68 \quad F_{небл} = 13,08 > F_{табл}(0,05;4;25) = 2,76$$

Уравнение (1) адекватно описывает обратную зависимость показателя индекса цен на первичном рынке жилья ($\hat{y}_{12}$) от индексов потребительских тарифов на отдельные виды жилищно-коммунальных услуг (x_6) и прямую зависимость от показателей уровня занятости, в % к численности населения в возрасте 15-72 лет (x_3) и строительства жилых домов (x_7). Данная зависимость является вполне логичной.

Построение аналогичной модели для второго кластера дало следующие результаты:

Модель индекса цен на первичном рынке жилья:

$$\hat{y}_{22} = -145,11 - 1,07x_1 + 3,43x_3 + 0,3x_7 \quad (2)$$

t-статистика (-4,07) (3,24) (4,09)

$$R^2 = 0,51; F_{наб} = 9,06 > F_{таб}(0,05;3;26) = 2,98$$

Во втором кластере, в который были отнесены регионы со средними значениями исследуемых показателей, на уровень индекса цен на первичном рынке жилья, в отличие от первого кластера, влияют показатели численности населения ($\beta_1 = -5,5$) и уровень занятости ($\beta_3 = 5,81$), кроме того, немалое воздействие оказывает показатель строительство жилых домов ($\beta_7 = 0,86$).

Построение аналогичной модели для третьего кластера дало следующие результаты:

Модель индекса цен на первичном рынке жилья:

$$\hat{y}_{32} = 146,99 + 1,6x_5 + 2,06x_7 \quad (3)$$

t-статистика (3,58) (-4,07)

$$R^2 = 0,50; F_{набл} = 10,8 > F_{таб}(0,05;2;21) = 3,47$$

Уровень индекса цен на первичном рынке жилья напрямую зависит только от двух показателей: среднегодовая численность работников (x_5) и строительство жилых домов (x_7).

Проанализировав все полученные уравнения множественной регрессии можно сделать вывод, что во всех кластерах присутствует различная зависимость факторов и результативных признаков. Стандартизованные коэффициенты по всем трем кластерам по системе показателей позволили выявить эти различия (табл.).

Величина индекса цен на первичном рынке жилья во всех трех кластерах зависит от строительства жилых домов (x_7). Однако, уровень занятости (x_3) и

среднегодовая численность работников (x_5) находятся на первом месте по степени влияния на результативный показатель.

Таблица

Стандартизованные коэффициенты множественной регрессии
(индекс цен на первичном рынке жилья)

Показатели	β -коэффициент	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1 кластер	значение			-9,8			-2,84	8,30
	ранг			1			3	2
2 кластер	значение	-5,5		5,81				0,86
	ранг	2		1				3
3 кластер	значение					-3,35		2,95
	ранг					1		2

Подводя итог проведенному исследованию, стоит отметить, что, несмотря на сходства влияния различных показателей на результативные признаки, во всех кластерах присутствуют свои отличия, в зависимости от кластера и характера регионов, входящих в них. Очевидно, что для дальнейшего изучения жилищных условий населения в регионах ПФО необходим постоянный мониторинг результатов реализации основных направлений современной государственной жилищной политики [6].

Литература

1. Аникин В. В. Оценка жилищных условий населения как основного фактора социальной комфортности проживания (на примере Приволжского федерального округа) / В. В. Аникин В. В., Т. А. Долгачева Т. А., О. М. Левашкина // Огарёв-Online. 2016. № 24 (65). – С. 2-6.
2. Борисов А. А. Картографирование обеспеченности населения аптечными организациями Ленинского района города Саранск / А. А. Борисов, Т. А. Долгачева, В. В. Аникин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. №12-2 (66). С. 143-147.
3. Долгачева Т. А. Картографирование плотности застройки Пролетарского района городского округа Саранск / Т. А. Долгачева, В. В. Аникин, В. Ф. Манухов // Русский инженер. – 2018. – № 2. – С. 36 – 39.
4. Долгачева Т. А. Картографирование обеспеченности населения детскими дошкольными учреждениями Ленинского района города Саранска /

Т. А. Долгачева, В. В. Аникин, В. Ф. Манухов, А. С. Долгачева // Геодезия и картография. – 2020. Т. 81. № 5. С. 11-17.

5. Манухов В. Ф. ГИС – технологии в профессиональной подготовке специалистов в высшей школе / В. Ф. Манухов, Н. Г. Ивлиева // Инновационные процессы в высшей школе: мат-лы XV Юбилейной Всероссийской науч-прак. конф. – 2009. – С. 191–192.

6. Скворцова М. А. К вопросу оценки социальной комфортности проживания населения в регионе / М. А. Скворцова, Т. А. Долгачева, Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов // Известия Смоленского государственного университета. – 2014. – № 3 (27). – С. 230–239.

УДК 528.94:502

Дьякова Н.А., Грибкова И.С.
nellidya@mail.ru, i.s.gribkova@mail.ru

НЕОБХОДИМОСТЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Кубанский государственный технологический университет

Краснодарский край имеет богатое историко-культурное наследие, а также обладает большим количеством особо охраняемых территорий.

Земли особо охраняемых территорий, занимают 378,7 тыс. га (5% от общего объема земель Краснодарского края) за десятилетний период претерпели следующие изменения (рис.).

Таким образом, в 2011 году произошло резкое увеличение количества земель на 800 га, в период с 2015 по 2018 наблюдалось сокращение количества земель на 600 га, данные изменения были вызваны преобразованиями, проводимыми в крае, которые были направлены на укрепление различных форм собственности.

К землям особо охраняемых территорий относятся: земли природоохранного, рекреационного и историко-культурного назначения; особо ценные земли; а также земли особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в которые входят:

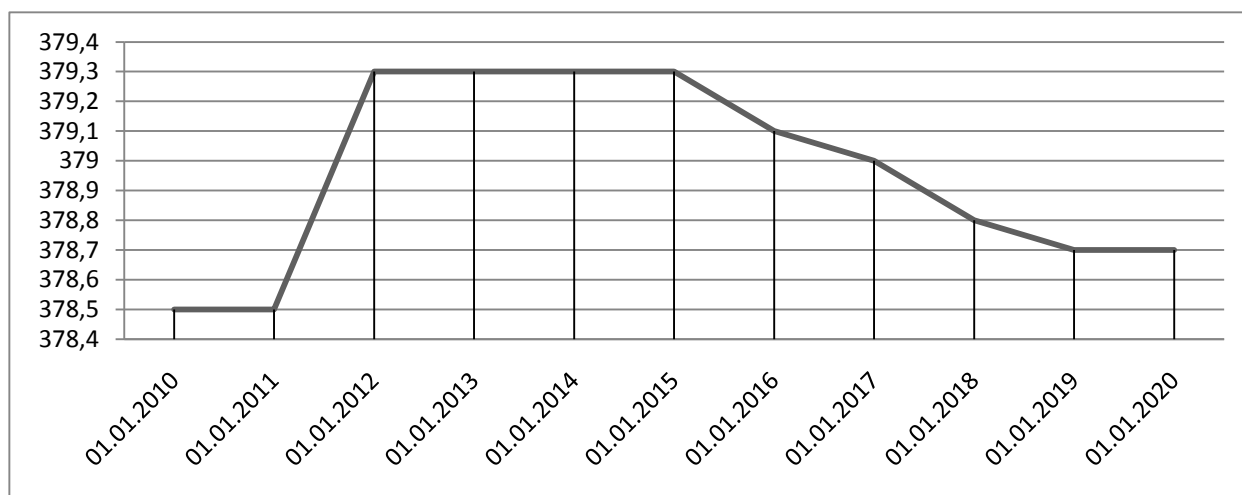


Рис. Динамика изменения земель особо охраняемых территорий

земли государственных природных заповедников и заказников; памятников природы; национальных, природных и дендрологических парков, ботанических садов.

По данным исследования за 2020 год на территории Краснодарского края расположено 380 ООПТ (6 федерального, 350 регионального и 24 местного значения). ООПТ можно разделить на следующие формы: ботанические – 206; ландшафтные – 11; зоологические – 13; комплексные – 41; геологические – 36; гидрологические – 4; водные – 36; природно-исторические – 5; рекреационные – 28.

В последнее время участились случаи прямого нарушения режима особой охраны ООПТ [5]. Из самых серьезных выделяются: незаконное отведение участков внутри ООПТ под застройку; прокладку дорог, а также инженерных коммуникаций. Таким образом, возникает проблема координирования, то есть определения местоположения на местности таких территорий. Отсутствие четко установленных границ ООПТ, зачастую становится причиной, мешающей привлечь виновных к ответственности. Факт отсутствия границ дает возможность застройщикам оспаривать нахождение объектов застройки на охраняемой территории. Поэтому необходимо занесение сведений об особо охраняемых природных территориях в государственный кадастр недвижимости. Стоит заметить, что программа по учету ООПТ ведется с 2012 года, однако ещё не все ООПТ занесены в государственный кадастр недвижимости. Это связано с отсутствием полных данных об объекте. Обычно это относится к ООПТ, которые были зарегистрированы 50 и более лет назад.

Таким образом, площади многих ООПТ, указанные в документах, зачастую значительно расходятся с их площадями в натуре. Некоторые ООПТ не имеют комплексного описания природных особенностей, а также четкого выделения объектов особой охраны ООПТ. Именно поэтому в ряде случаев по имеющемуся описанию невозможно четкое определение границ объекта.

Для решения существующей проблемы рекомендуется применить следующие способы получения границ объекта, путем определения их координат: геодезическая съемка; аэрофотосъемка; наземное и воздушное лазерное сканирование.

На сегодняшний день применение ГИС и картографирование в целом, решает множество проблем различной сферы деятельности [3,4]. Наилучшим решением сохранения и развития данных ООПТ будет создание отдельной ГИС. На основе такой ГИС произойдет создание карт для целей развития туризма с отображением национальных парков, объектов историко культурного наследия, возможности транспортной доступности к таким объектам.

Стоит отметить, что для современного предоставления актуальной информации, ГИС следует дополнить 3D моделями, виртуальными фото и видео обзорами объектов. Обновлением и актуализацией данной информации могут заниматься туристы, которые смогут оставлять фото, видео отзывы, об ООПТ, за подтверждение данной информации было бы целесообразно оставить должностным лицам органа государственной власти или органа местного самоуправления, осуществляющих указанные государственный надзор или муниципальный контроль.

Подобные ГИС уже существуют, однако скорее, базы данных по ООПТ и электронные атласы, этим занимаются министерства природных ресурсов Краснодарского края [6], а также Государственное казенное учреждение Краснодарского края [1]. Данные «ГИС» не совершенны, многие данные отсутствуют, есть неточности в описании объектов, а порой и в их расположении, они не актуализируют данные и не проводят мониторинга объектов, другие источники предоставляют доступ к ГИС лишь платно. Таким образом, современной, полной, актуальной геоинформационной системы ООПТ в Краснодарском крае на данный момент – нет.

С разработкой ГИС ООПТ местного значения столкнулись в Хабаровске [2]. В результате проделанной работы ГИС ООПТ позволило систематизировать, хранить и предоставлять информацию о городских парках для различных категорий пользователей. Предложенная структура может

обновляться, дополняться новыми элементами и слоями, что дает возможность корректировать быстро изменяющуюся ситуацию на территории ООПТ местного значения. Так использование современных информационных технологий позволило повысить эффективность и качество работы ООПТ по улучшению экологической ситуации в городах.

Литература

1. Государственное казенное учреждение Краснодарского края [Электронный источник]: <http://www.uooptkk.ru/> (дата обращения 18.11.20)
2. Дебеля И.Д., Морозова Г.Ю. Разработка структуры ГИС на примере особо охраняемой природной территории местного значения «Парк Динамо» в Хабаровске // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 3 (69). С. 75-80.
3. Дьякова Н.А., Царькова Ю.А., Грибкова И.С. Применение ГИС для управления единым недвижимым комплексом на примере нефтегазовой отрасли // В сборнике: Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых. Краснодар, 2020. С. 33-35.
4. Кравченко Э.В., Дьякова Н.А., Беспятчук Д.А. Применение экологического картографирования для землеустройства // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. Сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Отв. за выпуск Е.В. Яроцкая. 2020. С. 611-615.
5. Кравченко Э.В., Дьякова Н.А. Экологические проблемы урбанизации // В сборнике: Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 223-225.
6. Министерство природных ресурсов Краснодарского края [Электронный источник]: <http://www.mprkk.ru/prirodnyie-resursyi-i-ohrana-okruzhayuschej-sredyi/osobo-ohranyaemyie-prirodnyie-territorii/osobo-ohranyaemyie-prirodnyie-territorii/karta-oopt-regionalnogo-znacheniya/> (дата обращения 18.11.20).

*Дьякова Н.А., Кравченко Э.В., Малимоненко П.С.
nellidya@mail.ru, ellina.kravcenko@mail.ru, malimonenko@bk.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ: НЕДОСТАТКИ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ.

Кубанский государственный технологический университет

Начиная с XX века, человек столкнулся с серьёзными экологическими проблемами: загрязнение воздуха, почвы, воды промышленного характера; изменение природного ландшафта, вырубка лесных массивов; комплексное отрицательное влияние на окружающую среду, оказываемое крупными городами; большие объёмы сжигаемого и складированного мусора; последствия техногенных катастроф, однако это общие названия. Для понимания проблем, человеку необходимо видеть их перед собой, они должны его волновать, вызывать эмоции. Так и с экологическими проблемами, пока они незаметны для человеческого взора, они как бы не относятся непосредственно к человеку, они отдалены от него и соответственно «не наносят вред».

Современные экологические геоинформационные системы (ГИС) обеспечивают доступ к информации по текущему состоянию экологических проблем на той или иной территории, что обеспечивает нас емкой информацией в режиме реального времени, давая нам понять, что всё, что мы делаем, так или иначе, влияет на экологию [1]. Стоит заметить, что для полного анализа имеющейся ситуации [2], а также для целей ее прогнозирования, получаемая информация должна соответствующим образом быть представлена [3,4].

Экологические картографические ГИС бывают: оценочные; прогнозные; инвентаризационные; рекомендательные. В зависимости от вида карт, они выполняют различные задачи. На сегодняшний день важнейшими задачами экологического картографирования являются: разработка и внедрение рекомендаций и положений, определяющих состав и содержание работ в этой отрасли картографии; разработка унифицированных элементов разных видов экологических карт; разработка оценочных и прогнозных экологических карт, предназначенных для природоохранной деятельности; разработка

картографического обеспечения экологического образования, воспитания и образования. Однако не все ГИС справляются со своими задачами.

В ходе исследования было рассмотрено множество программ, связанных с темой экологического состояния окружающей среды. Стоит отметить, что некоторые картографические ГИС оказались совершенно неактуальными, типичными и не несли особой смысловой нагрузки. Однако некоторые из них произвели положительные впечатления. Так, например, Air Visual. Данная программа разработана компанией IQAir AG и предназначена для отчета и прогноза содержания PM2.5 (взвешенные частицы до 2.5 мкм) [3,4].

Преимуществом данной ГИС является присутствие удобного оповещения, наличие статистики среды (дом, улица работа) и воздействие PM2.5 за день. В основе лежит 5 слоев, которые включают в себя по 1 – 3 подслоя: 1 слой «Мой воздух», который включает в себя AQI (индекс качества воздуха), температуру, осадки, скорость ветра и влажность; 2 слой «Карта» представлена поиском по карте мира и предоставляет информацию о AQI в разных точках мира; 3 слой «Статистика» включает в себя 2 подслоя: 1 подслой «Статистика окружающей среды» где представлена сводная кольцевая диаграмма включающая данные о AQI дома, на работе и снаружи, также содержит информацию о загрязнённых часах за день, 2 подслой – это воздействие PM2.5 дома и снаружи измеряется в ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); 4 слой «Новости» включает 3 подслоя: 1 подслой – это «Ранжирование» или «Рейтинг стран по загрязненности воздуха»; 2 подслой «Новости», которые связаны с экологическими изменениями в мире; 3 подслой «Ресурсы» представляют из себя сборник различных статей на тему экологии.; 5 слой «Магазин», который предоставляет товары, связанные с очищением воздуха. Данная ГИС охватывает весь мир, однако показатель в рамках города не очень точен.

Ещё одной любопытной экологической картографической ГИС является BreezoMeter. Данная ГИС разработана компанией BreezoMeter и предназначена для предоставления информации об индексе качества воздуха на уровне улиц в реальном времени. Преимущества данной карты заключаются в её наглядности, разнообразии в плане присутствия оповещения о пыли по всему миру. За основу взята одна платформа с 8 слоями: 1 слой или же титульный слой, представлен показателем AQI и выборкой других слоев. 2 и 3 слой отвечают за географические данные (по местоположения и в глобальном масштабе). 4 слой предоставляет данные о состоянии воздуха (содержание различных вредных веществ воздухе), AQI в течении дня и в данный момент времени. 5 слой

«Пыльца» включает данные об уровне опасности основанный на различных параметрах, которые позволяют прогнозировать интенсивность вероятных аллергических симптомов, при их отсутствии имеется надпись: «Вне сезона». 6 слой «Погода» включает данные о температуре, влажности и скорости ветра. 7 слой основывается также на показателях состояния и воздействия воздуха. 8 слой представляет собой карту с выбором интересующего местоположения, при выборе места на карте отображается состояние воздуха цветом (от зеленого до красного, от безопасного до опасного). Однако данные ГИС опираются в основном на показатели воздуха.

Довольно интересным примером экологической карты стала «SAILING SEAS OF PLASTIC» [5], она предоставляет данные по результатам экспедиций 2014 года, отражающие количество пластмассового мусора в океанах. По результатам данного моделирования в океане содержится 300 тыс. тонн. Несомненно, данная экологическая карта обеспечивает информацией, однако не совсем актуальной. Ведь за год всемирное производство пластиковых отходов в 2020 году достигает 300 мил. тонн, около 3-5 % попадает в мировой океан.

Таким образом, по результатам исследования основные недостатки экологических ГИС на сегодняшний день:

- обобщенность / локальность;
- неактуальность предоставляемых данных;
- отсутствие разнообразия в рассмотрении показателей чистоты / загрязнения.

Для дальнейшего развития экологического геоинформационного картографирования необходимо:

- разместить больше устройств по измерению состава воздуха, воды и почвы;
- обновлять карты как можно чаще, для предоставления актуальной информации;
- производить карты с несколькими экологическими показателями;
- расширение карт с показателем размещения пожаров, вырубки лесов;
- разработка карт с показателями состояния почвы, состава воды.

Литература

7. Будагов И.В., Кравченко Э.В., Борисова Д.И., Москвина П.П. Дистанционные методы проведения мониторинга земель // В сборнике:

Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 65-68.

8. Дьякова Н.А., Царькова Ю.А., Грибкова И.С. Применение ГИС для управления единым недвижимым комплексом на примере нефтегазовой отрасли // В сборнике: Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых. Краснодар, 2020. С. 33-35.

9. Кравченко Э.В., Дьякова Н.А., Беспятчук Д.А. Применение экологического картографирования для землеустройства // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. Сборник статей по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Отв. за выпуск Е.В. Яроцкая. 2020. С. 611-615.

10. Кравченко Э.В., Дьякова Н.А. Экологические проблемы урбанизации // В сборнике: Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 223-225.

11. Экологическая карта «SAILING SEAS OF PLASTIC» [Электронный источник]: <https://app.dumpark.com/seas-of-plastic-2/> Дата обращения: 17.11.2020

УДК 528.7 (528.87)

Евстратова Л. Г.
lge_21@mail.ru

ПОИСК НОВЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПО МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫМ СНИМКАМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Государственный университет по землеустройству

На сегодняшний день, несмотря на повсеместное использование в практике автоматизированных методов дешифрирования многоспектральных снимков и методов выявления изменений при проведении лесотаксационных работ, инвентаризации леса и мониторинге состояния растительного покрова, большинство проектов применяют интерактивный способ дешифрирования, так автоматизированные методы применяются только при решении определенной группы задач, например детектирование пожаров. Сущность интерактивного

дешифрирования основано на преобразовании исходного изображения с целью улучшения визуального качества, получении псевдоцветных, композитных, индексных изображений и т.п. с использованием доступных программных средств [1]. Полученные изображения затем анализируются визуально, причем в процессе дешифрирования оператор-дешифровщик принимает решение о принадлежности заданному классу на основе дешифровочных признаков объектов на изображении, основанные на яркостях исходных изображений: тон, цвет, текстура, форма, размеры, взаимное расположение; а также косвенные признаки, определяемые априорными знаниями оператора [1, 5].

В свою очередь, автоматизированное дешифрирование отличается от интерактивного использованием алгоритмов распознавания образов для предварительной классификации изображений. Окончательное решение принимает оператор-дешифровщик. Например – кластерный анализ, позволяет лишь приблизительно разделить объекты, и используется при быстром анализе снимков для организации интерактивной работы оператора-дешифровщика при автоматизированном дешифрировании снимков. При анализе изображений такой инструмент можно рассматривать как некоторую помощь оператору, выполняющему визуальное дешифрирование снимков.

Таким образом, несмотря на большое количество разработанных и используемых алгоритмов и методик, в области автоматизации дешифрирования существует необходимость в разработке специализированных технологий, основанных на специализированных алгоритмах дешифрирования различного типа снимков и создание базы дешифровочных признаков для различных регионов.

Для решения задачи распознавания состояния растительного покрова по многоспектральным снимкам высокого пространственного разрешения автором ведутся исследования эффективности статистических непараметрических методов. В работах [2, 3] под руководством профессора А.П. Гука было предложено использовать непараметрический подход, основанный на применении функции плотности распределения вероятностей яркостей многоспектрального изображения.

Рассмотрим сущность предложенного подхода. Для всех классов объектов, которые требуется распознать по их изображениям на многоспектральных снимках, создаются эталонные признаки – функция распределения плотности вероятностей для яркостей соответствующих элементов многоспектрального изображения. Функция плотности распределения вероятностей $f(x)$ является

производной функций распределения $F(x)$ и характеризует плотность, с которой распределяются значения случайной величины в определенной точке. Функция распределения определяет вероятность того, что в результате испытания случайная величина X примет значение, меньшее x . Значения функции распределения принадлежат интервалу $[0, 1]$. Эталонные функции плотности распределения вероятностей определяют по достаточно большим выборкам размера $N \leq N_{\min}$. Измерения выполняются по изображениям эталонных объектов, количество измерений $N_{\min}$ выбирается с достоверностью, соответствующей критерию $\alpha \leq 0,1$.

Таким образом, сущность изложенного метода заключается в получении функций плотности вероятностей эталонов и, вычисление уровня соответствия функции распределения, полученной по измерениям изображения объекта на дешифрируемом снимке и отнесения объекта к тому или иному классу.

Наиболее сложным в задаче распознавания в данном методе является выбор решающего правила и критерия соответствия функции объекта эталону.

В результате выполненных экспериментальных исследований, на примере лесных массивов, в качестве решающего правила при оценке функций плотности распределения вероятностей, было выбрано значение коэффициента корреляции Пирсона между двумя рассчитанными функциями по изображениям, а при оценке функций распределения – предложено применять частный случай критерия Колмогорова.

Перечисленные статистики несложно использовать при одномерной функции плотности распределения, однако вычислительная задача становится достаточно сложной при увеличении размерности вектора измерений и количества распознаваемых объектов. Кроме того, сложно интерпретировать полученный результат. В зависимости от выбора параметров критерия соответствия функцию плотности вероятности возможно применять как при поэлементной, так и площадной классификации.

Исследования, выполненные по космическим многоспектральным снимкам высокого пространственного разрешения, показали, что функция плотности распределения вероятностей яркостей является существенным признаком, характеризующим состояние лесного покрова. Причем функции плотности распределения различны для разных видов растительности. В методе распознавания, предложенном в работе [2], использовались измерения только одного канала, которые полностью характеризуются одномерной функцией плотности распределения.

Следует отметить, что при использовании данного метода значительная часть решения задачи распознавания перенесена на процесс сегментации, который основан на использовании текстурных признаков изображения объектов (отметим, что собственно степень однородности также можно оценить путем использования функции плотности распределения). Если в результате сегментации достигнута высокая степень однородности выделенного сегмента, то использование непараметрического статистического метода дает высокую степень распознаваемости объектов (около 90 %).

Проведенные практические исследования показали, что эталонные функции плотности распределения вероятностей различны для многоспектральных снимков, полученных различными съемочными системами. Таким образом, для использования непараметрического подхода требуется создать банк данных, включающий функции плотности распределения вероятностей для всех классов объектов, которые предполагается дешифровать на снимках. Кроме того, эти функции должны быть получены для различных типов съемочных систем. Необходимо отметить, что существуют значительные теоретические и практические проблемы применения непараметрического подхода при обработке многомерных данных до настоящего времени нет эффективных теоретических разработок в этой области [4, 6]. Поэтому в предполагаемом подходе, применяются одномерные или двумерные данные (то есть один – два канала исходного многоспектрального изображения или комбинация каналов, изображений), полученные после предварительной обработки исходных многоспектральных изображений, применяя метод главных компонент или формируя индексные изображения и т.п.

Литература

1. Гук А.П. Дистанционное зондирование и мониторинг территорий. Часть 1. Дистанционное зондирование. Теоретические основы и технические средства: Учебник / А.П. Гук, Л.Г. Евстратова. – М.: Изд-во КУРС, 2019. – 224 с.
2. Гук А.П. Автоматизация дешифрирования снимков. Теоретические аспекты статистического распознавания образов // Известия Вузов Геодезия и аэрофотосъемка. 2015. – № 5. – С. 166–170.
3. Гук А.П. Новый статистический подход к распознаванию лесных массивов / А.П. Гук, Л.Г. Евстратова // Региональные проблемы

дистанционного зондирования Земли: материалы III Междунар. науч. конф. – Красноярск: Изд-во Сиб. федер. ун-та, 2016. – С. 14 – 17.

4. Кокс Д. Теоретическая статистика / Д. Кокс, Д. Хинкли – М.: Изд-во Мир, 1978. – 560с.

5. Пантюшин В.А. Оценка информативности текстуры и структуры цифровых изображений // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2020. – № 6. – С. 48-53.

6. Фомин Я.А. Статистическая теория распознавания образов / Я.С. Фомин Я.А., Г.Р. Тарловский – М.: Изд-во Радио и связь, 1986. – 264 с.

УДК 528.7:528.482

Зорина В.В.

victoria.zorina10@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННО-ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Данные дистанционного зондирования применимы для получения информации о рельефе. Стереоскопическое изучение рельефа по космическим снимкам заключается в построении моделей рельефа по стереопаре с применением фотограмметрической обработки. Фотограмметрические методы получения данных о рельефе обладают множеством преимуществ, среди которых возможность по снимкам объекта получить числовую информацию сравнительно высокой степени густоты. Регулярность распределения данных – ключ успеха к получению ЦМР высокой точности для расчлененного рельефа, характерного для горной местности [2].

В работе использованы стереоскопические снимки солнечно-синхронной оптико-электронной спутниковой системы, предоставляющей оптические панхроматические и мультиспектральные изображения с высоким разрешением, качеством продукции и точностью определения местоположения изображения. Простота использования заключается в автоматическом ориентировании стереопары по *RPC коэффициентам* – коэффициенты

полиномов рациональных функций, метод быстрого позиционирования. Обеспечивают компактное представление геометрии сканируемой поверхности к изображению, позволяя выполнять фотограмметрическую обработку без физической модели камеры [1]. На данный момент построение цифровой модели рельефа по стереопаре снимков – нетривиальная задача, поскольку требуется знание возможностей различных программных обеспечений, с помощью которых возможно построение моделей. Для этого были рассмотрены следующие потенциальные ПО для решения этой задачи: ArcGIS PRO, Agisoft Metashape, Erdas Imagine, PHOTOMOD.

ArcGIS PRO. Может обрабатывать спутниковые изображения многих сенсорных платформ, при условии, что ориентирование изображения описывается моделью RPC-коэффициентов. Таким образом, для построения модели необходимы: коэффициенты RPC - эта модель либо встраивается в файл изображения, либо содержится в отдельном файле метаданных; ЦМР - входные данные высот используются для ортотрансформирования изображений во время уравнивания, возможно выбрать модель из имеющихся в ArcGIS, но рекомендуется использовать локальную ЦМР. Однако вариант использования этого софта был невозможен ввиду недостаточного количества результатов поиска общих точек снимков. Предполагалось, что для построения высокоточной ЦМР необходимо около 20 тысяч точек (при условии, что модель строится по двум стереопарам Pleiades), сравнительно регулярно расположенных по всей области построения. Однако алгоритм позволил найти значительно меньшее количество общих точек, порядка нескольких сотен, сгруппированных вдоль наиболее выступающих форм рельефа. Подобные результаты недопустимы для дальнейшего построения высокоточной модели, поэтому задача с использованием ArcGIS PRO в данном случае нерешаема [3].

Agisoft Metashape может обрабатывать панхроматические и мультиспектральные спутниковые изображения при условии, что для каждого изображения доступны достаточно точные данные о RPC-коэффициентах. В ходе выполнения построения ЦМР средствами этого софта можно выделить следующие этапы:

1. загрузка спутниковых снимков, загрузка дополнительного текстового файла, содержащего RPC и обладающего определенной архитектурой;
2. выравнивание снимков, поиск связующих точек. От точности выравнивания зависит количество найденных точек: чем выше точность, тем

меньшее количество точек будет найдено. Аналогично при низкой точности находится на 30% больше точек, что было установлено эмпирическим путем; оптимизация выравнивания камеры;

3. построение плотного облака точек. Таким образом, количество точек увеличивается в 100 раз. Аналогично третьему этапу, от качества построения плотного облака точек зависит их количество: чем меньшее качество задано в параметрах, тем более плотное облако будет построено.

Завершающим этапом является построение матрицы высот и ортомозаики по плотному облаку точек. Проведен эксперимент построения модели по панхроматическим снимкам стереопары, где разрешение составляет около 0.5 м/пикс и мультиспектральным снимкам с разрешением 2 м/пикс. При работе с панхроматическими снимками нахождение общих точек затруднено, результат выполнения алгоритма не удовлетворителен и не может использоваться для перехода к следующим этапам обработки. Облако точек, полученное по данным мультиспектральных снимков значительно объемнее и более подходит для дальнейшей обработки. Таким образом, определено следующее направление работ: улучшение разрешения мультиспектральных снимков путем технологии *Pansharpened image* – это процесс создания единого цветного изображения с высоким разрешением за счет панхроматического [4].

Erdas Imagine. Построение итоговой модели осуществлялось в *Erdas Imagine Toolbox – IMAGINE Photogrammetry*. Первоначально снимки автоматически ориентируются относительно друг друга. При автоматической фотограмметрической обработке используются RPC – коэффициенты и геометрическая коррекция по GTOPO 30 (или использование любой другой доступной ЦМР меньшего разрешения). Однако модуль позволяет параллельно с коэффициентами использовать набор точек с координатами и высотами для повышения точности трансформирования. На данный момент эта задача представляет собой интерес для осуществления разработки методик повышения качества выходной модели рельефа. При обработке происходит радиометрическая и геометрическая коррекция стереопары, автоматическое нахождение элементов ее внутреннего и внешнего ориентирования. Выходным результатом представляется растровое изображение – ЦМР, где значение каждого пиксела – абсолютная высота местности. Однако в процессе верификации модели установлено, что RPC-коэффициентов недостаточно для построения высокоточной модели рельефа, необходимо проведение

геодезических работ: построение регулярной сетки на основе координат и высот точек, измеренных GNSS-приемником на местности [5].

Подобный результат получен посредством специализированного программного обеспечения PHOTOMOD, где качество фотограмметрического моделирования рельефа напрямую зависит от качества и количества опорных точек. Распознанные на снимке опорные точки позволяют выполнить внутреннее ориентирование снимка – определение координат меток в миллиметрах согласно паспорта камеры (или пересчет согласно модели RPC, как в работе). Также есть возможность запросить значения расхождений координат после ориентирования, что позволит экспертно проконтролировать точность результатов. PHOTOMOD представляет собой классический набор инструментов, необходимых для опытного фотограмметриста, таким образом предопределяя математическую и геометрическую обоснованность качества построенной цифровой модели рельефа. Благодаря ручному режиму или непрерывному контролю расчетов со стороны человека, а также возможности использования геостатистического анализа результатов, их качество может быть выше, чем в предложенных выше методиках и инструментах обработки. Однако существенным недостатком определено количество времени, затрачиваемого на обработку стереопары.

Литература

1. Новаковский Б.А., Пермяков Р.В. Комплексное геоинформационно-фотограмметрическое моделирование рельефа: учебное пособие. – М.: Изд-во МИИГАиК. 2019. – 175 с.
2. Самсонов Т. Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты. — LAP Lambert Academic Publishing Saarbrücken, 2011. — 208 с.
3. Справочник по инструментам ArcGIS PRO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro.arcgis.com> (дата обращения 15.10.2020 г)
4. Agisoft Портал службы поддержки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agisoft.freshdesk.com> (дата обращения 15.10.2020 г)
5. Hexagon Geospatial Global Headquarters 305 Intergraph Way Madison, AL 35758, USA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hexagongeospatial.com> (дата обращения 30.04.2020)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ОДНОАСПЕКТНОГО
ТЕМАТИЧЕСКОГО АТЛАСНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Территориальная охрана природы – природоохранная деятельность, предполагающая выделение специальных участков для сохранения нетронутой, поддержания относительно сохранившейся и восстановления существенно измененной природной среды. Территориальная охрана природы, как правило, реализуется в процессе функционирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и является составной частью более общего понятия «Охрана природы», хотя и включает некоторые аспекты «Рационального природопользования» (табл. 1). В таблице серым оттенком выделена зона ООПТ.

Цель статьи оценить эффективность тематического атласного картографирования территориальной охраны природы для дальнейшего развития системы ООПТ в пределах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Оценка эффективности метода подразумевает выявление слабых мест, необходимости усиления или достаточности сложившейся системы ООПТ.

Методы

Метод одноаспектного атласного картографирования [1] был разработан и определен в ходе подготовки атласа «Охраняемые природные территории бассейна озера Байкал» [4], впервые единообразно представлявшего как российскую, так и монгольскую часть бассейна, и впоследствии был доработан и распространен на значительную по площади территорию азиатской части России при создании атласов «Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа» в 2012 г. [3] и «Особо охраняемые природные территории Дальневосточного федерального округа» в 2018 г. [2].

Таблица 1

Место территориальной охраны природы

ОХРАНА ПРИРОДЫ			
Территориальная		Объектная (на природных и технологических объектах)	
Территориальное планирование с целью снижения нагрузки на природные территории (ТерКСОПы, БПТ, ландшафтное планирование, прокладка тоннелей под природными территориями и т.п.)	ООПТ основных категорий (заповедники, национальные и природные парки, заказники)	ООПТ иных категорий (памятники природы, ботанические сады, дендропарки)	Создание видовых генофондов (коллекции семян, зоопарки, собрания генных материалов и т.п.)
Выделение специальных территорий для интенсивного воспроизводства биотических ресурсов (охотхозяйства, лесоводческие участки, частные, территории)	Природные территории для развития особых видов использования природных ресурсов (рекреационные территории, курорты и лечебно-оздоровительные местности, территории традиционного природопользования малочисленных народностей)	Новые технологии на ООПТ (обустройство экологических троп, участков для познавательного туризма)	Новые технологии в промышленности и сельском хозяйстве (снижение аэропромвыбросов, объема использования природных ресурсов, генная инженерия, клонирование и т.п.)
Оптимальное размещение хозяйственных объектов		Новые технологии	
Территориальное		Объектное (на природных и технологических объектах)	
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ			

Тематическое атласное картографирование в решении комплексной задачи отображения системы ООПТ предполагает использование адекватной формы представления их ландшафтной структуры. В основе метода одноаспектного картографирования – сравнительная визуализация одного географического аспекта (ландшафтной структуры) для множества объектов (ООПТ) в отличие от традиционного подхода в представлении множества аспектов для одного географического объекта (административного региона, природной области, озера и др.).

Метод демонстрирует ландшафтную репрезентативность для каждой из ООПТ федерального и регионального значения. Он позволяет провести наиболее полный анализ результативности сложившейся системы с точки зрения территориальной охраны природы, а также выявить ее недостатки в представленности ландшафтного разнообразия.

Составление ландшафтных карт конкретных ООПТ базировалось на анализе литературных источников и опубликованных тематических карт (геоморфологических, почв, растительности, ландшафтов), топографических карт, космических снимков и на результатах полевых работ в границах отдельных ООПТ Сибири и Дальнего Востока.

Обсуждение результатов

Обсуждаемые атласы содержат средне- и мелкомасштабные ландшафтные карты ООПТ основных категорий, значимых для сохранения ландшафтного разнообразия и имеющих существенные площади. К таким категориям среди федеральных ООПТ относятся заповедники, национальные парки и заказники федерального значения, из региональных – природные парки, заказники регионального значения и ресурсные резерваты. Иные категории ООПТ (памятники природы, ботанические сады, дендропарки и пр.) отнесены авторами к условно менее значимым для сохранения в естественных условиях ландшафтного разнообразия и представлены в Атласе в виде сводных таблиц с первичными данными о них. Но следует отметить уникальную ситуацию с памятниками природы в Сахалинской области, где они зачастую занимают бóльшую площадь, чем отдельные заказники.

Исследование эффективности территориальной охраны природы начинается с оценки сложившейся системы ООПТ Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (СФО и ДФО), особенностей их природоохранного режима и ландшафтной структуры. Оба округа в сумме

составляют 2/3 от площади России и на период создания атласов были примерно равны по площади.

Среди охраняемых территорий основных категорий к моменту издания атласа в 2012 г. в СФО насчитывалось 44 ООПТ федерального значения (21 заповедник, 7 национальных парков и 16 заказников) и 197 ООПТ регионального значения (10 природных парков и 187 заказников).

Из всех охраняемых территорий ДФО 41 ООПТ относится к федеральным (заповедников 25, национальных парков 7, заказников федерального значения 9), 192 – ООПТ регионального значения (13 природных парков, 116 заказников регионального значения, 63 ресурсных резервата). В настоящее время в СФО насчитывается 43 ООПТ федерального значения (21 заповедник, 8 национальных парков и 14 заказников федерального значения) и 219 ООПТ регионального значения (10 природных парков и 209 заказников регионального значения).

В целом в ДФО число ООПТ меньше чем в СФО (на момент создания атласов – 232 и 241 соотв.), но их общая площадь и доля на Дальнем Востоке выше соответственно в 3 и в 2,5 раза: в ДФО – 95200 тыс. га (15,5%); в СФО – 31058 тыс. га (6,1%). Число ООПТ по основным категориям сопоставимо, и в большинстве случаев в СФО их даже больше, но их суммарные площади не в пользу Сибири. Например, заповедников в СФО насчитывается 21 (общая площадь 1 396 1190 га), в ДФО – 25 (13 289 136 га); национальных парков в СФО – 7 (2 579 588 га), в ДФО – 7 (4 346 734); природных парков в СФО – 10 (1 124 138 га), в ДФО – 13 (10 522 261 га); региональных заказников в СФО – 187 (10 038 003 га), в ДФО – 116 (19 008 020 га).

Системы ООПТ существенно разнятся и между субъектами РФ, входящими в СФО и ДФО с границами по состоянию на 2018 г. (табл. 2 и 3).

Наибольшее число региональных ООПТ в СФО создано в Красноярском и Алтайском краях. Максимально охвачена природоохранным режимом Республика Алтай (1/4 от площади субъекта РФ), в наихудшей ситуации – Иркутская и Томская области (менее 4%). Без учета значительного по площади Тункинского национального парка (границы которого совпадают с одноименным районом, в связи с чем его управление и природоохранный статус пока не могут быть признаны эффективными, но формально он значительно повышает долю ООПТ в республике) для остальной части Республики Бурятия доля ООПТ составляет 5,62%. В целом наиболее значимы пока для СФО заповедники и заказники регионального значения, общие

площади этих категорий ООПТ сопоставимы.

Таблица 2

Распределение ООПТ регионального и федерального значения в пределах СФО

Субъекты РФ в СФО	Алтайский край	Республика Алтай	Республика Бурятия	Иркутская область	Забайкальский край	Кемеровская область	Красноярский край	Новосибирская область	Омская область	Томская область	Республика Тыва	Республика Хакасия	Общее число, шт.	Общая площадь, тыс. га	Доля от площади СФО, %
Категории ООПТ															
Заповедники	1	2	3	2	2	1	7				2	1	21	13961	2,71
Национальные парки		1	2	1	2	1	1						8	3246	0,63
Заказники федерального значения			3	2	2		3	1	2			1	14	3109	0,60
Природные парки	1	4	1				1		1		1	1	10	1729	0,34
Заказники регионального значения	37	2	13	13	18	12	40	24	13	18	14	5	209	11132	2,16
Общее число, шт.	39	9	22	18	24	14	52	25	16	18	17	8	262		
Общая площадь, тыс. га	764	2296	3090	2634	2621	1302	14412	1423	630	1209	1891	905		33177	6,45
Доля от площади субъекта РФ, %	4,55	24,71	8,80	3,40	6,07	13,60	6,09	8,01	4,46	3,85	11,22	14,70			

В ДФО наиболее высокая доля ООПТ от площади региона наблюдается в Республике Саха (Якутия) и в Камчатской области (21,5% и 18% соотв.), наименьшая площадь – в Магаданской области (4,5%). Благодаря относительно лучшей доступности территории хорошо развиты системы ООПТ и их охрана в Приморском крае, Амурской области, Еврейской автономной области и Сахалинской области. В Якутии есть только 2 ООПТ федерального значения, но очень широка система региональных ООПТ. В частности наибольшую

площадь занимают ресурсные резерваты, более того, в отношении всей территории ДФО доля якутских резерватов составляет почти 8%. Можно спорить об эффективности этой категории ООПТ в деле сохранения природных комплексов, но для предохранения территории от воздействий интенсивных видов хозяйственного использования они играют значимую роль. При относительно небольшой площади отдельных заказников регионального значения их многочисленность позволяет кратно превысить площадь всех заповедников ДФО.

Таблица 3

Распределение ООПТ регионального и федерального значения в пределах ДФО

Субъекты РФ Категории ООПТ	Амурская область	Еврейская автономная область	Камчатский край	Магаданская область	Приморский край	Сахалинская область	Хабаровский край	Чукотский автономный округ	Якутия, республика	Общее число ООПТ, шт.	Общая площадь, тыс. га	Доля от площади ДФО, %
Заповедники	3	1	3	1	6	2	6	1	2	25	13289	2,15
Национальные парки					4		2	1		7	4347	0,70
Заказники федерального значения	2		1			1	5			9	1178	0,19
Природные парки	1		1		1	1	3		6	13	10522	1,71
Заказники регионального значения	32	5	11	6	10	11	23	5	13	116	19008	3,08
Ресурсные резерваты									63	63	46856	7,60
Общее число ООПТ, шт.	38	6	16	7	21	15	39	7	84	233		
Общая площадь, тыс. га	3656	422	8393	2073	2692	781	5700	5345	66138			
Доля от площади субъекта РФ, %	11,10	11,64	18,08	4,48	16,35	8,96	7,24	7,41	21,45			

В отличие от СФО (0,34%) природные парки Дальнего Востока занимают важное место в системе ООПТ (1,7%). Наиболее явно это проявляется в Якутии (6 ООПТ) и на Камчатке, где единый природный парк «Вулканы Камчатки» создан из четырех ранее самостоятельных довольно обширных природных парков. Наименьшую относительную площадь в ДФО занимают национальные парки и заказники федерального значения. На фоне обоих округов максимальное число территорий федерального значения расположено в Хабаровском крае (13 ООПТ) и Красноярском крае (11 ООПТ).

Для оценки охвата существующими ООПТ ландшафтного разнообразия необходимо построение подробных ландшафтных карт для каждой из них. Для подавляющего числа ООПТ карты ландшафтов ранее не составлялись. Например, авторами Атласа выполнены 272 ландшафтные карты для 233 ООПТ ДФО (для территорий, состоящих из 2 и более участков, карты составлялись для каждого кластера).

В процессе картографирования ООПТ выявлены следующие институциональные проблемы.

1. Наблюдается несоответствие площади некоторых ООПТ в формально утвержденных положениях о них и в сведениях земельных кадастров ООПТ. При построении на карте границы охраняемых территорий в соответствии с ее официальным описанием в утвержденном положении ООПТ, реальная площадь охраняемой территории часто не соответствует площади, указанной в том же положении. Во многих регионах сейчас идет процесс исправления ситуации в связи с необходимостью постановки границ ООПТ на учет в кадастре недвижимости (Росреестр РФ). Сложности возникают и с представлением достоверной информации в Атласе, т.к. данные земельного кадастра о площади ООПТ часто отличаются от официально утвержденных в положении об ООПТ.

2. Встречаются институциональные наложения в связи с местонахождением участков двух ООПТ на одном и том же выделе карты. Наиболее ярко эти противоречия были выявлены в Камчатском крае, где при создании природных парков не были дезавуированы положения четырех заказников регионального значения, находящихся в тех же местах: «Берег Чубука», «Ичинский», «Налычевский мыс» и «Три вулкана». Сходные проблемы обнаружены в отношении ресурсных резерватов, ихтиологических заказников и экологических коридоров Хабаровского края и Приморья, территории которых налагаются на территории иных ООПТ. Несмотря на формальное функционирование этих ООПТ, авторами было решено не

отражать в Атласе одну и ту же территорию в границах двух ООПТ, не учитывать дважды площади ООПТ в сводных данных и не представлять в Атласе ландшафтные карты одной из «налагающихся» ООПТ с учетом важности их категории.

При использовании одноаспектного атласного картографирования выявляется репрезентативность системы ООПТ азиатской части России. В целом распределение ООПТ неравномерно, наибольшая их часть размещена в полосе расселения – в южной части рассматриваемых федеральных округов, это особенно ярко выражено в системе ООПТ СФО.

Заповедники хорошо представлены в арктопустынной и тундровой зонах (Усть-Ленский, Остров Врангеля, Командорские острова). В целом в ДФО распределение заповедников выглядит более равномерным, чем в Сибирском округе, в том числе в отличие от сибирской ситуации и в северо- и среднетаежных зонах, благодаря Олекминскому, Джугджурскому, Кроноцкому и Магаданскому заповедникам.

Заказники регионального и федерального значения в целом повторяют ситуацию заповедников.

Все национальные парки в ДФО сосредоточены в южных горах, и эту тенденцию нарушают только приполярный парк «Берингия» (Чукотский АО) и в Охотском море «Шантарские острова» (Хабаровский край).

Природные парки – относительно новая категория региональных ООПТ – шире охватывают биотическое и ландшафтное разнообразие в ДФО, чем в Сибирском округе, при чем особенно выделяются значительные по площади парковые территории Якутии и Камчатки.

Уникальная ситуация сложилась в республике Саха (Якутия). Здесь, благодаря сохранившемуся разделению природоохранного и ресурсопользовательских министерств, удастся эффективно развивать систему ООПТ. Важно, что в отличие от встроившихся в «управленческую вертикаль» иных субъектов РФ в ДФО, здесь сохраняются собственные категории региональных ООПТ: ресурсные резерваты, охраняемые ландшафты, зоны покоя, уникальные озера, что позволяет в большей степени учитывать специфику региона.

Заключение

С учетом рекомендаций Конвенции ООН о биологическом разнообразии доля ООПТ в странах, подписавших Конвенцию, к 2020 г. должна быть не менее 17%. В связи с этим, а также тем, что в границах СФО и ДФО еще

сохранились значительные нетронутые человеческой деятельностью пространства, эти цели вполне достижимы.

Подготовка и издание Атласа решили несколько задач:

- Атлас обобщает информацию обо всех ООПТ федерального и регионального значения в ДФО, и представляет ландшафтную структуру каждой из отдельных функционирующих охраняемых территорий.
- Существенная по объему составленная база данных о системе ООПТ позволяет определить равномерность размещения исследуемых объектов, их площадную долю как в мегарегионах, так и посубъектно.
- Полученная новая картографическая информация позволяет провести анализ ландшафтной репрезентативности ООПТ в пределах СФО и ДФО, а также по отдельным субъектам РФ, что необходимо для дальнейшего планирования территориальной охраны природы.
- Уточненная картографическая информация вычленяет институциональные наложения в отношении ООПТ и стимулирует учреждения, курирующие деятельность ООПТ, преодолевать их.
- Метод одноаспектного атласного картографирования позволяет сфокусироваться на представленности ландшафтного разнообразия в сложившейся территориальной охране природы.

Литература

1. Калихман Т.П. Метод одноаспектного атласного картографирования в оценке эффективности охраняемых природных территорий // Газаруйн асуудлууд (журнал «Вопросы географии» МонГУ, Улан-Батор), 2010. – № 9 (334). – С. 13-22.
2. Калихман Т.П., Бардаш А.В., Богданов В.Н., Огородникова Л.Ю., Климина Е.М., Бочарников В.Н. Особо охраняемые природные территории Дальневосточного федерального округа. Атлас. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. – 588 с.
3. Калихман Т.П., Богданов В.Н., Огородникова Л.Ю. Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа. Атлас. – Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2012. – 384 с.
4. Савенкова Т.П. Охраняемые природные территории бассейна озера Байкал Атлас. – Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2002. – 96 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Московский государственный университет геодезии и картографии
(МИИГАиК)

Ежегодно на поверхности Земли происходят закономерно чередующиеся сезонные явления природы, причем для каждой территории свойственны свои сезонные изменения и календарные сроки их наступления, которые в свою очередь непостоянны. Под фенологией принято понимать систему знаний о сезонных явлениях природы, о сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки. Наиболее развернутое определение фенологии было сформулировано советским фенологом А.И. Руденко: «Фенология - наука, изучающая закономерности сезонного развития растительного и животного мира, а также явлений неорганической природы, в их взаимосвязи и взаимодействии».

Полноценное развитие и применение фенологии обеспечивается при помощи фенологических сетей. Это организации и сообщества, занимающиеся сбором, хранением и систематизацией фенологических данных, обработкой результатов фенологических наблюдений, выявлением географо-фенологических закономерностей. Также они определяют правила и методологию сбора и отражения фенологической информации. Фенологические сети достаточно развиты по миру. Так, в Китае, США и европейских странах они востребованы на национальном уровне. В России же фенологическими наблюдениями занимается преимущественно только Русское Географическое Общество (РГО).

Для визуализации результатов фенологических наблюдений широко применяются фенологические карты. В большинстве своем они содержат информацию о сезонной изменчивости органического мира, отображают динамику явлений природы и других показателей циклической ритмики ландшафтов и их компонентов. В зависимости от того, для какого компонента

природного комплекса показана на картах сезонная ритмика, выделяют: литофенологические, педофенологические, гидрологические, метеофенологические, зоофенологические и фитофенологические карты [4]. Особый вид представляют собой карты, объединяющие сведения о сезонной ритмике ряда компонентов природного комплекса. Примером служит карта «Сезонная ритмика ландшафтов» в Атласе Забайкалья [1]. Основную группу фенологических карт составляют карты, индицирующие сезоны и субсезоны года.

В комплексных атласах преимущественно даются фитофенологические и зоофенологические карты. Сведения о сезонных изменениях других компонентов природы приводятся на картах, посвященных характеристике соответствующего компонента: гидрологических, почвенных и др.

Назначение фенологических карт довольно разнообразно, они могут применяться в лесном, сельском и охотничьем хозяйствах, в отраслях промышленности, для целей экологического анализа, в здравоохранении и медицине и т. п. Приведем основные примеры использования фенологических карт в различных отраслях экономики. При этом практическая значимость фенологических карт не ограничивается отдельными отраслями и может быть расширена за счет усовершенствования методики составления и разработки нового содержания карт.

В лесном хозяйстве фенологические карты помогают при планировании лесокультурных работ, например, при сборе семян, ягод, грибов, лекарственных растений; показывают время пожароопасных периодов в лесах и т.д. Результатом исследований по таким картам может служить календарь лесокультурных работ.

В сельском хозяйстве фенологические карты используются при планировании и организации сельскохозяйственных работ, для районирования сельскохозяйственных культур и отдельных их сортов, а также для прогнозирования урожая. Карты отражают ритмику культурных сельскохозяйственных растений и помогают определить сроки и стоимость проведения сезонных работ, потребность в рабочей силе. Так, по картам, на основе изучения фенологических явлений на конкретной территории, можно определить благоприятные периоды таких сельскохозяйственных работ как посев культур, прореживание, прополка, окучивание, полив, внесение удобрений, сенокос, отгон скота и другие. В пчеловодстве фенологические карты отражают продолжительность цветения медоносных растений.

Для охотничьего хозяйства используются серии фитофенологических карт, характеризующие период созревания плодов и семян, употребляемых в пищу животными и птицами. Также по картам можно определять сроки охоты для конкретного района.

В отраслях промышленности прежде всего следует отметить карты сезонных фаз технических растений: эфирносов, дубителей, смолоносов, камедоносов и др [6]. Для целей экологического анализа фенологические карты могут использоваться в качестве индикатора условий среды и т.д.

Важной областью применения фенологических карт является здравоохранение и медицина. Здесь можно отметить решение задач по отслеживанию сезонного развития переносчиков возбудителей болезней, по массовой заготовке лекарственных растений. Особое прикладное значение имеют фитофенологические карты, отражающие фенологические стадии активности растений-аллергенов. В сезон агрессивного пыления растений, страдающие от поллиноза люди, обратившись к такой карте, получают важную информацию о том, где можно переждать активную фазу пыления, а также узнать прогноз длительности пыления, основанный на многолетних наблюдениях. Стоит отметить, что полноценной программы пыльцевого мониторинга на территории России не существует.

Общие принципы составления фенологических карт были установлены еще в 60–70-ые годы XX века. Среди немногочисленных работ, посвященных фенологическому картографированию, следует выделить работы Малышевой Г.С. [4] и Шульца Г.Э. [5,6], а также монографию «Комплексные региональные атласы» под редакцией Салищева К.С. [2].

В настоящее время при создании разнообразных тематических карт широко используются геоинформационные системы. В фенологическом картографировании ГИС-технологии применяются в первую очередь для обработки и анализа статистических данных по выбранному фенологическому индикатору, а также для автоматизированного построения статистической поверхности выбранным методом интерполяции и создания изолиний. К сожалению, в настоящее время вопросам создания фенологических карт уделяется незаслуженно мало внимания. При этом технологию и методику создания фенологических карт необходимо привести в соответствие современному технологическому уровню создания тематических карт.

На кафедре картографии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) ведутся исследования и

экспериментальные разработки по автоматизации процессов атласного и тематического картографирования [3]. В фенологическом картографировании можно выделить следующие основные направления работ:

1. Оптимальный выбор картографируемых фенологических индикаторов в зависимости от природных и экономических показателей территории.

2. Разработка новой системы классификации и кодирования фенологических карт, отражающей полноту их содержания и современное состояние.

3. Автоматизированное создание общегеографической основы фенологических карт на основе картографической базы данных.

4. Согласование тематического содержания с общегеографической основой для обеспечения оптимальной густоты и графической нагрузки фенологических карт.

5. Создание справочно-поисковой системы изданных фенологических карт на основе геопортальных решений.

6. Разработка новых видов фенологических карт, в том числе интерактивных, для широкого круга пользователей.

Решение поставленных задач обеспечит соответствие технологии создания фенологических карт современным возможностям, а также обеспечит оперативность создания фенологических карт и повысит их качество.

Литература

1. Атлас Забайкалья. – М.; Иркутск: Изд-во ГУГК, 1967. – 176 с.
2. Комплексные региональные атласы / под ред. К.А. Салищева. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976.
3. Крылов С. А., Загребин Г. И., Дворников А. В., Логинов Д. С., Фокин И. Е. Теоретические основы автоматизации процессов атласного картографирования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2018. – Т. 62. – № 3. – С. 283–293.
4. Малышева Г.С. Методическое руководство по составлению фитофенологических карт: Учебное пособие. - Л.: Изд-во «Наука», 1968. - 69 с.
5. Шульц Г.Э. Общая фенология: учебное пособие – Ленинград, Наука. АН СССР, Географическое Общество СССР 1981.
6. Шульц Г.Э. Фенологические карты и возможности их применения в геоботанике. В кн.: Принципы и методы геоботанического картографирования. М.-Л., 1962.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ

Океанографический институт им. Н.Н. Зубова

Для эколого-геоморфологической оценки городов и слабо урбанизированных территорий широко применяются ГИС. Зачастую подобные исследования являются комплексными вследствие того, что параметры и характеристики для оценки отличаются друг от друга по своему содержанию, и необходим универсальный способ работы с ними. В зарубежных исследованиях параметрами для *экологической* оценки окружающей среды, как правило, являются: загрязнение (вод, почвы) и выбросы (качество воздуха), рациональное природопользование, здоровье местного населения, экономика, политика [1]. К совокупности указанных выше параметров при *эколого-геоморфологической* оценке добавляют такие показатели, как тип рельефа, уклон поверхности, гипсометрия, литология, растительность [2]. В отечественных исследованиях показатели для эколого-геоморфологической оценки наиболее полно представлены в работе Э.А. Лихачевой и Д.А. Тимофеева [3].

Автором для проведения эколого-геоморфологической оценки была выбрана территория Удмуртии. С одной стороны, хорошо освоенный регион, где ведется нефтедобыча, имеются предприятия черной и цветной металлургии. С другой стороны, сельская местность, которая в целом исследовалась в данном вопросе существенно меньше, чем города. На основе эколого-геоморфологической оценки территории, предложенной Э.А. Лихачевой и Д.А. Тимофеевым [3], проектных рекомендаций [4-5] была разработана структура оценки эколого-геоморфологических условий жизни человека на территории Удмуртии. Она включала анализ природных и природно-антропогенных условий [6]. В блоке природных условий оценивались геолого-геоморфологические, гидрологические, гидрогеологические, микроклиматические и почвенно-растительные показатели. Раздел природно-

антропогенных условий включал следующие показатели: учет рельефа в планировке населенных пунктов, особенности расположения культурно-исторических памятников в рельефе как индикатор выбора наиболее привлекательных для данного времени геоморфологических условий. Для этих разделов были созданы две крупные базы данных (рис.): 1) по населенным пунктам (562 поселения численностью от 500 до 20 000 человек) и 6 городам республики, которые были рассмотрены отдельно (численность от 95 000 до 642 000 человек); 2) по 172 памятникам истории и архитектуры. Также была создана небольшая база данных по геоморфологическому положению древних поселений (городищ, стоянок).



Рис. Схема проведения эколого-геоморфологической оценки территории Удмуртии

Структурировать весь объем данных и представить результаты стало возможным благодаря использованию ГИС-технологий. Работа проводилась в программном продукте ArcGIS Desktop 10.3 на основе открытых данных формата SRTM с разрешением 90x90 м. Кроме ЦМР использовались топографические карты масштабов 1:220000, 1:200000, 1:100000. С помощью модуля 3D Analyst была получена векторная карта горизонталей с сечением 50 м в проекции Pulkovo1942 GK Zone 9N. Были построены карты:

морфометрические, геоморфологическая, геоморфологического и эколого-геоморфологического районирования и др. (рис.). Также автором были созданы слои с информацией о геоморфологическом положении населенных пунктов, памятников истории и архитектуры, проведен бассейновый анализ для сравнения древнего и современного расселения. Отдельно была посчитана плотность сельского населения по муниципальным образованиям по данным последней переписи 2010 г. [7] и gis-lab.info [8], которая впоследствии анализировалась с речными бассейнами и экологическими параметрами. Фактический материал в исследовании был представлен весьма разнородными данными (векторными, растровыми). Преимущество использования ГИС обусловлено возможностью работы с разными типами данных и представления результатов работы в виде карт. Анализ геоморфологического строения был дополнен данными пространственно-временных особенностей размещения населения. Таким образом, использование ГИС-технологий является универсальным инструментом при проведении эколого-геоморфологических исследований.

Литература

1. Li He Chai, Dron Lha. A new approach of deriving indicators and comprehensive measure for ecological environmental quality assessment / Ecological Indicators. Том 85. 2018. – С.716–728.
2. Zhi Yang, Wenping Li, Xiaoqin Li, Qiqing Wang, Jianghui He. Assessment of eco-geo-environment quality using multivariate data: A case study in a coal mining area of Western China / Ecological Indicators. Том 107. 2019. Номер статьи: UNSP 105651.
3. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: Словарь-справочник. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. – 240 с.
4. Справочник проектировщика: градостроительство / Под общ. ред. В.Н. Белоусова. – М.: Стройиздат, 1978. – 367 с.
5. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – 120 с.
6. Кириллова А.В. Эколого-геоморфологическое районирование территории Удмуртии: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук: 25.00.25. – Москва, 2017. – 158 с.
7. <http://www.gks.ru>
8. gis-lab.info

**СТАЦИОНАРНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РАЙОНА МУНКУ-САРДЫК В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИРКУТСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
Иркутский государственный университет

Рассматривается территория горного массива Мунку-Сардык как научный полигон для гляциологических, геологических и ландшафтных исследований. Совместные экспедиции институтов Иркутского научного центра и Иркутского госуниверситета позволили провести оригинальные научные исследования и даже открыть гляциологические объекты. Этот полигон рассматривается с двух позиций – как рекреационная зона с элементами спортивного и познавательного туризма и как территория научных и практико-учебных исследований (рис.).

Полигон расположен в уникальном легкодоступном районе и представляет собой своеобразный высокогорный стационар для проведения различных гляциологических, геологических и ландшафтных исследований. В географическом плане это территория горного массива Мунку-Сардык, представляющего собой самую крайнюю южную и самую высокую часть Восточного Саяна. Охваченная исследованиями площадь составляет 293,67 кв. км и включает прилегающие к горе Мунку-Сардык территории, как со стороны России, так и Монголии. Максимальная абсолютная высота территории составляет 3491 м (г. Мунку-Сардык), минимальная — 1450 м (урез устья р. Бугота). В связи с этим, амплитуда, размах или энергия рельефа территории составляет 2041 м.

На полигоне с 2002 года ведутся режимные работы студенческо-преподавательского клуба практической геопедагогики Портулан при ИГУ совместно с Институтом географии им. В.Б.Сочавы СО РАН и с эпизодическим участием ИЗК СО РАН. Научно-исследовательские полевые работы начинаются в майские праздники, когда территория еще сохраняет все

признаки зимнего состояния природы, гляциальных объектов, наледей и снежного покрова, затем следует вынужденный перерыв, связанный с учебной деятельностью (сессия, другие учебные практики) и продолжаются с начала третьей декады июля, когда гляциологические объекты освобождаются от снега и вступают в стадию абляции или, когда нивальные образования находятся в летнем режиме существования. Заканчиваются стационарные исследования, как правило, в середине августа, когда гляциологические объекты и наледи часто уже находятся перед самым началом перехода к зимним условиям, т.е. покрываются снегом и вступают в стадию зимней «спячки» и накопления льда.

Рис. Орогидрографическая схема района работ 1 – хребты, 2 – главный водораздельный хребет рек Ока и Иркут, 3 – второстепенные хребты с абсолютными отметками главных вершин, 4 – перевалы и их абсолютные отметки, 5 – ледники, 6 – реки со значениями урезов вод, 7 – заболоченность

В весенний период полевых стационарных исследований проводятся научно-исследовательские работы: изучаются наледи в стадии максимального накопления, оценивается зимний запас снега на леднике Перетолчина и степень антропогенной нарушенности территории в период максимальной туристической нагрузки, а также проводятся другие научно-исследовательские работы.

Полигон как рекреационная зона с элементами спортивного и познавательного туризма. Относительная доступность массива Мунку-Сардык, накопленные результаты полевых описаний за 120 лет, обнаруженные нашими экспедициями новые ледниковые образования позволяют считать этот район уникальным ключевым участком для выявления тенденций развития горных и нивально-гляциальных геосистем, строить реконструктивные и прогнозные модели развития горных ландшафтов в условиях все повышающегося антропогенного влияния. Поэтому обучающие исследования посвящены не только изучению природных объектов и ландшафтов, но и анализу, оценки рекреационной нагрузки, разработки познавательных маршрутов для туристов. В этом ключе были обследованы все стоянки территории, опасные места и построены соответствующие карты.

Полигон как территория научных и практико-учебных исследований. В процессе полевых исследований с 2002 по 2019 гг. здесь были проведены следующие научно-исследовательские работы студентов (НИРС) под руководством преподавателей и научных сотрудников СО РАН.

1. Одним из основных объектов исследования является главный ледник массива — ледник Перетолчина. Это типичный каровый ледник, занимающий северный цирк под высочайшей вершиной Восточных Саян Мунку-Сардык (3491 м). История изучения данного ледника одна из самых продолжительных для Южной Сибири [4]. Еще в 1898 году С.П. Перетолчин начал первые описания ледника и наблюдение за погодой этой территории. В 1900 г. он установил минимальный термометр и вел наблюдение в течение 7 лет. С 2006 г. нами продолжено наблюдение за минимальной температурой с использованием этого термометра. Кроме того, на разных высотных уровнях установлены современные метеорологические устройства — термохроны и автоматизированные метеостанции. С использованием космоснимков различной разрешающей способности ведется мониторинг площади и длины ледника, реконструирована схема ледника, построенная С.П. Перетолчиным, проводится GPS-метрия (отмечается граница открытой части ледника и его высотный сдвиг), составлена ландшафтная структура полигона и проведены дендроклиматические исследования [5]. В 2014 году впервые на нижней части ледника Перетолчина было проведено георадарное профилирование для определения толщины льда и оценки массы льда с сотрудниками Института земной коры СО РАН и Иркутского политехнического университета. В 2016 и 2017 годах такие работы были проведены на значительно большей площади

ледника с оптимальными параметрами, что позволило построить 3D-модель ледника, выделить его компоненты (слои: фирна, чистого льда, донных морен, особенности ложа ледника) и определить их объем [1]. В 2018 году аналогичное исследование было проведено на втором по величине ледника Радде.

2. Дана детальная геоморфологическая характеристика гляциального рельефа полигона [2].

3. С все возрастающей от года к году детальностью с 2002 года ведутся режимные наблюдения за наледями. В результате чего стало возможным выделить новый тип наледей — высокогорный, наледные образования которого располагаются в нисходящей гипсометрической последовательности рельефоформирующих современных процессов сразу же за зонами современного оледенения района (подземного — глетчерного и наземного — открытых частей каровых ледников), определить их генезис [3]. По этой теме написаны и защищены дипломная работа бакалавра и диссертация магистра.

4. Для обоснования и понимания процессов динамики и объемов наледообразования проведен «морфометрический» анализ гидросети района, подсчитаны площади и объемы всех наледей, выявлены порядки рек, высчитаны площади водосборных бассейнов всех наледных рек.

5. Закартированы и определены температуры всех подземных источников в той или иной мере влияющие на формирование наледей района.

6. Определены предварительные границы и уточнены объемы современного оледенения.

7. Выделены и описаны своеобразные вертикальные ступени состояния природных процессов, влияющих на развитие современного горного рельефа и нивально-гляциальных объектов [3].

8. В течение календарного года четырьмя автоматическими метеостанциями были проведены исследования микроклимата главной рекреационной зоны горы Мунку-Сардык — долины рек Белого Иркутта и Мугувек.

9. Выявлена геологическая роль наледей в формировании оригинальных — наледных — форм рельефа и транспортировке рыхлого обломочного материала.

10. В рамках научных и учебных работ используются современные приборы (лазерная сканирующая система, георадар, GPS-навигаторы, лазерные

дальномеры и др.) и современные ГИС-технологии для обработки материалов исследований и данных дистанционного зондирования Земли.

11. В полевой сезон 2017 г. начато детальное изучение геологического строения территории полигона, по результатам которых написаны дипломная работа бакалавра и диссертация магистра.

12. За все время работы клуба на полигоне в той или иной степени в НИРС приняло участие 19 студентов, четыре аспиранта СО РАН, которыми было написано и защищено по вышеуказанным научным направлениям пять дипломных работ бакалавра, две магистерские и одна кандидатская диссертации. Общее количество опубликованных членами клуба Портулан научных работ по полигону на февраль 2018 г. составляет 71 работа. Отчеты полевых экспедиций клуба опубликованы и легкодоступны в электронном варианте в сети Интернет.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ № 20-05-00253А
«Трансформация геосистем Байкальской природной территории».*

Литература

1. Китов А.Д., Гладков А.С., Лунина О.В., Плюснин В.М., Иванов Е.Н., Серебряков Е.В., Афонькин А.М. Изменения мощности ледника Перетолчина (Восточный Саян). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2017. – Т. 23, Ч. 1. – С. 405–417. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-405-417.

2. Коваленко С.Н. Гляциальная геоморфология района г. Мунку-Сардык. Статья 3. Статистический геоинформационный анализ форм локального оледенения [Электронный ресурс] / С.Н. Коваленко // Вестник кафедры географии ВСГАО. – 2013. – № 1–2 – С. 47–62.

3. Коваленко С.Н. Типы горного рельефа и происхождение наледей в районе горы Мунку-Сардык / С.Н. Коваленко, Э.В. Мункоева // Вестник кафедры географии ВСГАО. – 2013. – № 3–4 (8). – С. 24–44.

4. Kitov A.D., Kovalenko S.N., Plusnin V.M. The results of 100-year-long observations of the glacial geosystem dynamics in the Munku-Sardyk massif // Geography and natural resources, 2009. – Vol. 30, No 3. – P. 272–278. DOI:10.1016/j.gnr.2009.09.012.

5. Suvorov E.G., Kitov A.D. Variability in Natural Conditions of the Periglacial Zone of the Munku-Sardyk Massif (Eastern Sayan) // Geography and Natural Resources, 2017, Vol. 38, No. 1. P. 101-110. <https://doi.org/10.1134/S1875372817010139>.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В СОЦИАЛЬНО- ГИГИЕНИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

¹Воронежский государственный университет

²Воронежский государственный медицинский университет

Развитие системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ), ведущегося на базе учреждений Роспотребнадзора, в настоящее время проходит в тесном взаимодействии с различными системами, которые функционируют в других ведомствах, в частности, с мониторингом окружающей среды и метеофакторов (Росгидромет), мониторингом заболеваемости населения (Минздрав) и другими, что необходимо для повышения эффективности риск-ориентированного надзора [1].

Вместе с тем, только при эффективном взаимодействии Роспотребнадзора с другими ведомствами можно повысить объективность информации о качестве среды обитания человека, что снизит неопределенности, имеющиеся при проведении количественной оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием техногенных факторов окружающей среды [2].

Во взаимодействии этих систем уже на современном этапе с применением геоинформационных технологий проводится медико-гигиеническое ранжирование территорий, анализ причинно-следственных связей между средой обитания и состоянием здоровья населения. Такое взаимодействие систем обеспечивает научное обоснование управленческих решений разного уровня, ориентированных на улучшение санитарно-эпидемиологической обстановки и повышение эффективности мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности населения.

По результатам мониторинга в ежегодном режиме подготавливаются информационно-аналитические материалы, которые размещаются на сайтах территориальных Управлений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Общими задачами, встающими перед системой мониторинга, реализуемого на основе автоматизированных геоинформационных систем, являются:

- 1) увеличение количества единиц информации в фондах;
- 2) повышение качества подготовки материалов для обоснования управленческих решений по обеспечению гигиенической безопасности населения;
- 3) разработка новых актуальных тем исследований, в том числе по результатам обратной связи с населением.

Повышение качества подготовки материалов достигается путем:

- 1) определения уточненных стратегических (долгосрочных) и тактических (краткосрочных) целей для интегративной возможности применения в области разработки адекватных управленческих решений по обеспечению гигиенической безопасности населения;

- 2) выведения фактических и прогнозных тенденций в систематизированных подвижных информационных потоках благодаря регулярному пополнению регионального информационного фонда (РИФ) и федерального информационного фонда (ФИФ) показателями и данными, результатами аналитических трудов (баз данных), возможности изучения динамики показателей состояния среды обитания (атмосферного воздуха, воды, почвы, шумовой нагрузки и др.);

- 3) углубления знаний путем освоения и применения новых, рациональных в применении мониторинга, доступных в финансовом отношении методов исследований, методических рекомендаций, программного обеспечения;

- 4) получения новых сведений из научной литературы и применения полученных идей в организации функционирования системы мониторинга;

- 5) выделения приоритетов (например, по результатам ранжирования, оценки канцерогенной опасности и др.) для наблюдения в системе мониторинга;

- 6) оптимизации наработанных знаний с последующим формированием алгоритмов по управлению информационными потоками в мониторинге и геоинформационном картографировании, целенаправленной организации исследований в подготовке научных доказательств о воздействии техногенных факторов на окружающую среду и человека.

Сегодня и в будущем получают развитие системы наземного

дистанционного наблюдения за факторами среды обитания, а также средства дистанционного зондирования Земли и космического мониторинга поверхности Земли и антропогенных изменений.

Следует отметить, что на основе космического качественного и количественного слежения за антропогенным загрязнением окружающей среды населенных мест также возможно разрабатывать управленческие решения.

Уже сегодня, космический мониторинг широко используются в самых разных областях человеческой деятельности — исследование природных ресурсов, мониторинг стихийных бедствий и оценка их последствий, изучение влияния антропогенного воздействия на окружающую среду, строительные и проектно-изыскательские работы, городской и земельный кадастр, планирование и управление развитием территорий, градостроительство, геология и освоение недр, промышленность, сельское и лесное хозяйства, туризм (рис. 1) [3].

Современные геоинформационные технологии и создание карт различных масштабов также немислимы без использования космических снимков.

Так, например, в Научном центре оперативного мониторинга земли Федерального космического агентства реализуются различные направления мониторинга окружающей среды (http://www.ntsomz.ru/for_clients/themat_ip). Приоритет отдан анализу и прогнозированию последствий чрезвычайных ситуаций и катастроф. Возможно решение следующих задач: прогнозирование землетрясений и оценка последствий, подготовка основы для принятия решения по их ликвидации; мониторинг наводнений и определение ущерба; мониторинг лесных пожаров и определение ущерба; мониторинг состояния водных ресурсов [4].

Одной задач социально-гигиенического мониторинга является оценка качества питьевой воды и состояния водных ресурсов. Для решения этой задачи возможно и перспективно использовать и данные космического мониторинга. Уже сейчас, в рамках космического мониторинга решаются задачи по прогнозированию и оценке последствий речных пойменных затоплений и наводнений [5].

Для города Воронежа это не характерно за счет регулирования сброса воды с Воронежского водохранилища, но очень характерно для населения Воронежской области. По данным за 2018-2019 годов паводок затронул 16

районов области, в трёх был введён режим чрезвычайной ситуации. В паводково-опасную зону в Воронежской области входит более 200 населённых пунктов. В зоне подтопления всегда Бобровский район, особенно село Лушниковка, Калач, Борисоглебский район и пойма реки Ворона, Ольховатка, Павловск в районе слияния Дона и Осереды, регулярно подтапливает улицы в Россоши, Новой Усмани, Богучаре, Рамони и Кантемировке.



Рис. 1. Области применения космического мониторинга (http://www.ntsomz.ru/ks_dzz/satellites/resurs_p) и перспективное взаимодействие с системой социально-гигиенического мониторинга

Прогнозы речных наводнений выполняются, исходя из гидрологической модели того или иного речного бассейна. Для предсказания величины весенних половодий необходимо иметь данные о пространственной протяженности снежного покрова и пространственном распределении альбедо и температуры поверхности снежного покрова, которые получают на основе космической

информации низкого и среднего разрешения.

В настоящее время, информацию о водозапасах снега и об осадках получают на основе данных спутниковых микроволновых радиометров. В период наводнения оперативные спутниковые данные среднего и высокого разрешения (КА «Метеор-М», «Монитор-Э») обрабатываются с целью оценки границы разливов и степени затоплений участков [6].

В число задач, связанных с антропогенным воздействием, с использованием космического мониторинга уже сегодня входят наблюдение за нефтяными разливами на поверхности крупных водоемов; обнаружение источников загрязнения воздуха и поверхностных вод суши; выявление и оценка загрязнения атмосферы в окрестностях промышленных центров; выявление и наблюдение за лесными и степными пожарами.

К сожалению, из-за межведомственной разобщенности, технической несовместимости мониторинговых систем, использование данных достижений в социально-гигиеническом мониторинге пока затруднено.

Интеграция полученных результатов с опорными данными в ГИС позволяет представить результаты обработки в картографическом виде и оперативно передавать их в федеральные и региональные органы для принятия управленческих решений.

В заключение хотелось бы отметить, что в отдаленной перспективе система социально-гигиенического мониторинга, реализованная на основе геоинформационных технологий, может составить ведущую базу единой системы мониторинга условий жизни населения планеты Земля, а историческое начало данной такой системы будет принадлежать Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Литература

1. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014-2017 ГГ. // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 1. С. 5-9.

2. Студеникина Е.М., Стёпкин Ю.И., Клепиков О.В. и др. Проблемные вопросы использования географических информационных систем в социально-гигиеническом мониторинге и риск-ориентированном надзоре // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 6 (315). С. 31-36.

3. Новикова Н.Н., Пахомов Л.А., Пермитина Л.И., Куревлева Т.Г., Бекренев О.В. Возможности Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) по проведению оперативного спутникового мониторинга состояния окружающей среды по данным российских и зарубежных космических систем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Т. 1. № 1. С. 221-227.

4. Интервью с В.А. Заичко, заместителем начальника управления автоматических космических комплексов и систем Федерального космического агентства // Геоматика. 2015. № 2. С. 12-21.

5. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Пономаренко М.Р. Использование данных космического радиолокационного зондирования при анализе зон затопления в половодье // Инженерные изыскания. 2018. Т. 12. № 7-8. С. 54-60.

6. Асмус В.В., Бедрицкий А.И., Стасенко В.Н., Тасенко С.В., Успенский А.Б. Развитие в Росгидромете космической подсистемы наблюдений и системы геофизического мониторинга // Метеорология и гидрология. 2017. № 7. С. 35-49.

УДК 004.945

Кондратьева К.С.

kks1505@yandex.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Национальный исследовательский университет ИТМО

Современная реальность характеризуется информатизацией и компьютеризацией, так как стремительно развиваются информационные и коммуникационные технологии, а их возможности становятся основой для развития и эффективного решения многих профессиональных задач. Продуктивно использовать практически безграничные возможности данных технологий сможет только человек осведомленный в сфере информационного пространства.

Стоит сказать, что благодаря информационным технологиям, помимо потребителей информации, мы также являемся активными участниками процесса производства новых знаний. Преимущество новых цифровых

технологий состоит в возможности использования единой аппаратной части цифровой системы для обработки всевозможной аудиовизуальной информации (звук, изображения, видеозапись и др.), при этом следует отметить универсальность современных цифровых носителей информации.

Сегодня стремительно развиваются производства персональных компьютеров, что дает возможность широкого применения информационных и мультимедийных технологий. Мультимедиа являются современной компьютерной информационной технологией, позволяющей объединять в компьютерной системе текст, звуковой сигнал, видеоизображения, графические и анимационные изображения [1].

Всеобщий интерес к мультимедиа технологиям обуславливается мощным техническим прогрессом. Сегодня огромное количество мощных ноутбуков, компьютеров, способных поддерживать графический интерфейс с пользователем. Также стоит сказать и о перечне таких программных обеспечений, активно применяемых в ведущих университетах страны, например:

- Matlab Simulink;
- Solid Works;
- Phyton;
- Компас;
- V-Rep;
- RapidMiner Studio.

Кроме того, преподавателями разрабатываются авторские системы, которые дают возможность студентам в полной мере овладеть программным той или иной областью дисциплины, а в дальнейшем придумывать и реализовывать свои проекты. Аппаратное и программное обеспечение для мультимедиа, реализует определенный набор стандартов [3].

Также применение информационных и мультимедиа технологий в освоение информационно-коммуникационных технологий позволяет студентам успешно осуществлять и воплощать в реальность собственные разработки, программирование промышленных роботизированных манипуляторов, адаптивных роботов, станков с числовым программным управлением. Уже созданы симуляторы токарных и фрезерных станков для 2D и 3D моделирования. На сегодняшний день это очень важное

направление развития науки в учебных заведениях, которое требует подготовки соответствующих специалистов и создания необходимых условий.

Таким образом, внедрение в учебный процесс мультимедиа технологий активизирует процесс обучения, делает его еще более эффективным, предоставляет огромные возможности для индивидуального обучения.

Литература

1. Киселев Г.М. Информационные технологии в педагогическом образовании: Учебник для бакалавров / Г.М. Киселев. - М.: Дашков и К, 2014. - 304 с.
2. Максимов Н.В. Современные информационные технологии: Учебное пособие / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2013. - 512 с.
3. Пащенко О. И. Информационные технологии в образовании: Учебнометодическое пособие. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. — 227 с
4. Осин А.В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. М., 2004. - 286 с.
5. Федотова Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.

УДК 911:528.94

*Корчагина А.А., Тесленок С.А.
teslserg@mail.ru*

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ СЕРИИ КАРТ РЕКРЕАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

Рекреационные ресурсы и объекты в настоящее время являются важной составляющей в жизни как отдельного потребителя, так и всего человеческого общества. Именно они помогают удовлетворить нужды населения в отдыхе и восстановлении своих жизненных сил. В этом плане Республика Мордовия обладает достаточно большим разнообразием природных, исторических и

архитектурных памятников, благоприятна для проведения оздоровительного туризма, имеет развитую базу санаторно-курортных учреждений и т. п. [1].

Для того чтобы гости и жители какого-либо региона смогли получить представление, познакомиться и изучить те или иные объекты и их различные особенности, а также посетить их, создаются туристические карты. Это разновидность карт, на которых представлены различные памятники архитектуры, места отдыха, заправки, музеи, театры, закусочные и другие объекты [6]. По мере развития технических средств и технологий содержание, способы картографического изображения и тематическое наполнение туристических карт изменяются, совершенствуются и становятся более разнообразными. Свои картографические традиции, касающиеся формы, вида и содержания туристических карт, характерны и для разных стран.

Нами на территорию Республики Мордовия была составлена серия карт рекреационных объектов масштаба 1:1 100 000, обеспечивающих достаточную степень наглядности и информативности представленных на ней объектов, а также позволяющие получить подробную географическую характеристику данной территории и ее отдельных объектов.

Все работы по разработке и созданию серии карт выполнялись с использованием возможностей программного продукта фирмы ESRI – ГИС ArcGIS Desktop 10.4.1. Данное программное обеспечение ГИС давно используется для решения широкого круга картографических задач, включая разработку и создание геоинформационно-картографических материалов, их анализ и пополнение и редактирование данных.

Создание карт рекреационных объектов Республики Мордовия включало несколько этапов: выбор проекции и масштаба карт, подготовку тематических слоев, нанесение на карту объектов, разработку и создание легенд и отдельных условных знаков, компоновку карт [6].

Целевой масштаб карт (1:1 100 000) позволяет им обладать достаточной степенью наглядности и информативности, а также получать при этом подробную географическую характеристику о территории и ее объектах. Проекция, использованная для карт – равноугольная поперечно-цилиндрическая Гаусса – Крюгера (Пулково 1942) (рис. 1), позволяет отобразить картографируемую территорию с наименьшими искажениями [2].

Для подготовки отдельных тематических цифровых слоев создаваемых карт [1] формата *.shp (см. рис. 1) с целью построения картографических изображений на основе визуализации атрибутивных данных, использовался

соответствующий геоинформационный проект [2, 7] в ГИС ArcGIS 10.4.1. (рис. 2).

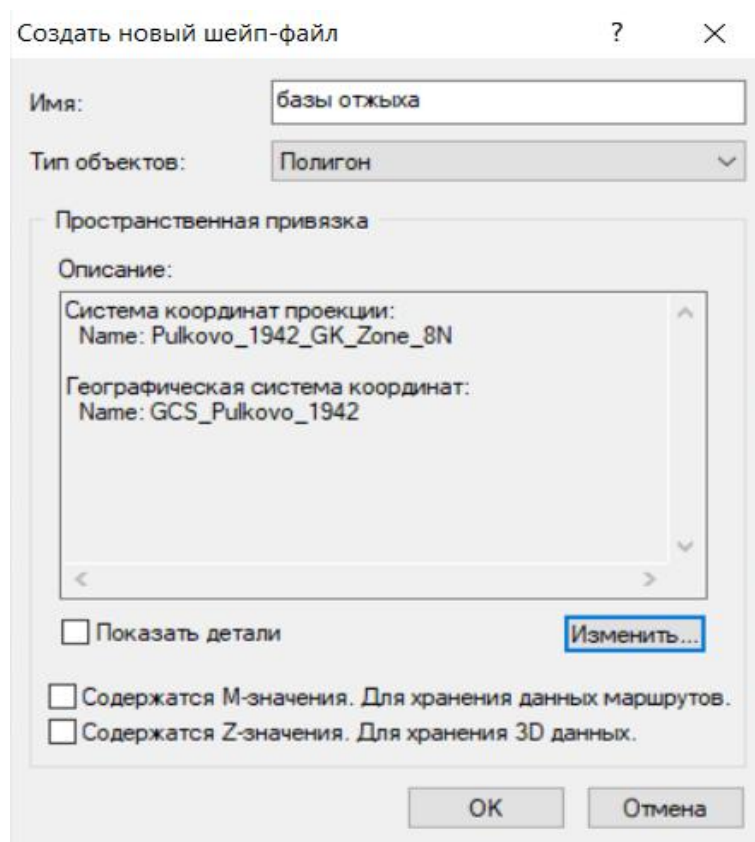


Рис. 1. Создание шейп-файла

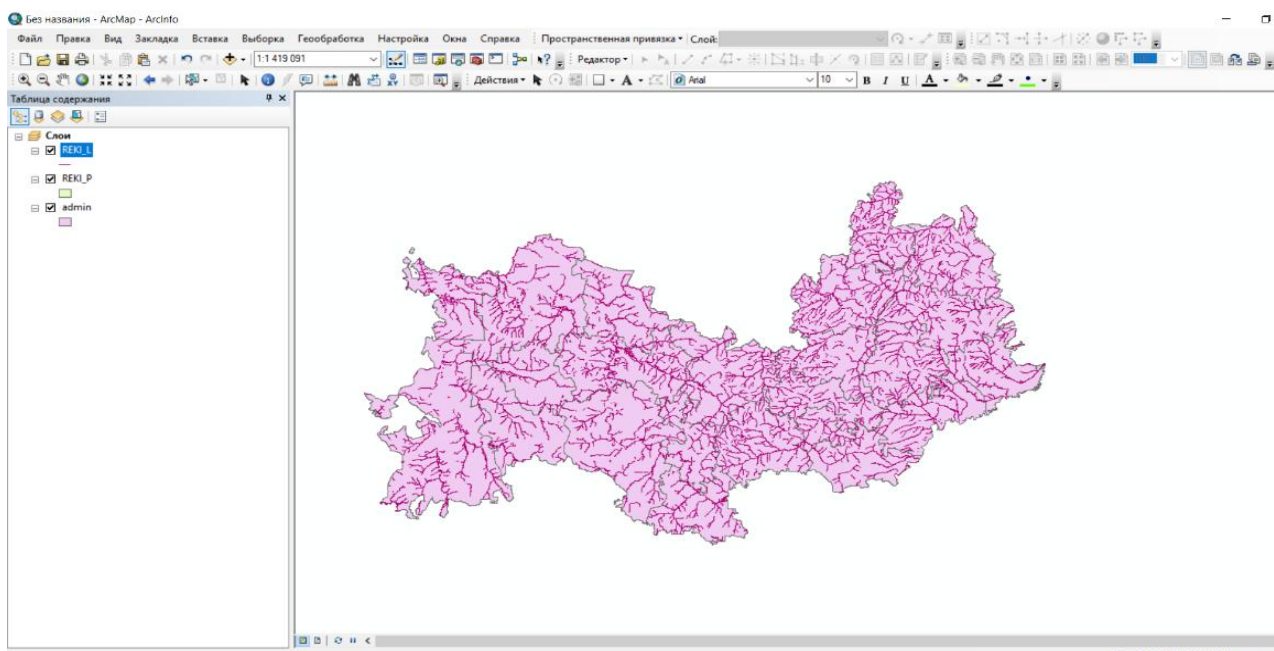


Рис. 2. Подготовленные цифровые слои на территорию Республики Мордовия

Далее были разработаны и подобраны отдельные условные обозначения и созданы легенды карт, включенные в их компоновки (рис. 3). После создания легенды было выполнено художественное оформление карт и компоновки (рис. 4).

Последним этапом стало экспортирование карты в формате *.pdf и графические форматы для получения документа без потери качества, с сохранением структуры карты, шрифтов и цветов, и последующей печати на листе формата А4.

На представленной карте (см. рис. 4) визуализированы санаторно-курортные объекты Республики Мордовия, используемые для лечения, медицинской реабилитации, профилактики заболеваний и оздоровления населения, располагающиеся в пределах территорий с наличием естественных природных лечебных ресурсов и необходимой для их эксплуатации соответствующей инфраструктуры [5].

В санаториях для лечения и профилактики заболеваний используют различные природные лечебные условия, ресурсы и объекты – целебный климат, насыщенный фитонцидами воздух, минеральные воды, лечебные грязи, рапу лиманов и озер и др.

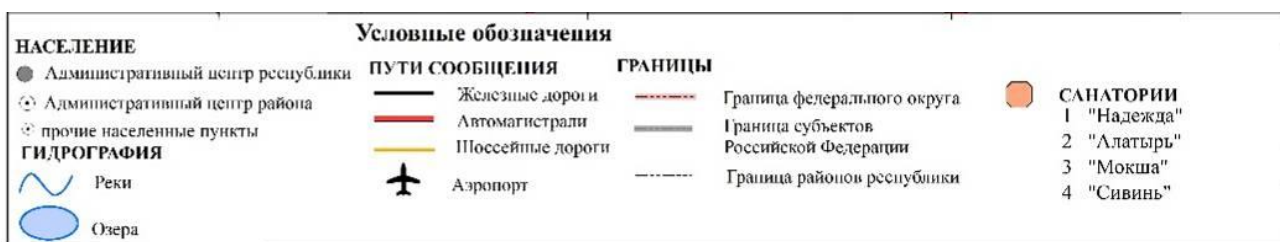
Лечебные свойства условий, ресурсов и объектов устанавливаются на основании научных исследований и многолетней практики.

Санатории располагаются в пределах лечебно-оздоровительных местностей – территорий с природными лечебными ресурсами и условиями для организации лечения и профилактики заболеваний. В зависимости от географического расположения и характера климатических условий в курортной местности может присутствовать один или несколько природно-лечебных факторов.

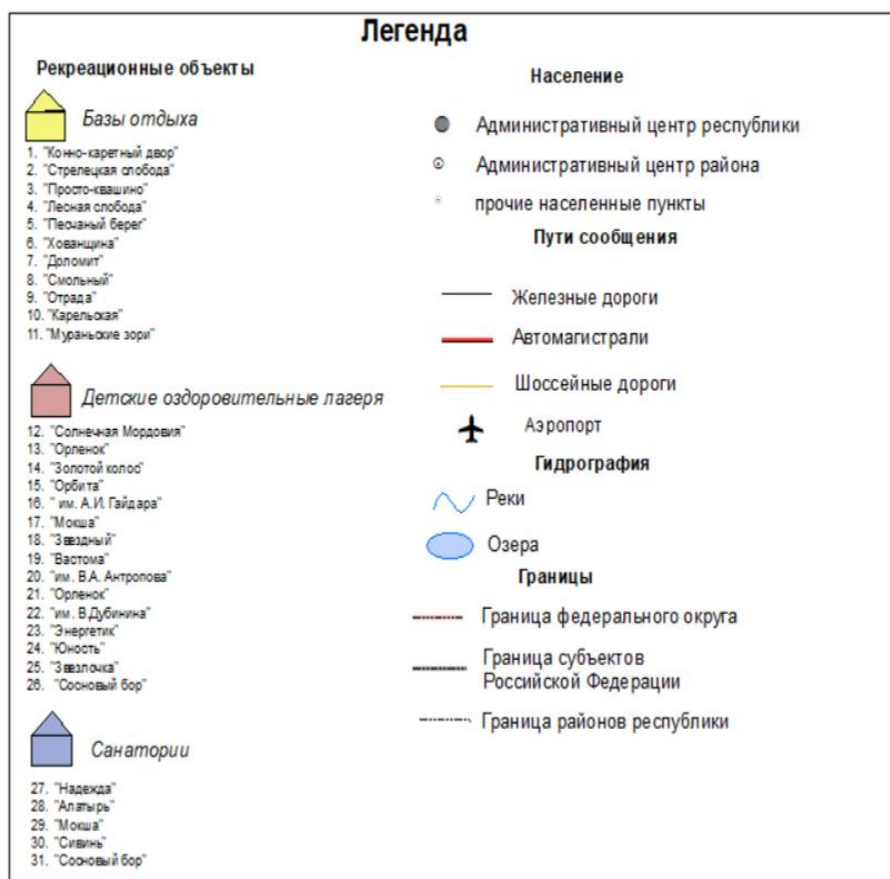
Для эффективного использования таких местностей в лечебных и оздоровительных целях необходимо наличие санаторно-курортной инфраструктуры: лечебно-профилактических и культурно-бытовых учреждений, спортивных площадок, медицинского и обслуживающего персонала и др.

Каждый санаторий имеет определенный медицинский профиль в зависимости от наличия и специфики природных лечебных факторов курортной местности: однопрофильные (лечение больных с однородными заболеваниями); многопрофильные (лечение больных с двумя и более заболеваниями). В зависимости от возрастного состава пациентов выделяют

санатории для взрослых; детей и подростков; родителей с детьми; беременных.



а



б

Рис. 3. Различные варианты легенд карт рекреационных объектов:
а – карты санаториев; б – комплексной карты рекреационных объектов

Наряду с санаториями, находящимися на курортах, имеется сеть местных санаториев, организуемых в непосредственной близости от крупных городов. Такие санатории предназначены для больных, которым поездка на удаленные от места жительства курорты по медицинским показаниям вредна, а также для более тяжелых больных, в том числе после пребывания в стационаре. Они активно используются для постлечебной реабилитации больных [5].

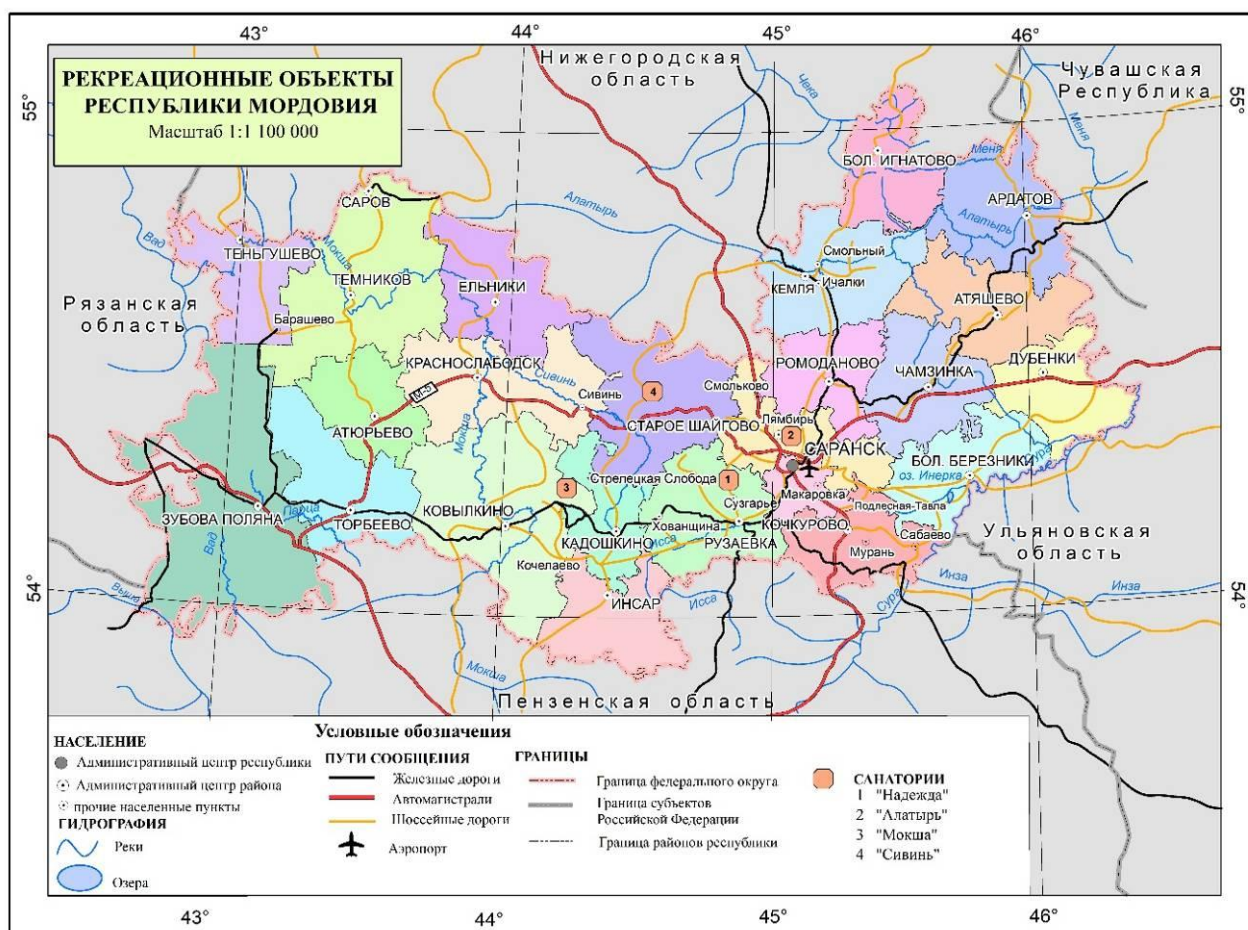


Рис. 4. Итоговая компоновка карты рекреационных объектов Республики Мордовия (санаториев) в исходном масштабе 1:1 100 000

Дадим краткую характеристику санаториев Республики Мордовия, представленных на соответствующей карте (см. рис. 4).

Санаторий «Надежда» располагается в Рузаевском районе, в 25 км от г. Саранска, в лесном массиве и в 300 м от Сузгарского пруда (см. рис. 4). Уникальное расположение санатория способствует реабилитации и успешному лечению заболеваний органов дыхания, пищеварения, опорно-двигательного аппарата. Профили санатория – заболевания сердечно-сосудистой, эндокринной, пищеварительной, костно-мышечной и дыхательной систем. Предусмотрены программы снижения веса, избавления от стресса, общего оздоровления детей и взрослых. Лечение основано на сочетании классических методов санаторно-курортной терапии и современных процедур. Санаторий предлагает массажи, ингаляции, лечебные ванны, грязевые аппликации, теплолечение, аппаратную физиотерапию, фитотерапию [4].

Санаторий «Алатырь» расположен в живописном месте Ичалковского района – экологически чистой зоне Национального парка «Смольный» в массиве хвойных и широколиственных лесов на берегу р. Алатырь, в 70 км от г. Саранска (см. рис. 4). Основные направления его работы: лечение заболеваний центральной нервной системы, опорно-двигательной, сердечнососудистой систем, органов пищеварения и дыхания. Дополнительный лечебный профиль включает лечение заболеваний эндокринной системы и обмена веществ [4].

Санаторий «Мокша» находится в Ковылкинском районе, в уникальном реликтовом сосновом бору, на берегу р. Мокша (см. рис. 4). Является одной из лучших здравниц России. Основные направления – лечение заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем, органов пищеварения, обмена веществ, болезней уха, горла, носа, органов дыхания, опорно-двигательного аппарата, гинекологии, мочевыделительной системы, переутомления, профзаболеваний и болезней, полученных от несчастных случаев на производстве, болезней ликвидаторов последствий радиационных катастроф, долечивание пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда и нарушение мозгового кровообращения, операции холециститэктомии с применением эндоскопии [4].

Санаторий «Сивинь» находится в Сарошайговском районе, в самом центре заповедных зон республики, в живописном сосновом бору, на берегу р. Сивинь (см. рис. 4). Санаторий принимает на отдых и лечение взрослых и родителей с детьми любого возраста. На базе санатория работает детский санаторно-оздоровительный лагерь «Сивинь». Размещение осуществляется в одно-, двухместных и номерах люкс трехэтажного корпуса, в летних корпусах. К услугам отдыхающих кинозал, бар, бильярд, настольный теннис, библиотека, сауна, солярий, дискотеки, вечера отдыха. Организуются поездки к святому источнику, путешествия и экскурсии по памятным, историческим и живописным местам Мордовии и соседних регионов. Предлагаются концертно-развлекательные выступления различных групп и театров. Основные направления лечения заболеваний: нарушение обмена веществ, заболевания нервной системы, органы дыхания [4].

С использованием аналогичной методики были созданы карты, отражающие особенности пространственного размещения отдельных групп рекреационных объектов – домов и баз отдыха, санаториев, детских оздоровительных лагерей и других рекреационных объектов в масштабе 1:1 100 000, а также комплексная карта, включающая все рекреационные объекты республики.

По результатам выполненной работы был выполнен анализ туристско-рекреационного потенциала и особенности территории Республики Мордовия, определены особенности пространственного положения рекреационных объектов и созданы соответствующие карты на картографируемую территорию в масштабе 1:1 100 000. Полученные карты просты в использовании, позволяют легко ориентироваться, показывая особенности расположения объектов республики, позволяют самостоятельно определить маршруты возможного передвижения к ним.

Литература

1. Заруцкая И.П., Проектирование и составления карт / И.П. Заруцкая, Т. Г. Сваткова. – М.: Изд-во Московск. ун-та, 1982. – 365 с.
2. Ивлиева Н. Г. К вопросу построения картографических изображений на основе визуализации атрибутивных данных в ГИС / Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов // Геодезия и картография. – 2015. – № 2. – С. 32-39.
3. Пресняков В.Н, Уткина М.В. Рекреационные возможности республики Мордовия // Псковский регионологический журнал. – 2011. – № 12. – С. 100-105.
4. Санатории Республики Мордовии. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://xn----7sba6aaba8akdsdekah.xn-> (дата обращения 18.11.2020).
5. Санатории. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 18.11.2020).
6. Сергеева А. Н. Создание карт курортов и рекреационных зон Краснодарского края / А. Н. Сергеева, С.А. Тесленок [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38254178> (дата обращения 18.11.2020).
7. Тесленок К.С. Создание геоинформационного проекта и его использование в целях развития хозяйственных систем [Текст] / К.С. Тесленок // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы VII Всерос. науч.-практич. конф. (Воронеж, 10-12 дек. 2015 г.). – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – С. 134-138.

СРЕДСТВА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ЗНАНИЙ О ЛАНДШАФТАХ РОССИИ

¹Институт географии РАН

²Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Введение

Информационные ресурсы предметной области ландшафтоведения включают данные о ландшафтах конкретных территорий или акваторий в форме цифровых пространственных (географических) данных, традиционных аналоговых («бумажных») или цифровых карт или их коллекций в виде атласов и серий карт, материалы полевых исследований и съемок, текстовые документы, то есть научные публикации, содержащие, среди прочего, вышеупомянутые данные или методы и технологии их сбора и упорядочения. Все они, в разной степени отражая эмпирические факты и знания о ландшафтах, рассредоточены по различным источникам, часть из которых недоступна ландшафтному сообществу. Первым этапом их интеграции для обеспечения свободного доступа к ним следует считать инвентаризацию и каталогизацию ресурсов всех типов. Это наборы и слои цифровых

пространственных данных, цифровые и «бумажные» карты и научные публикации.

Роль такого интегратора в свое время играли сводки картографической изученности. Например, в книге «Картографическая изученность России» [3] среди тематических карт на ее территорию и ее регионы в качестве самостоятельных картографических произведений или карт в составе атласов упомянуты 13 ландшафтных карт и карт физико-географического районирования. Разумеется, это далеко не все, что было создано в России и в СССР в период до 1999 г. Несмотря на высокую оценку этой книги, в настоящее время ее следует считать не более чем летописью былого развития тематического и топографического картографирования.

Оценка сегодняшнего состояния ландшафтного картографирования и, в частности, ландшафтно-картографической изученности России как одна из задач отечественного ландшафтоведения, требует иных средств перманентного обновления информации о ней. Это сетевая среда, среда Всемирной паутины Интернета, способная обеспечить инвентаризацию не только карт, но и цифровых пространственных данных о ландшафтах, и, что еще важнее, предоставить свободный доступ к ним.

На сайтах, порталах и геопорталах Интернета можно найти немало российских и зарубежных примеров, иллюстрирующих возможности объединения пространственных данных той или иной тематики, охватывающих предметную область наук о Земле. Среди них:

- данные по биологическому разнообразию: <https://www.gbif.org/ru>;
- глобальная база метаданных о растительности: <https://www.givd.info>;
- базы данных о наземной фитомассе лесов: <http://forest-observation-system.net>;
- наборы данных о «земных покровах» (*land cover*), подготовленные по программе Европейской программы CORINE на территорию 38 стран Европы; <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>;
- геопортал сети особо охраняемых территорий Европейского союза NATURA 2000: <http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000>;
- базы данных «Продуктивность экосистем Северной Евразии»:
- <http://biodat.ru/db/prod>;
- сервис Всемирного центра данных PANGAEA: <https://pangaea.de/>.
- интерактивная карта ООПТ России: <http://oopt.kosmosnimki.ru>;
- геопортал «Речные бассейны Европейской части России»: <http://bassepr.kpfu.ru>;
- единый государственный реестр почвенных ресурсов России: <http://infoil.ru/reestr/>.

Цель статьи – предложить аналогичные средства, адекватные поставленной задаче. Речь пойдет об организации открытого сетевого сервиса «Ландшафтные карты России», идея которого впервые была высказана

авторами на страницах Информационного бюллетеня Ассоциации IALE-Россия [9] и далее развернута в докладе на ее Международной конференции в сентябре 2020 г. в Москве [11].

Архитектура сервиса «Ландшафтные карты России» и его компоненты

Для объединения информационных ресурсов о ландшафтных картах, цифровых данных о ландшафтах и знаний о них могут быть предложены технологические решения, основанные на их размещении в сети Интернет. Это прежде всего сайт со стандартным контентом, обеспечивающий выход к геопорталу, базе данных ландшафтных описаний и репозиторию научных публикаций (рис. 1).



Рис. 1. Компоненты сервиса «Ландшафтные карты России»

Рассмотрим их суть и подходы к их реализации.

Метаданные и поиск данных. Свойства ландшафтных карт и наборов цифровых данных о ландшафтах не могут быть описаны с необходимой полнотой и детальностью традиционными средствами, широко используемыми для каталогизации текстовых документов, включая библиографические описания согласно ГОСТ 7.18-79 «СИБИД. Библиографическое описание картографических произведений» (возможно, с учетом ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов») или стандартные форматы для электронных каталогов, например международный стандарт MARC21, принятый в российских библиотеках, в том числе в каталоге Национальной электронной библиотеки (НЭБ) и Российской

государственной библиотеки с ее огромным фондом картографических произведений.

Подобно тому, как каталоги традиционных библиотек служат средством поиска необходимых изданий, пространственные метаданные позволяют искать и отыскивать необходимые пользователю информационные ресурсы. Не менее четверти века для описания как цифровых, так и аналоговых данных используются стандарты содержания пространственных метаданных, понимая под ними «данные о свойствах пространственных данных, необходимых и достаточных для их идентификации, эффективного поиска, оценки и использования» [7], в том числе и в первую очередь международные. Первым из подобных стандартов был стандарт CSDGM (Content Standard for Digital Geospatial Metadata) Федерального комитета по географическим данным США FGDC (https://www.fgdc.gov/standards/projects/metadata/base-metadata/v2_0698.pdf), первая версия которого была разработана в 1992 г. Позже он был обновлен, получил название FGDC-STD-001-1998 и успешно использовался как в США, так и за его пределами, послужив основой для создания всех аналогичных современных международных стандартов и их профилей, включая стандарты ИСО.

Сегодня наиболее распространенными стандартами считаются два стандарта ИСО: ISO 19115-1:2014 Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals (Пространственные данные. Метаданные. Часть 1. Основные положения), наследующий основное содержание его прежней версии ISO 19115:2003, и ISO 19115-2:2009 Geographic information – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data (Географическая информация – Метаданные – Часть 2: Расширения для растровых изображений и данных в форме сеточных моделей). Последний из них позволяет наиболее эффективно описывать наборы пространственных данных, представленных в растровых форматах (например, данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и схожие по форматам хранения (но не идентичные им) данные, упорядоченные в ячейках регулярных сеток, например, сеточные цифровые модели рельефа в форме значений высот (глубин) в их узлах. Им соответствуют два российских национальных стандарта: ГОСТ Р 57668-2017 (ИСО 19115-1:2014) «Пространственные данные. Метаданные. Часть 1. Основные положения» и ГОСТ Р 57656-2017 (ИСО 19115-2:2009) «Пространственные данные. Метаданные. Часть 2. Расширения для изображений и матричных данных».

Заметим, что описывать можно (и нужно) не только пространственные данные, но и связанные с ними сетевые сервисы (геосервисы), используя стандарт ISO 19119:2016 Geographic information – Services. Схемы метаданных ИСО включают более ста элементов, объединенных в пакеты, содержащие информацию о самих метаданных и свойствах описываемых ресурсов, их происхождении, качестве, условиях распространения, системах координат, пространственно-временном охвате и т.п., часть из которых обязательна, а часть факультативна.

Для описания данных в формате языка графической разметки XML используется стандарт ISO/TS 19139:2007 Geographic information – Metadata – XML schema implementation. Запись на языке XML трудно читаема, поэтому обычно она преобразуется в удобный для пользователя вид (рис. 2).

Risks of Natural Hazards in Georgia

Скачать карту

Metadata Detail

Просмотр карты

Слои карты
Данная карта использует следующие слои.

Копировать данную карту
Дублировать данную карту и модифицировать для собственных целей

Создать новую карту

Инфо
Владелец, контактная информация, автор метаданных

Mamuka_G
GIS and RS Consulting Center GeoGraphic

Информация

Заголовок: Risks of Natural Hazards in Georgia
Лицензия: Public Domain (PD)
Аннотация: Georgia risk of natural hazards map. Published in The Georgian Roadmap on Climate Change Adaptation (see <https://drive.google.com/file/d/0B7gsoyaggl-rZIRuZThiLVdNa3M/view>), produced with support of the USAID funded project Institutionalization of Climate Change Adaptation and Mitigation in Georgian Regions (ICCAMGR, see 21 августа 2020 г. 14:29

Ключевые слова: Georgian risk of natural hazards
Категория: Geoscientific Information
Территория: Georgia
Владелец: Mamuka_G

More info: -

Частота обслуживания: Данные Обновляются По Мере Необходимости
Ограничения: Credit authors and project when used. Authors M. Gaprindashvili, G. Gaprindashvili, National Environment Agency of Georgia.
Цель: Georgia risk of natural hazards map.
Язык: English
Дополнительная информация: No information provided
Тип пространственного представления: vector data is used to represent geographic data

Рис. 2. Основные элементы метаданных, описывающие набор данных: риск возникновения ущербов от природных опасностей в Грузии; геопортал Кавказского горного форума (<https://sustainable-caucasus.unepgrid.ch/maps/1076#more>)

Есть и другие, менее широко используемые стандарты и форматы описания пространственных метаданных: уже упомянутый FGDC-STD-001-1998, схемы на основе Дублинского ядра (Dublin Core), DIF (Directory Interchange Format), британский национальный стандарт GEMINI и многие другие. Средства подготовки метаданных (редакторы) и их валидации (проверки соответствия стандарту) образуют систему управления метаданными, реализованную в виде программного продукта или функции геопортала. Они могут поддерживать одновременно разные стандарты, одним из которых, исходя из практических соображений, должен быть оригинальный стандарт ISO 19115.

Наличие метаданных, сопровождающих сами данные, является необходимым условием для их эффективного поиска на геопортале, организации удаленного доступа к ним по протоколам Консорциума OGC и сбора данных в сети нужной тематики, используя инструмент «harvesting». Система управления метаданными – необходимый компонент геопортала.

Геопорталы. В отечественной терминологии в термин «геопортал» вкладываются два смысла: это «сайт для поиска пространственных данных и геосервисов по их метаданным и выполнения других функций в соответствии с его назначением и целевой аудиторией» [7] (в таком значении он используется в качестве одного из системообразующих компонентов инфраструктур пространственных данных) и средство веб-картографирования (картографический веб-сервис); в этом значении он встречается исключительно в отечественной литературе и может быть назван, согласно принятой классификации «визуализационным геопорталом» в отличие от «истинных» поисковых и поисково-визуализационных [5]. Поиск и отыскание данных по метаданным – главная функция геопортала. Он должен обеспечивать поиск пространственных данных по территориальному охвату, ключевым словам, названиям организаций, качеству и достоверности данных и многим другим критериям. Кроме сервиса поиска геопортал включает набор других сетевых сервисов (геосервисов), включая сервисы визуализации, загрузки («скачивания») данных, трансформирования данных и вызова других (удаленных) сервисов. Рис. 3 и 4 иллюстрируют результаты поиска национальных наборов данных о «земных покровах» (*land cover*) на геопортале программы Европейского союза INSPIRE.

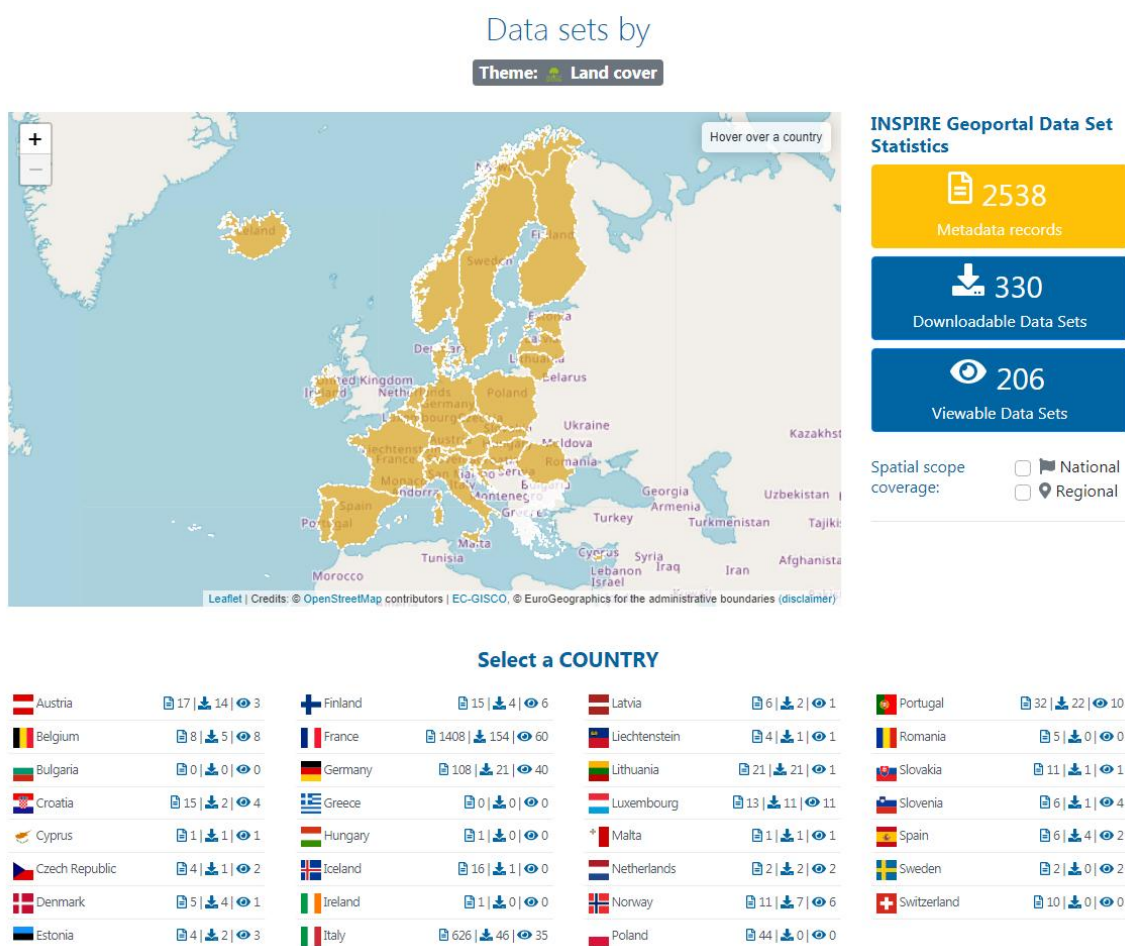


Рис. 3. Результаты поиска данных на геопортале программы INSPIRE, относящихся к теме *land cover* (<https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/overview.html?view=themeOverview&theme=lc>). Часть из найденных 2538 наборов данных содержит только метаописания (searchable data), другая доступна для картографической визуализации (viewable data), третья – для загрузки пользователем (downloadable data)

Среди множества картографических сюжетов на геопорталах можно найти ландшафтные карты; в их числе геоportal Республики Коми: <http://gis.rkomi.ru/> (рис. 5).

В числе ресурсов геопортала Тихоокеанского институт географии ДВО РАН (ТИГ ДВО РАН) – ландшафтная карта Приморского края, а также карта подводных ландшафтов (рис. 6) из Атласа Курильских островов (<http://gis.dvo.ru:9080/web/?dir=Атлас%20Курильских%20островов>), доступная также на геопортале Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (ИВиС ДВО РАН) по протоколу WMS (<http://geoportal.kscnet.ru/geonetwork/srv/rus/catalog.search#/metadata/fc44c8c768b363fef252f6121d095bb7e1fc1406>).

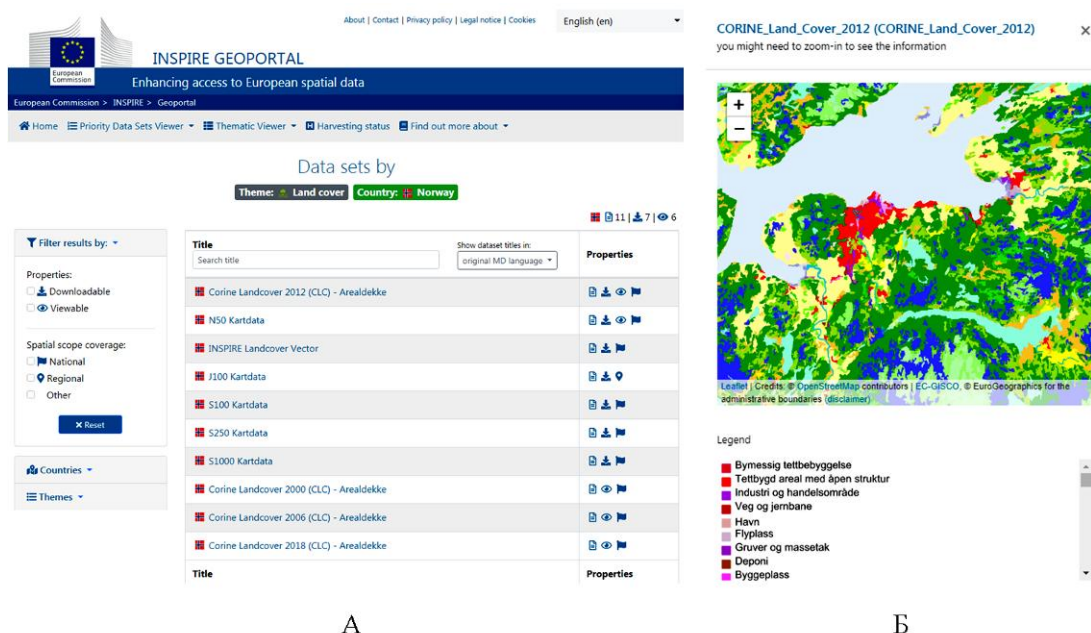


Рис. 4. Отображение результатов поиска данных о «земных покровах» (*land cover*) Норвегии: А – перечень найденных наборов данных; Б – окно предварительного просмотра (<https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/results.html?country=no&view=details&theme=lc>)

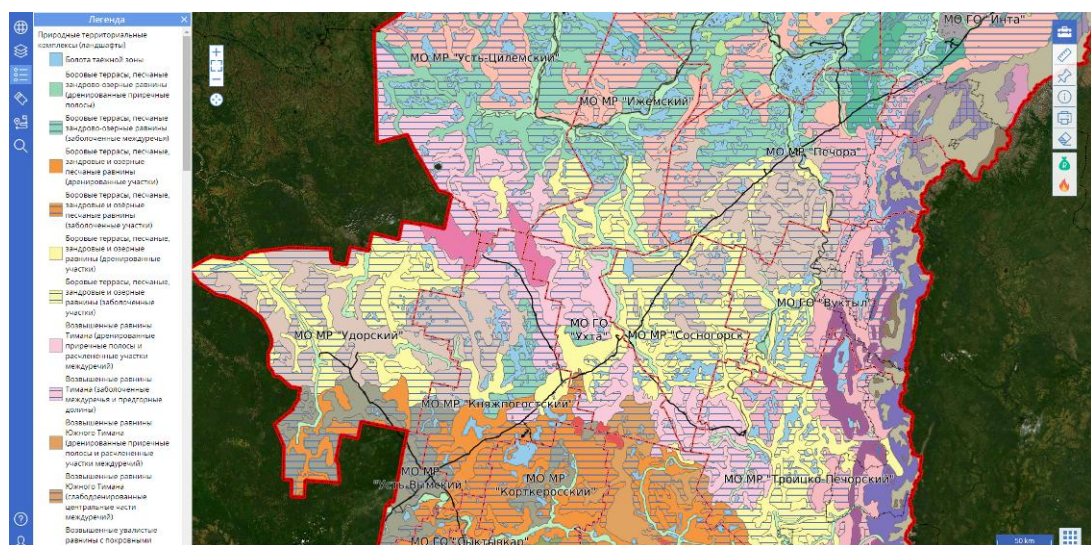


Рис. 5. Ландшафтная карта Республики Коми масштаба 1:200 000 (<https://geo.rkomi.ru/viewer/show/16>). Карта является открытым информационным продуктом на основе цифровых данных в исходном формате shape-файлов Esri

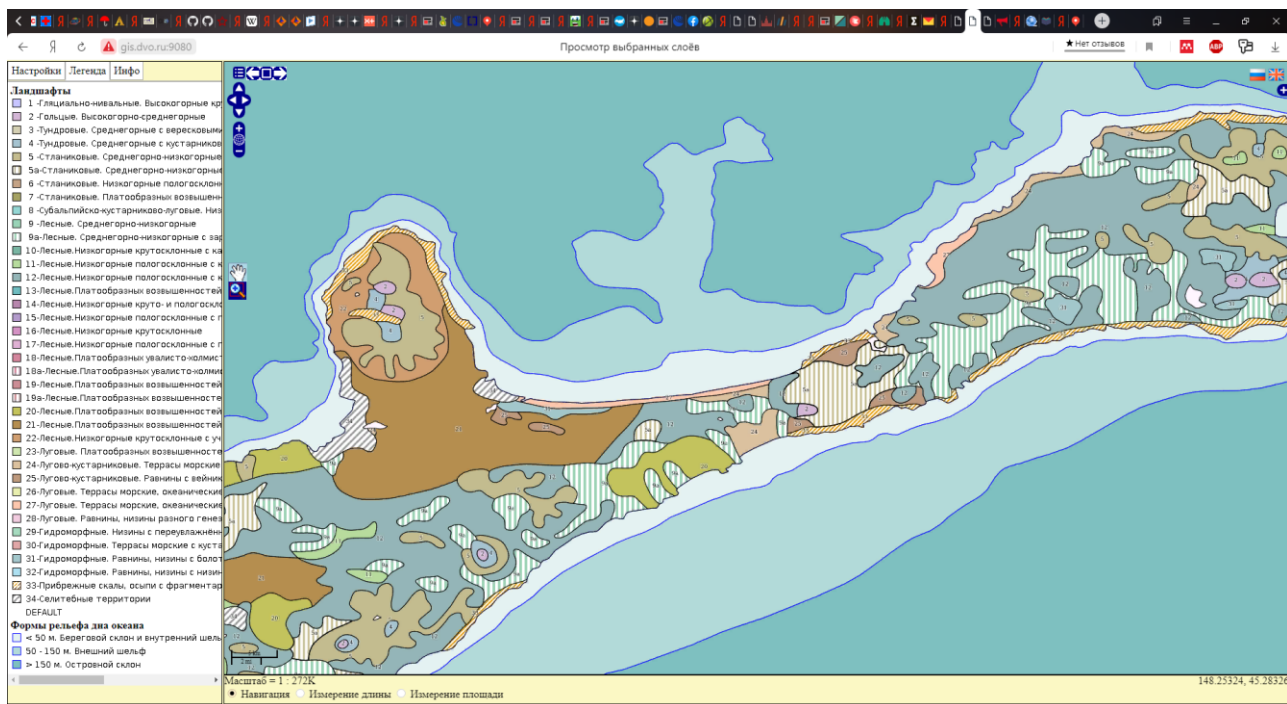


Рис. 6. Фрагмент карты подводных ландшафтов

При проектировании геопортала «Ландшафтные карты России» следует иметь в виду обширный отечественный и зарубежный опыт их устройства в рамках работ по созданию инфраструктур пространственных данных. Ссылки на 14 международных, зарубежных национальных и российских геопорталов содержится в Приложении А национального стандарта ГОСТ Р 58570-19 «Инфраструктура пространственных данных. Общие требования» (<http://gost.gtsever.ru/Data2/1/4293726/4293726973.pdf>). Обзор геопорталов с данными об особо охраняемых природных территориях содержится в работе [1], анализ российских образовательных геопорталов можно найти в работе [8]. Перечень российских геопорталов, подавляющее большинство которых являются, однако, всего лишь сервисами веб-картографирования, со ссылками на российские федеральные, региональные и муниципальные геопорталы, инвестиционные и тематические геопорталы и геопорталы открытых данных есть на сайте проекта GISGeo (<http://gisgeo.org/gisportal.html>). Роль геопорталов в распространении пространственных данных стала ясна еще в середине нулевых [13]. Неоднократно обсуждались общие требования к геопорталам и сервисам картографической визуализации данных [6, 12]. Минимальный набор визуализационных функций, определенный, например, Директивой INSPIRE, включает собственно визуализацию данных, навигацию по изображению, скроллинг, масштабирование, графическое наложение (оверлей) слоев изображения, отображение легенд.

При выборе программного обеспечения для устройства геоportала следует ориентироваться на готовые решения. Среди программных продуктов с открытым исходным программным кодом можно назвать GeoNetwork (<https://geonetwork-opensource.org/>), известный в десятках реализаций, включая упомянутые выше геоportалы ИВиС ДВО РАН и ТИГ ДВО РАН, и аналогичный продукт GeoNode (<https://geonode.org/>). Известны другие сборки на основе GeoServer (<http://geoserver.org/about/>) или MapServer (<https://www.mapserver.org/>), объединенных с другими библиотечными модулями (PostgreSQL/PostGIS, OpenLayers и др.). MapServer использован, в частности, при формировании геоportала Института вычислительного моделирования СО РАН (<http://gis.krasn.ru/blog/about>).

Карты. Галереи карт можно найти на многих сайтах, порталах и геоportалах. Обычно это копии бумажных карт, оцифрованных, представленных в растровых форматах, доступных для визуализации и, возможно, скачивания. В качестве примеров приведем три сетевых ресурса: геоportал Русского географического общества (<https://geoportal.rgo.ru/>) с множеством коллекций (в основном, старинных карт), подборку карт на сайте Российского государственного архива древних актов (<http://rgada.info/index.php?page=14>) и обширную коллекцию карт на портале Иркутской области «Иркипедия» (<http://irkipedia.ru/allmaps>). Галерея карт может служить интерфейсом для быстрого доступа к избранным информационным ресурсам геоportала (рис. 7).

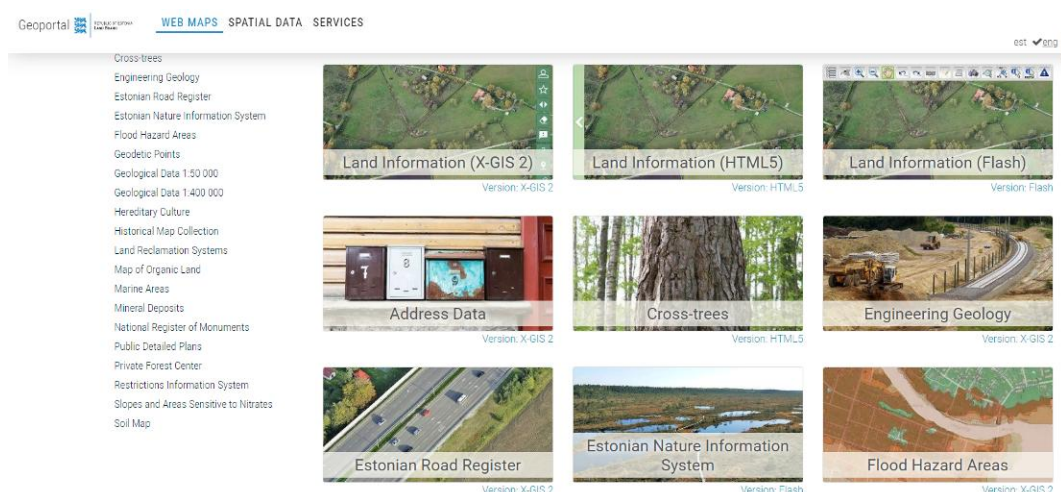


Рис. 7. Галерея тематических веб-карт национального геоportала Эстонии (<https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Web-Maps-p35.html>)

Некоторые ландшафтные карты доступны по ссылкам, в том числе в формате PDF:

- Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия) масштаба 1:1 500 000: <https://mpi.usn.ru/images/mlk20182.pdf>.
- Ландшафтная карта урочищ и групп урочищ о. Русский и прилегающих к нему островов Владивостокского городского округа масштаба 1: 25 000: https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/dcf/Русский_Ландшафты_A0_2018_1011_RGB%20для%20просмотра.pdf.
- Ландшафты острова Русский масштаба 1: 25 000: http://tigdvo.ru/assets/files/publications/maps_pgi/Rus_landscapes.pdf.

Кроме карт как самостоятельных произведений научный интерес представляют и карты в составе атласов, прежде всего, научно-справочных. Это могут быть фундаментальные картографические произведения, включая тематические и региональные комплексные атласы, а также некоторые из карт школьно-краеведческих атласов. Подавляющее большинство таких атласов, существующих и доступных в сети, представляют собой электронные аналоги их «бумажных» оригиналов. В их числе:

- Десять ландшафтных карт заказников и памятников природы в «Атласе особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга»: http://oopt.spb.ru/wp-content/uploads/2016/10/ATLAS_OOPT_2016_2release.pdf.
- Карты геосистем, физико-географического районирования, устойчивости ландшафтов, ландшафтно-экологических комплексов, чувствительности ландшафтов к внешнему воздействию, экологического потенциала ландшафтов и экологических функций ландшафтов в «Экологическом атласе бассейна озера Байкал»: <http://bic.iwlearn.org/ru/atlas/Atlas%20of%20the%20Baikal%20Basin%20-RUS.pdf>.
- Карта физико-географического районирования (<https://geoportal.rgo.ru/record/5583>) и серия других ландшафтных карт в «Эколого-географическом атласе-книге Воронежской области» (<https://geoportal.rgo.ru/catalog/izdaniya-vypolnennye-po-grantam-i-proektam-rgo/ekologo-geograficheskiy-atlas-kniga>).

- Карты физико-географического районирования в I и II томах «Национального атласа России»: <https://национальныйатлас.рф/cd2/402-403/402-403.html>.

Национальный атлас России издан также и в записях на оптических дисках (за исключением IV тома), существуя в трех формах: традиционной «бумажной», электронной и сетевой. Аналогичный пример – Атлас «Иркутская область: экологические условия развития», существующий тоже в трех вариантах, включая сетевой (рис. 8).

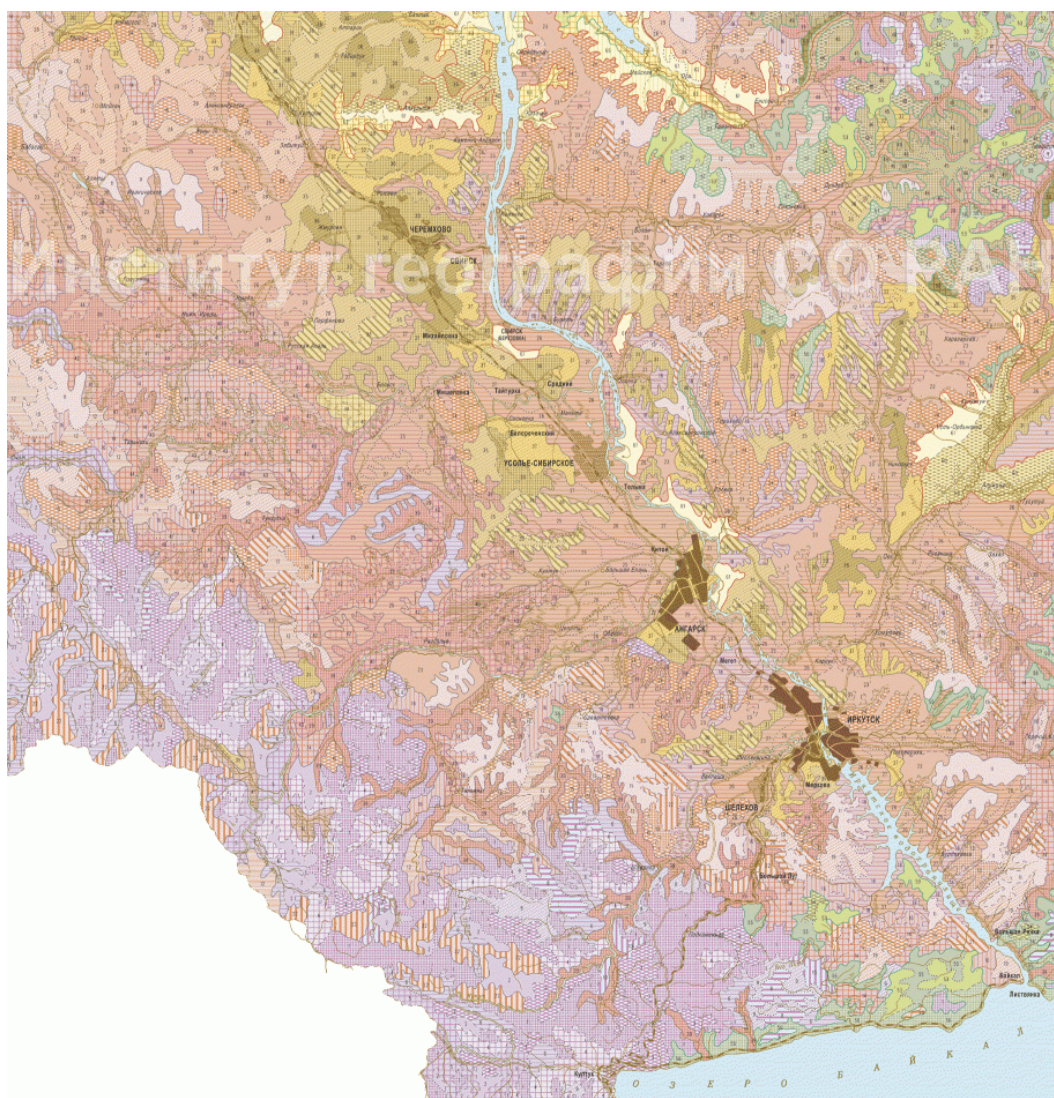


Рис. 8. Фрагмент карты «Ландшафты Верхнего Приангарья» (http://irkipedia.ru/content/landshafty_verhnego_priangarya_atlas)

Источником для пополнения коллекции карт в галерее может служить сервис веб-картографирования ArcGIS Online; в качестве примера приведем интерактивную ландшафтную карту Первомайского района Алтайского края:

<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=1b8e1051277d40e8afc9eb71227707a1>.

Карты галереи в растровом формате должны иметь хорошее пространственное разрешение, а многолистные карты сшиты в единое бесшовное изображение. Они не должны содержать водяной знак-логотип, обозначающий их принадлежность правообладателю или производителю.

База данных ландшафтных описаний. Приведем примерный алгоритм (табл.) проведения комплексного ландшафтного описания тестовых площадок размером от 10×10 м до 20×20 м с определением характеристик и особенностей рельефа, почв и растительности, оценкой стадий дигрессии почвенно-растительного покрова по отработанным методикам [2, 10]. В процессе полевых комплексных ландшафтных описаний на тестовой площадке фиксируются границы участка для дальнейшего наблюдения за их функционированием и динамикой. При описании лесных сообществ измеряются лесотаксационные характеристики. Фиксируется наличие и характер распространения редких, эндемичных и реликтовых видов. Полученные результаты обрабатываются в камеральных условиях: выделяются растительные ассоциации. Восстановительные сукцессионные ряды растительности определяются методами полевых исследований с привлечением данных дистанционного зондирования, позволяющих восстановить годы возникновения нарушений (пожары, вырубки). Определяются водно-физические свойства почв: тип почвы, гранулометрический состав, плотность сложения, водопроницаемость и другие. Фиксируется стадия дигрессии почвенно-растительного покрова, учитывающая процент вытаптывания и механического повреждения растительного покрова и, особенности его видового состава, процент территории с нарушенными верхними почвенными горизонтами (тропинки, колеи, бивуаки и т.д.). В результате камеральной обработки полевых описаний формируется база данных (БД) ландшафтных описаний.

Для разработки БД ландшафтных описаний необходимо определить минимальный набор параметров – обязательных столбцов ландшафтного описания и варианты факультативных характеристик (добавляемых из списка или формируемых исследователем при помощи функции «Add field»). Нужно разработать стандартную спецификацию описания, причем в формате, допускающем обмен между различными приложениями, а также

экспорт/импорт. Варианты регламента сбора данных, их хранения и распространения данных требуют согласования с их коллекторами.

Таблица

Основные характеристики ландшафтов, фиксируемые при их комплексном исследовании на тестовых площадках

Общие характеристики	
Дата, географические координаты, высота, физико-географический и административный район	
Камни, вал, опад (%)	
Антропогенная нагрузка и следы пожаров	
Сукцессионная стадия или коренное состояние	
Режим увлажнения	
Характер антропогенного воздействия и стадия дигрессии почвенно-растительного покрова	
Характеристики структурных элементов	
Рельеф (форма мезорельефа, уклон (°), экспозиция (°), выходы горных пород (%) и название минералов, микрорельеф и его генезис, протекающие экзогенные процессы)	
Почвы (название почвы, мощность горизонтов (см), гранулометрический состав, цвет в системе Манселла, форма и размеры почвенных агрегатов, плотность, влажность, включения и новообразования)	
Растительность (название фитоценоза, видовой состав по ярусам, проективное покрытие каждого вида (%) и характер распределения, густота древостоя (шт.), средняя высота по ярусам (м), средний диаметр ствола на высоте 1,3 м от поверхности (см), виды Красных книг и эндемики)	

Важная задача для организации данных – это концептуальная и логическая модели БД ландшафтных описаний. Для ее создания по результатам исследований на текстовых площадках разумно использовать мобильные приложения или платформы. Некоторые из аналогичных приложений:

- ArcGIS Survey123 – приложение для формирования, распространения и анализа описаний: <https://survey123.arcgis.com>. Лицензируемый программный продукт компании Esri (США).
- ArcGIS Collector – приложение для полевой съемки с использованием веб-карты на мобильных устройствах

(<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-collector/overview>).

Лицензируемый программный продукт компании Esri (США).

- MapMobile – мобильное приложение для сбора информации о различных событиях, проблемах и нарушениях в режиме реального времени с возможностями добавления медиа-файлов, выполнения координатной привязки полученных данных и синхронизации с сервером, а также формирования статистики и количественной динамики: <https://sao.esmc.msk.ru/mapadmin/content/section/projects>.

- Forest Watcher – мобильное приложение для мониторинга лесов и оперативного оповещения: <https://forestwatcher.globalforestwatch.org/>.

- ForestPlots.net – платформа, созданная для интеграции данных о лесах мира (особенно о тропических) и предоставляющая доступ для анализа собранного массива данных: <https://www.forestplots.net/en/map>.

- Floraincognita – алгоритм полуавтоматической идентификации растений с помощью мобильных устройств: <https://floraincognita.com>.

- Inaturalist – изучение дикой природы методами «Любительской науки» и пополнению массива данных в Глобальной информационной системе по биоразнообразию GBIF.org: <https://www.inaturalist.org/projects/wildlife-atlas-of-russia>.

Создать собственное открытое приложение для решения этой задачи можно, например, с использованием Glide app – средство для их создания, которое позволяет любому создавать приложение без кода, комбинируя параметры из Google-таблиц. Glide дает возможность использовать ряд базовых компонентов в создаваемом приложении – карты, календарь, чат.

Репозиторий. Среди работ, обобщающих результаты научных исследований в области картографии в той ее части, которая касается ландшафтных карт и ландшафтного картографирования, особо следует выделить библиографический указатель научно-технической литературы по картографии, охватывающий период с 1959 г. по 1983 г. [4]. Раздел, посвященный ландшафтам, содержит около пятисот библиографических описаний публикаций по теории и методам мелко-, средне- и крупномасштабного общего и специального ландшафтного (например, ландшафтно-геохимического) картографирования.

Сегодня подготовка столь объемных и фундаментальных библиографий вряд ли возможна и нецелесообразна. Подобно тому, как «бумажные» сводки картографической изученности могут быть вытеснены и замещены сетевыми сервисами, роль традиционных библиографических списков научных публикаций и указателей сегодня выполняют цифровые репозитории. Помимо библиографических описаний источников они содержат полнотекстовые документы с возможностями поиска и чтения необходимой научной литературы данной предметной области при условии открытого доступа к ней. Примерами могут служить: открытый репозиторий ИВиС ДВО РАН (<http://repo.kscnet.ru/>), объединяющий документы в области наук о Земле, и цифровой репозиторий Института вычислительной техники СО РАН (<http://elib.ict.nsc.ru/jspui/>) с тематикой информационно-телекоммуникационных технологий.

В качестве инструмента хранения и распространения научных знаний о ландшафтном картографировании, включая научные статьи, монографии, тексты диссертаций и их авторефератов, отражающий его современное состояние, цифровой репозиторий должен охватывать документы с 2000 г. с ретроспективой в более раннюю область с учетом их методической ценности. Как правило, они должны содержать ландшафтные карты и/или методики их составления и легенды ландшафтных карт.

При выборе программного обеспечения, поддерживающего ведение репозитория, следует ориентироваться на результаты сравнительного анализа их функциональных возможностей, отдавая предпочтение программным продуктам с открытым исходным программным кодом (OAI, DSpace и т.п.).

Разумеется, пользователям предоставляется возможность пополнять репозиторий, размещая в нем свои документы.

Заключение

Анализ опыта интеграции научных информационных ресурсов, в том числе в предметной области ландшафтоведения, позволяет сделать вывод о том, что сегодня нет никаких методических, технологических и технических барьеров для решения поставленной задачи. Как показывают предварительные оценки степени ландшафтно-картографической изученности, ландшафтным, картографическим и геоинформационным сообществами накоплен достаточный опыт, умения и знания в деле организации и управления сетевыми

ресурсами, свободный доступ к которым будет полезен и для ландшафтной науки, и для ее практических приложений.

О возможности реализации идеи создания открытого сетевого сервиса «Ландшафтные карты России» свидетельствуют и результаты анкетирования, выполненного авторами в октябре 2020 г. В опросе приняли участие 57 специалистов в предметных областях «Ландшафтоведение» и «Ландшафтная экология», работающие, в основном, в университетах и научно-исследовательских организациях. Все они собираются пользоваться таким ресурсом, 91% респондентов согласны быть поставщиками данных и карт, 96% – проводят полевые исследования, 84% – являются авторами (составителями) ландшафтных карт. Респонденты сообщают о наличии ландшафтных карт для территории 38 субъектов РФ.

Исследование выполнено в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН по теме Госзадания № АААА-А17-117041910167-0 и в Институте географии РАН по теме Госзадания № АААА-А19-119022190168-8.

Литература

1. Алексеенко Н.А., Кошкарев А.В., Курамагомедов Б.М., Медведев А.А. Геопорталы российских особо охраняемых природных территорий // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 5. – С. 34-46. URL: https://geocartography.ru/en/scientific_article/2019_5_34-46 (дата обращения 29.10.2020 г.).
2. Знаменская Т.И., Вантеева Ю.В., Солодянкина С.В. Дигрессия растительности и почв прибрежных ландшафтов озера Байкал на примере привлекательных туристических районов // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2018. – Т. 12. – №3. – С. 75-86. DOI: 10.24411/1995-0411-2018-10307.
3. Картографическая изученность России (топографические и тематические карты) / Под ред. А.А. Лютого и Н.Н. Комедчикова. – М.: Институт географии РАН, 1999. – 310 с.
4. Комедчиков Н.Н., Лютый А.А., Нарских Р.С. Национальная библиография научно-технической литературы по картографии. 1959-1983 гг. – В 3 т. Т.1. – М., 1996. – 335 с.
5. Кошкарев А.В. Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами // Пространственные данные. – 2008. – № 2. – С. 6-14.

6. Кошкарёв А.В. Картографическая визуализация на геопорталах ИПД // Геодезия, картография и маркшейдерия. Материалы Всероссийской научной Интернет-конференции с международным участием. – Казань: ИП Синяев, 2014. – С. 18-25.
7. Кошкарёв А.В. О сути пространственных данных и нормализации терминологии геоинформатики / Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы X Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 14-16 ноября 2018 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Научная книга, 2018. – С. 65-77.
8. Кошкарёв А.В. Образовательные геопорталы: данные и сервисы // Геодезия и картография. – 2017. – № Спецвыпуск. – С. 33-40.
9. Солодянкина С.В. Кошкарёв А.В. Об открытой базе данных ландшафтов России // Ландшафтный Бюллетень. – 2020. – № 8. – С. 2-3 [Электронный ресурс]. URL: <https://iale-russia.ru/bulletin/> (дата обращения 09.10.2020 г.).
10. Солодянкина С.В., Вантеева Ю.В., Черкашина А.А., Чепинога В.В. Классификация и картографирование геосистем топологического уровня с применением принципа построения факторально-динамических рядов фаций // География и природные ресурсы. – 2018. – №3. – С. 164-174. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-3(164-174).
11. Koshkarev A., Solodyankina S. Information systems for collecting, searching and disseminating spatial data about landscapes // 1st International conference Landscape Science and Landscape Ecology: Considering Responses to Global Challenges. – Moscow, 2020. – P. 25-25.
12. Rodríguez A.F., Abad P., Alonso J.A., Sánchez A., González C., Soteres C., Juanatey M., Díez E., Potti H. Towards a set of recommendations about how to implement geoportals in SDI nodes [Электронный ресурс]. URL: http://icaci.org/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/nonref/3_8.pdf (дата обращения 11.10.2020 г.).
13. Tait Michael G. Implementing geoportals: Applications of distributed GIS // Computers Environment and Urban Systems. – January 2005. – № 29(1). – P. 33-47. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019897150400047X?via%3Dihub> (дата обращения 29.10.2020 г.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В МОНИТОРИНГЕ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Воронежский государственный университет

В курсе «Мониторинг социально-экономического развития регионов» для магистров 2 курса мониторинг муниципальных образований занимает заметное место. Он является важным аспектом географического исследования социально-экономической региональной системы. Раскрывает внутреннее состояние субъектов федерации, территориально-отраслевую структуру, динамику развития и проблемы развития.

Надо отметить, многие годы при анализе субъектов муниципального управления в стране наблюдались большие противоречия между информационной базой, возможностями и потребностями обеспечения информацией органов управления муниципальных систем. Состояние и возможности муниципальной статистики не позволяли обеспечить необходимый объем информации. Та информация, которая имелась в статистических сборниках, характеризовалась явной неполнотой данных, что не позволяло без дополнительного статистического наблюдения проводить полноценный мониторинг развития региона. С другой стороны потребность в статистической информации социально-экономического развития муниципальных образований все время растет. Эта информация нужна как аналитическая основа прогнозирования и планирования социально-экономического развития муниципалитетов, а также как оценка последствий управленческой деятельности.

Современный этап (в последние десять-пятнадцать лет) развития территориальной статистики характеризуется резким возрастанием качества и количества статистической информации о развитии муниципальных образований, что позволяет обеспечить объективность управления их социально-экономическим развитием.

Основная часть статистической информации содержится в базе данных муниципальных образований РФ, которая представляет собой многоуровневую системы хранения и предоставления данных, см. таблицу 1.

Таблица 1

Структура базы данных показателей муниципальных образований РФ
[Составлена по 1]

База данных показателей муниципальных образований	"Белгородская область"
Центральный федеральный округ	Территория
Белгородская область	Население
Брянская область	Занятость и заработная плата
Владимирская область	Коммунальная сфера
Воронежская область	Социальная поддержка населения по оплате жилых помещений и коммунальных услуг
Ивановская область	Здравоохранение
Калужская область	Учреждения здравоохранения, 2006 и 2007 гг.
Костромская область	Социальное обслуживание населения
Курская область	Образование
Липецкая область	Спорт
Московская область	Организация отдыха, развлечений и культуры
Орловская область	Охрана окружающей среды
Рязанская область	Предприятия по переработке отходов
Смоленская область	Сельское хозяйство
Тамбовская область	Снабженческо-сбытовые
Тверская область	сельскохозяйственные кооперативы
Тульская область	Деятельность предприятий
Ярославская область	Строительство жилья
г. Москва	Сведения о выданных разрешениях на строительство
Северо-Западный федеральный округ	Розничная торговля и общественное питание
Республика Карелия	Платные услуги населению
Республика Коми	Коллективные средства размещения
Архангельская область	Почтовая и телефонная связь
Вологодская область	Организация охраны общественного порядка
Калининградская область	Основные фонды организаций
Ленинградская область	муниципальной формы собственности
Мурманская область	Инвестиции в основной капитал
Новгородская область	и средства на долевое строительство
Псковская область	Местный бюджет
г. Санкт-Петербург	
Южный федеральный округ	

Республика Адыгея Республика Калмыкия Краснодарский край Астраханская область Волгоградская область Ростовская область Северо-Кавказский федеральный округ Республика Дагестан Республика Ингушетия Кабардино-Балкарская Республика Карачаево-Черкесская Республика и т.д.	Финансовая деятельность Бухгалтерская отчетность Определение поставщиков (подрядчиков, исполнителей) для обеспечения государственных и муниципальных нужд Закупки товаров для государственных и муниципальных нужд Муниципальные услуги Показатели для оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов
Территория Общая площадь земель муниципального образования Протяженность автодорог общего пользования местного значения, находящихся в собственности муниципальных образований на начало года Протяженность автодорог общего пользования местного значения на конец года Количество автозаправочных станций (АЗС), расположенных на автомобильных дорогах общего пользования местного значения Общая протяженность улиц, проездов, набережных (на конец года) Общая протяженность освещенных частей улиц, проездов, набережных (на конец года) Площадь земель сельхозугодий муниципального образования, гектар Общая площадь застроенных земель Общая площадь улично-дорожной сети (улиц, проездов, набережных и т.п.)	Выберите Показатель - показатель (1) Общая площадь земель муниципального образования, гектар Выберите Вхождение муниципального образования (22) Выбрать все - или один (несколько) МР Алексеевский муниципальный район и т.д. Выберите Тип поселения (4) Выбрать все Муниципальный район Городской округ, городской округ с внутригородским делением Городское поселение Сельское поселение Выберите Муниципальное образование (350) Выбрать все или Алексеевский муниципальный район и город Алексеевка Город Алексеевка Алейниковское Афанасьевское Варваровское и т.д. Выберите Годы (14) Выбрать все или любой год (любые годы) за 2006-2019

Эта многоуровневая информационная система позволяет дать относительно объективную, полную и своевременную информацию о процессах, происходящих в различных секторах, отраслях и сферах деятельности муниципального образования. Так как под мониторингом в некотором смысле можно понимать систему наблюдений за социально-экономическими процессами для оценки или соответствия их необходимым результатам (индикатором), а также контроля, то использование этой системы позволяет значительно повысить эффективность и точность управленческих решений.

Существуют разные виды мониторинга муниципальных образований. Практически для всех их, несмотря на различные основания классификаций, в базе данных муниципальных образований имеются более или менее необходимые статистические обоснования. Например, для динамического мониторинга можно использовать данные за последние 15 лет, что практически полностью позволяет раскрыть особенности динамики развития тех или иных объектов, явлений, показателей. Особенно он эффективен для локального мониторинга относительно простых показателей. Конкурентный мониторинг применяется, когда в качестве основания для него выбираются результаты развития других систем такого же уровня. Мы обычно выбираем муниципальное образование с самым высоким уровнем развития данного явления (показателя). Также широко используется сравнительный мониторинг, когда в качестве основания для анализа выбираются результаты развития системы более высокого уровня (для муниципального образования это субъект федерации). Использование информационной базы позволяет отчетливо выявлять и анализировать развитие проблем социально-экономического развития, что составляет основу проблемного мониторинга. Наиболее обширной является информационная база, формируемая Федеральной службой государственной статистики в виде паспорта муниципальных образований, в котором представлены данные с 2006 по 2020 гг. Например, информация по муниципальным районам сгруппирована по 26 разделам, по сельским поселениям – по 18 разделам [2]. Вместе с тем, на наш взгляд, недостаточно детально отражены показатели, характеризующие деятельность негосударственного сектора экономики, уровень жизни населения, здравоохранение, жилищные условия и т.п. [2].

Широко и очень полезно (по нашему мнению) можно использовать информационную базу МО РФ для комплексного мониторинга, когда

используется несколько оснований для анализа. Особенно эффективно его можно использовать для простой и многомерной группировки (типологии) развития муниципальных образований.

Для примера проведем комплексный мониторинг для классификации и типологии муниципальных образований Белгородской области по уровню агропромышленного развития. Муниципальные образования ЦЧР характеризуются крайней неоднородностью, даже в относительно развитой Белгородской области. Неоднородность уровня и разнокачественность социально-экономического развития регионов и муниципальных образований вызывает необходимость различных подходов и критериев к оптимизации социально-экономического развития территорий [3]. Но для этого сначала нужно оценить уровень и особенности их развития.

На первом этапе работы необходимо скачать и обработать данные по объему развития промышленности и сельского хозяйства за 2019 год. Наиболее сложным является анализ промышленности, в которой данные приводятся по четырем главным отраслям, поэтому их приходится суммировать в Excel, что позволяет вычислить общий объем продукции по каждому МО. Затем рассчитаем уровень развития промышленности всех МО на 1 чел. (разделим столбец с объемом промышленной продукции на столбец с численностью населения). Полученные результаты разделим по отношению к наиболее высокому показателю среди МО с помощью Excel. Затем аналогично вычислим уровень развития сельского хозяйства, см. таблицу 2.

Рассчитанные уровни промышленного и сельскохозяйственного развития по каждому МО региона суммируем и делим на два. Затем определим уровень агропромышленного развития по уже рассчитанным показателям методом индексов. Он необходим, когда показатели разного порядка или типа, то есть не сопоставимы. В данном случае используется только для сравнения.

Для соответствия разнокачественных показателей к единому уровню оценки определяем их по формуле:

$$I_n = \frac{\Pi_{MP} - \Pi_{min}}{\Pi_{max} - \Pi_{min}},$$

где учитывались максимальный (лучший) и минимальный (худший) показатели по МР области. Можно также применять балльную оценку, особенно когда необходимо использовать вес показателей. При индексной оценке данного показателя 0,81 – 1,0 (самый высокий уровень) – оценка 5 баллов. Далее 0,61 – 0,8 – (высокий уровень) - оценка 4 балла, 0,41 – 0,6 – (средний уровень) - оценка

3 балл, 0,21 - 0,4 – (низкий уровень) - оценка 2 балла, 0 - 0,2 (самый низкий уровень) - оценка 1 балл.

В знаменателе для оценки индекса промышленного развития берем показатели Корочанского МР (максимум) и Вейделевского МР (минимум) $1561,1 - 139,3 = 1421,8$. Числители рассчитаем в Excel. При правильном расчете полученные показатели должны варьировать от 0 да 1, отличие от сравнительных показателей. Они зависят от базы сравнения, например, если сравнивать со средним показателем по региону, то там показатели будут и больше единицы.

Таблица 2

Показатели типологии уровня агропромышленного развития муниципальных образований Белгородской области

	Сельское хозяйство			Промышленность			Показатели типологии		
	Тыс. руб. на 1 чел.	Уровень по тах	Индекс	Тыс. руб. на 1 чел.	Уровень по тах	Индекс	Тыс. руб. на 1 чел.	Уровень по тах	Индекс
Алексеевский ГО	208,5	0,27	0,11	1372,5	0,89	0,87	790,5	0,58	0,49
Белгородский МР	143	0,18	0,01	207,5	0,13	0,05	175,25	0,155	0,028
Борисовский МР	273,3	0,35	0,21	637,5	0,41	0,35	455,4	0,38	0,28
Валуйский ГО	139,7	0,18	0	582,3	0,37	0,31	361	0,275	0,155
Вейделевский МР	309,8	0,40	0,27	139,3	0,09	0	224,55	0,245	0,135
Волоконовский МР	775,4	1	1	310,2	0,2	0,12	542,8	0,6	0,56
Грайворонский ГО	242,9	0,31	0,16	194,8	0,12	0,04	218,85	0,215	0,1
Ивнянский МР	657,6	0,85	0,81	800,2	0,51	0,46	728,9	0,68	0,635
Корочанский МР	429	0,55	0,46	1561,1	1	1	995,05	0,775	0,73
Красненский МР	369,8	0,48	0,36	261,3	0,17	0,09	315,55	0,325	0,225
Красногвардейский МР	384	0,50	0,38	494,9	0,32	0,25	439,45	0,41	0,315
Краснояржский МР	400,4	0,52	0,41	515,2	0,33	0,26	457,8	0,425	0,335
Новооскольский ГО	491,3	0,63	0,55	717,5	0,46	0,41	604,4	0,545	0,48
Прохоровский МР	738	0,95	0,94	1345,8	0,86	0,85	1041,9	0,905	0,895
Ракитянский МР	460	0,59	0,50	1249,5	0,80	0,78	854,75	0,695	0,64
Ровеньский МР	224,9	0,29	0,13	259,4	0,17	0,08	242,15	0,23	0,105
Чернянский МР	205,5	0,27	0,10	245,3	0,16	0,07	225,4	0,215	0,085
Шебекинский ГО	261,4	0,34	0,19	277,2	0,18	0,10	269,3	0,26	0,145
Яковлевский ГО	256,7	0,335	0,18	819,8	0,53	0,48	538,25	0,4325	0,33
Белгород ГО	0,5	0,0006	0	408,3	0,26	0,19	204,4	0,1303	0,095
Губкинский ГО	65,7	0,085	0	1485,7	0,95	0,95	775,7	0,5175	0,475
Старооскольский ГО	59,6	0,077	0	1048,7	0,67	0,64	554,15	0,335	0,32

Затем аналогично проведем расчеты и для сельского хозяйства, см. таблицу 2. Единственное исключение (для минимума мы не берем показатели Белгородского, Старооскольского и Губкинского ГО), так как получим заведомо завышенные оценки для остальных МО. Все полученные группы промышленных и сельскохозяйственных показателей суммируем, затем сумму по каждому МО делим на два и получаем группы с уровнем агропромышленного развития. Наиболее высокий уровень агропромышленного развития имеет наиболее сбалансированный по развитию АПК Прохоровский МР, который при всех способах типологии имеет преимущество (1041,9 тыс. руб. на 1 чел.): уровень по отношению к максимуму составил - 0,905, а индекс - 0,895. Лидер региона по уровню промышленного развития - Корочанский МР уступает по уровню сельскохозяйственного развития, а Волоконовский МР (аграрный лидер) наоборот по уровню развития промышленного производства.

Конечно, уровень агропромышленного развития не отражает полностью уровень экономического развития муниципальных образований. Необходимо учитывать и другие показатели (оборот розничной торговли, уровень развития строительства, бытового хозяйства и т.д.). Тогда преимущество перейдет к крупным городским территориям. Надо отметить, что когда используются сопоставимые показатели, то лучше применять сравнительный метод, в ином случае индексный.

В дальнейшем исследование на основе информационных методов можно продолжить за счет построения картодиаграмм и картограмм, корреляционно-регрессионного и факторного анализов показателей типологии.

Литература

1. База данных муниципальных образований РФ - <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/>

2. Гармаева Э.Ц. 1. Социально-экономический мониторинг в систем стратегического планирования развития муниципальных образований /Э.Ц Гармаева, З.Б. Дондоков, И.В. Дондокова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5-2. – С. 396-399; URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38228> (дата обращения: 19.11.2020).

3. Крупко А.Э. Проблемы устойчивого развития муниципальных образований России / А.Э. Крупко // журнал «Финансы, экономика, стратегия», № 8, Воронеж, август 2014. - С. 17 –22.

БАЗА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ «ВЫЗОВЫ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ» ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Институт геологии федерального исследовательского центра
Карельский научный центр РАН

Изучение влияния абиотической составляющей геосистемы и ее трансформации на биотическую компоненту является основополагающим принципом геоэкологических исследований [5]. Мощным инструментом интеграции разнородных данных и пространственного анализа являются геоинформационные системы (ГИС), применяемые как для решения различных геоэкологических задач [2, 6], так и задач медицинской географии, гигиены окружающей среды [1, 3]. Пространственно-временной анализ заболеваемости населения, проводимый при помощи медицинских ГИС, отражает основные проблемы охраны здоровья и выявляет причины заболеваемости. Это позволяет своевременно и оперативно применять превентивные меры, направленные на рост показателей, отражающих здоровье людей.

Исследование проведено на примере города Петрозаводска. Формирование базы геоданных основано на данных обезличенного каталога статистики вызовов скорой медицинской помощи. Материалы предоставлены Петрозаводской больницей скорой медицинской помощи (БСМП) и представляют собой таблицу вызовов, содержащую атрибутивную информацию об адресе, возрасте и поле пациента, дате и времени вызова, диагнозе заболевания по международной классификации МКБ-10. В работе используется каталог за 2015 г. Пространственная привязка вызовов осуществляется с помощью свободно распространяемого проекта OpenStreetMap (OSM). Данные проекта имеют точечный и полигональный слои, содержащие сведения о типе здания, его этажности, улице, номере дома. Объединение атрибутивных информации позволяет не только задать координатную привязку, но и дополнить каталог вызовов новыми данными.

Используя атрибут «тип здания» возможно проведение углубленного анализа распределения вызовов скорой помощи. Выборка вызовов по

значениям атрибута жилых зданий (apartments, detached, dormitory, house, residential) позволяет привязать случаи заболеваемости к местам проживания людей и тем самым увеличить вероятность корректной оценки влияния факторов. Еще большую достоверность обеспечивает использование в качестве тестовой группы детское население. Это связано с тем, что в отличие от взрослого населения, на здоровье которых влияет множество постоянно меняющихся факторов, в том числе профессиональная деятельность, дети менее мобильны в пространстве города [4].

На основании вышеизложенных заключений проведен анализ влияния загрязнения почвенного покрова на заболеваемость детей. Геохимическое опробование проведено в 2011 г из верхних горизонтов почв, по равномерной сети. Всего отобрано 174 пробы. Химический анализ выполнен методом ICP-MS в аналитической лаборатории ИГ КарНЦ РАН. Ассоциации элементов выделены на основе факторного анализа.

Одной из поставленных задач является определение принципа районирования случаев заболеваемости. В связи с этим апробировались несколько подходов. Первый основан подсчете вызовов по функциональным зонам города, характеризующихся различным техногенным воздействием. Подобное районирование оказалось не достаточно удачным, так как зоны занимают большие территории. При этом промышленные районы, с одной стороны, характеризуются высоким уровнем экологического риска, а, с другой стороны, из-за отсутствия проживающих, данные по заболеваемости здесь занижены или отсутствуют. Другой подход подразумевает подсчет выездов бригад скорой помощи по равномерно распределенной сети ячеек. Для выбора наиболее оптимального размера вызовы посчитаны для ячеек 200x200 и 500x500м (рис.). Частота выездов бригад скорой помощи нормирована на количество проживающих. Учет численности населения проведен на основе данных площади жилых помещений.

Корреляционный ранговый анализ Спирмена не выявил взаимосвязи между распределением ассоциаций химических элементов и частотой вызовов бригад скорой помощи по сети 200x200 м. Для расчетов по укрупненной сети 500x500 м обнаружена корреляционная зависимость (выше критических значений) вызовов скорой помощи от содержания технофильных элементов в почвах города. Это связано с мобильностью детей и их перемещением относительно места проживания. Коэффициенты корреляции выше для болезней органов пищеварения и ассоциацией элементов объединенных

факторами 2 (Sb, Pb, Sn, Zn, Cu) и 3 (Mo, Ni, Cr). Не выявлено влияние на здоровье элементов, объединенных 2 фактором, отражающим природный генезис накопления. Корреляционная зависимость выше критических значений показана для Cd, Co, Zn, Sb, Pb, V и вызовами по диагнозам заболеваемости органов пищеварения. На частоту вызовов с диагнозом болезни органов дыхания оказывает влияние Cd, Co, Cu, V.

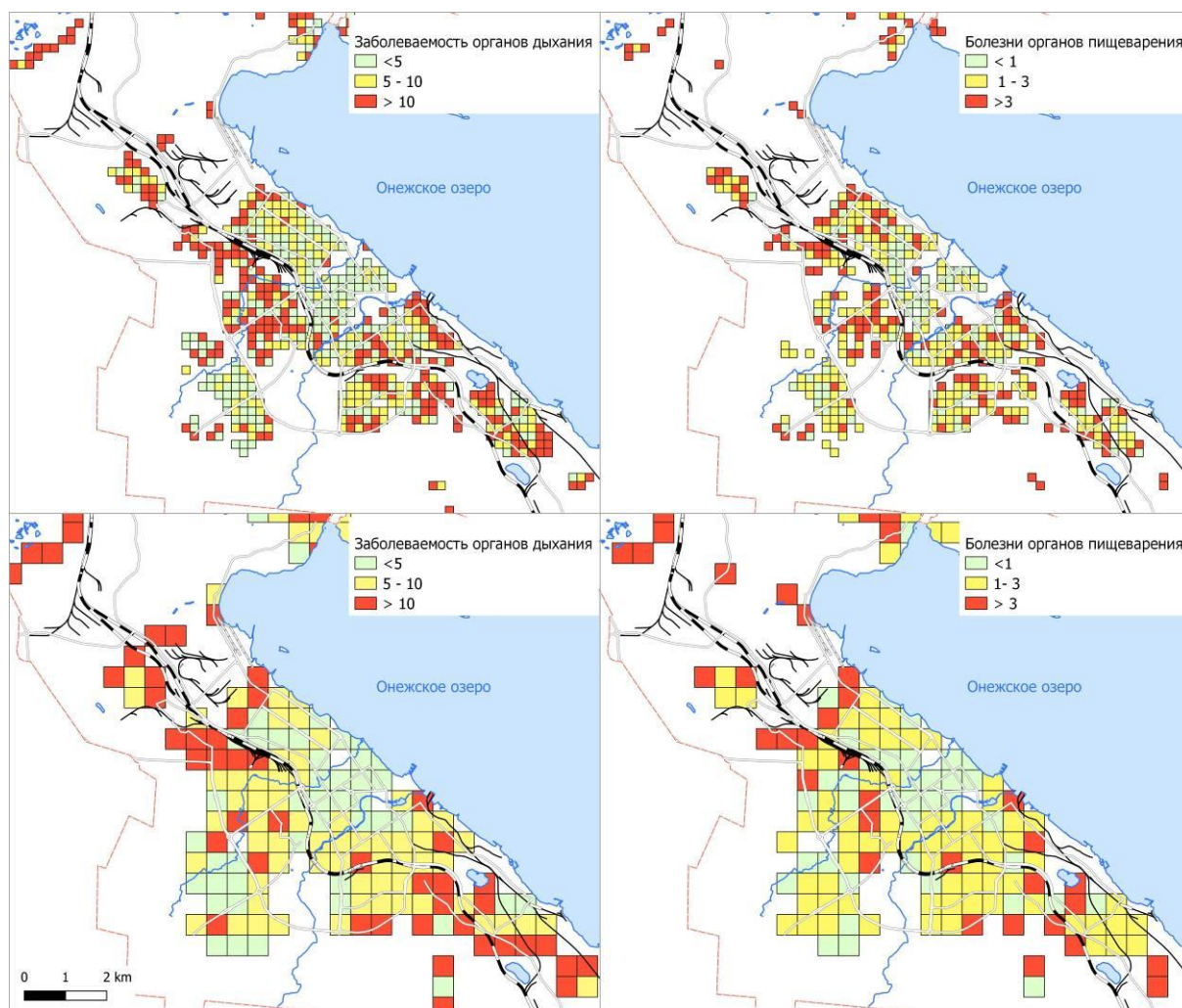


Рис. Распределение частоты выездов бригад скорой помощи
детям до 13 лет, на 100 человек

Таким образом, проведенная работа позволяет утверждать, что данные скорой медицинской помощи могут быть использованы как биоиндикатор при геоэкологической оценке урбанизированных территорий. Приращение информации за счет общедоступных данных позволяет создавать выборки, связанные с характеристикой места вызова или какими-либо демографическими и социально значимыми параметрами. Наиболее оптимальным является районирование по частоте выездов бригад скорой помощи по сети 500x500 м.

Литература

1. Гохман В.В. Геоинформационные системы для здравоохранения и медицины // Век качества. 2012. № 3. С. 74-75
2. Калманова В.Б. Геоэкологическое картографирование урбанизированных территорий (на примере г. Биробиджана) // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2015. Т. 21. С. 566-574.
3. Клепиков О.В., Мамчик Н.П., Колнет И.В., Куролап С.А., Хорпякова Т.В. Применение геоинформационных технологий в региональных системах мониторинга окружающей среды и здоровья населения // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. 2018. Т. 28. № 3. С. 249-256.
4. Крутских Н.В., Косинова И.И. Методика оценки трансформации природной среды по результатам эколого-геохимических исследований (на примере г. Петрозаводск) // Вестник ВГУ, серия Геология. 2014. № 3. С. 95-97
5. Трофимов В.Т., Куриленко В.В. Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для становления нового теоретического базиса геоэкологии // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2015. № 3. С. 93-102.
6. Яблоков В.М. Геоинформационный анализ структуры и динамики природно-экологического каркаса Москвы на основе открытых геоданных // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2018. № 1. С. 42-48.

УДК 623.746-519

Крюкова Н.А., Спесивый О.В.
kna2002_79@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

Анализ информации о чрезвычайных ситуациях свидетельствует, что стихийные бедствия, связанные с опасными природными явлениями, а также техногенные аварии являются основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций и представляют угрозу для безопасности граждан, экономики и, как следствие, для устойчивого развития страны. В связи с этим

достижение целей развития единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ставит приоритетную задачу деятельности по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций. Важнейшей составляющей этой деятельности является комплексное решение вопросов мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, своевременного выявления угроз и реагирования на опасности при создании комплексных систем безопасности жизнедеятельности населения.

Сущность и назначение мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций состоит в наблюдении, контроле и предвидении опасных процессов и явлений природы и техносферы, являющихся источниками ЧС, динамики развития ЧС, определения их масштабов в целях предупреждения и организации ликвидации бедствий. Мониторинг чрезвычайных ситуаций по своим целевым функциям, степени охвата контролируемой территории, техническим особенностям включает в себя мониторинг природных, техногенных, биолого-социальных чрезвычайных ситуаций и экологический мониторинг [3].

Деятельность по мониторингу чрезвычайных ситуаций осуществляется многими организациями (учреждениями), при этом используются различные методы и средства.

Разведка является важнейшим видом обеспечения действий органов управления и сил гражданской обороны при выполнении ими задач мирного и военного времени. Это обуславливается тем, что без получения достаточно полных данных о создавшейся обстановке не может быть принято своевременное и обоснованное решение на организацию защиты населения и на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Разведка в системе гражданской обороны и при ликвидации чрезвычайных ситуаций это комплекс мероприятий командования, штабов, органов управления, служб и формирований гражданской обороны по добыванию, сбору и изучению сведения об обстановке в очагах поражения, районах стихийных, бедствий, аварий и катастроф, выявлению эпидемиологического, санитарно-гигиенического и эпизоотического состояния районов, населенных пунктов.

Разведка в интересах ликвидации чрезвычайных ситуаций имеет несколько важных особенностей. Одной из них является то, что в связи с возможностью возникновения ЧС она должна вестись непрерывно, в любое время года и суток, при любой погоде. Другая ее особенность –

многоплановость задач, как в мирное, так и военное время. Третья особенность— разведка в интересах ликвидации чрезвычайных ситуаций организуется на межведомственной основе, с привлечением сил и средств целого ряда министерств и ведомств. В отличие от военной разведки имеются и преимущества: одна и та же территория; отсутствует противодействие противника; нет необходимости в скрытности ее проведения [5].

При возникновении чрезвычайных ситуаций в мирное время разведка ведется непрерывно с момента получения информации о возникновении и до ликвидации чрезвычайных ситуаций. При ведении разведки устанавливается:

1. Наличие и характер угрозы людям, их местонахождение, пути, способы и средства спасения (защиты), а также возможность защиты (эвакуации имущества);
2. Основные характеристики опасных факторов чрезвычайной ситуации и пути их распространения;
3. Возможность вторичных проявлений опасных факторов чрезвычайных ситуаций, в том числе обусловленных особенностями местности, технологии и организации производства на объекте возникновения чрезвычайных ситуаций;
4. Наличие и местонахождение ближайших средств, пригодных для ликвидации ЧС, возможные технологии их использования;
5. Наличие в зоне чрезвычайных ситуаций объектов повышенной опасности (электроустановок под напряжением, взрывчатых, химических веществ и пр.), возможность и целесообразность их нейтрализации или вывода из зоны чрезвычайных ситуаций;
6. Необходимость оказания пострадавшим экстренной медицинской и психологической помощи.

При необходимости, в зависимости от обстановки выполняются и другие необходимые действия. Собранные разведывательные сведения должны быть соответствующим образом обработаны, прежде чем командир и штаб смогут их эффективно использовать. Обработке подлежат все сведения, какими бы они ни были по своему содержанию и важности. Правильные выводы о районе чрезвычайной ситуации можно сделать только на основе тщательного анализа всех добытых разведывательных сведений [4].

Далее рассмотрим разработку и апробацию программного продукта «Monitoring/Detect», предназначенного для обработки данных мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В качестве данных могут выступать снимки различных оптико-электронных средств

дистанционного мониторинга. Программа определяет места и производит подсчет площади зоны, подверженной чрезвычайной ситуации. При этом используется метод обработки раstra по контрольной точке и определения положения пикселей изображения в пространстве спектральных признаков на основе Евклидова расстояния.

Пусть z – произвольная точка в RGB-пространстве. Будем говорить, что точка z сходна по цвету с точкой a , если расстояние между ними не превышает некоторого заданного порогового значения D_0 . Евклидово расстояние между точка z и a дается выражением (1):

$$D(z, a) = \|z - a\| = \left[(z - a)^T (z - a) \right]^{1/2} = \sqrt{(z_R - a_R)^2 + (z_G - a_G)^2 + (z_B - a_B)^2} \quad (1)$$

где нижние индексы R, G и B используются для обозначения RGB-компонент векторов. Геометрическое место точек, таких что $D(z, a) \leq D_0$, представляет собой шар радиуса D_0 , показанный на рисунке 1. Точки, лежащие внутри или на поверхности шара, удовлетворяют заданному цветовому критерию; точки вне шара – не удовлетворяют. Если присвоить двум множествам точек на изображении два различных значения, скажем, 1 (белое) и 2 (черное), то получится двоичное изображение, представляющее собой результат сегментации [1].

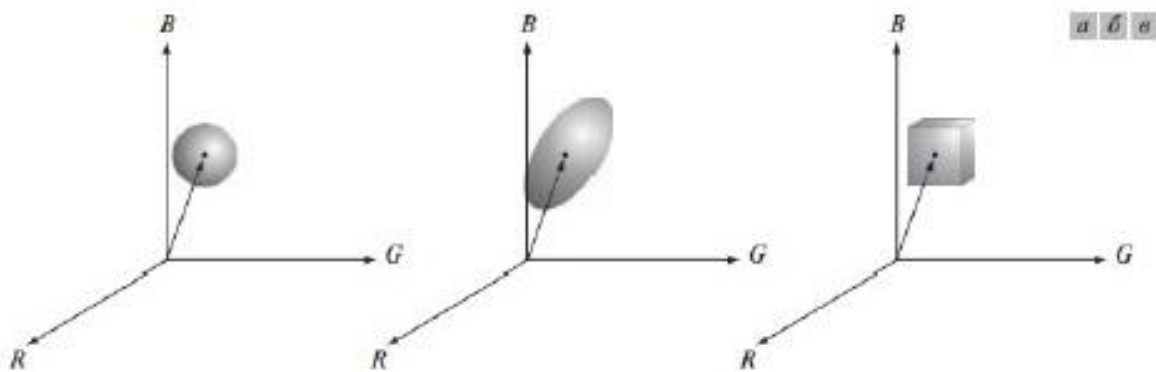


Рис. 1. Три способа выделения областей данных для сегментации в цветовом пространстве RGBc использованием: а – шара; б – эллипсоида; в – параллелепипеда

На рисунке 2 представлен графический интерфейс программы «Monitoring/Detect», разработанной в среде математического моделирования MatLabR2013b [2].

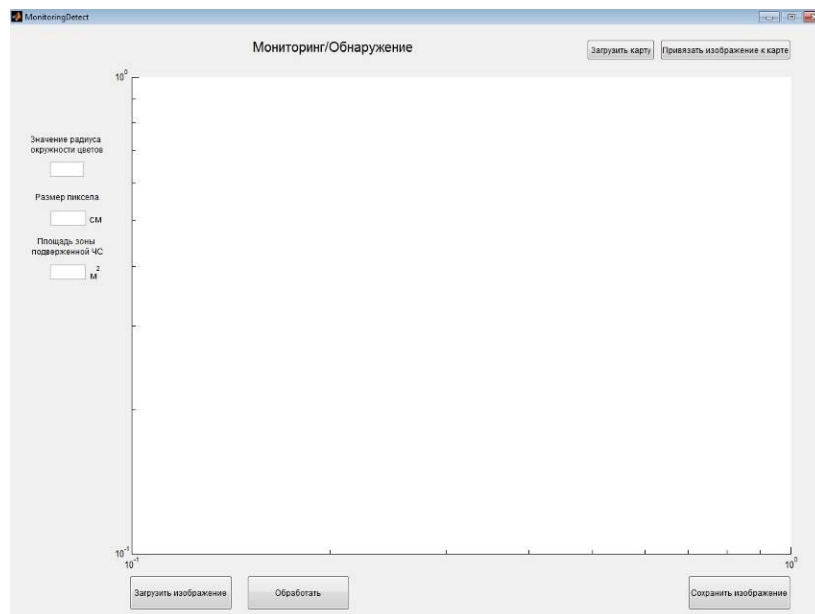


Рис. 2. Графический интерфейс программы «Monitoring/Detect»

Ниже описан функционал элементов интерфейса программы, который позволяет производить обработку изображений:

1. Окно для ввода значения цветового радиуса, окно для ввода размера пиксела и окно индикатор. В окне ввода цветового радиуса можно изменять значение радиуса окружности цветов в автоматизированном режиме, не влезая в код программы, что позволит более точно производить обработку снимков. В окне ввода размера пиксела указывается пространственное разрешение пиксела в сантиметрах (см). В окне индикаторе отображаются данные о проведенном анализе снимка в метрах квадратных (м^2).
2. Рабочая область. Рабочая область выводит загруженные изображения (снимок и карту) для предварительного просмотра. Далее в данном окне будут отображаться все действия, которые выполняются программой с изображениями.
3. Кнопка для загрузки карты и кнопка открытия окна для выбора опорных точек при привязке снимка к карте.
4. Кнопки для загрузки и сохранения снимков и кнопка обработки, при нажатии по которой происходит выбор точки и обработка привязанного снимка.

Для обработки снимков в программе «Monitoring/Detect» необходимо пользоваться следующими рекомендациями:

1. Программу следует использовать когда на снимке визуально видны яркостные неоднородности;

2. Необходимо методом подбора осуществлять выбор значения радиуса окружности цветов;
3. Необходимо использовать изображения соответствующих размеров и форматов, чтобы снимок не перекрыл карту;
4. Необходимо знать размер (пространственное разрешение) пиксела дешифрируемого снимка;
5. Для более точной расстановки опорных точек необходимо использовать легко опознаваемые объекты и ориентиры.

В качестве примера для оценки загрязнения нефтепродуктами водной поверхности выбран снимок, порта Оторити (Вирджиния, США). Для работы в программе необходимо загрузить снимок, находящийся в определенной директории, после загрузки он отобразится в рабочей области. Затем нужно загрузить карту (топографическую основу), находящуюся в определенной директории, после загрузки карта перекроет исходный снимок и отобразится в рабочей области.

После загрузки исходных материалов нужно произвести привязку снимка к карте (топографической основе), путем выбора опорных точек на двух изображениях. Чтобы открыть окно привязки нужно нажать кнопку «Привязать изображение к карте», после чего откроется окно выбора опорных точек, далее выбрать соответствующие опорные точки на двух изображениях (рис. 3).

После выбора опорных точек их нужно экспортировать в Workspace для дальнейшей работы с ними. Для этого нужно нажать «File», выбрать пункт «ExportPointstoWorkspace», затем нажать «ОК», после чего выбранные опорные точки сохранятся в Workspace (рис. 4).

После сохранения опорных точек в Workspace нужно перейти в окно программы «Monitoring/Detect» и произвести обработку снимка, путем нажатия на кнопку «Обработать». В зависимости от размера изображений через некоторое время, после нажатия кнопки «Обработать», программа произведет привязку. В рабочей области отобразится результат привязки, на котором необходимо выбрать точку соответствующую нефтяному пятну, а также в самой программе задать значение радиуса окружности цветов (по умолчанию 50) и ввести значение размера пиксела (размер пиксела исходного снимка составляет 96 см).

После выбора точки в рабочей области будет отображен обработанный снимок, с выделенными нефтяными пятнами красным контуром, а в окне индикатора будет отображена площадь зоны подверженной ЧС (рис. 5).

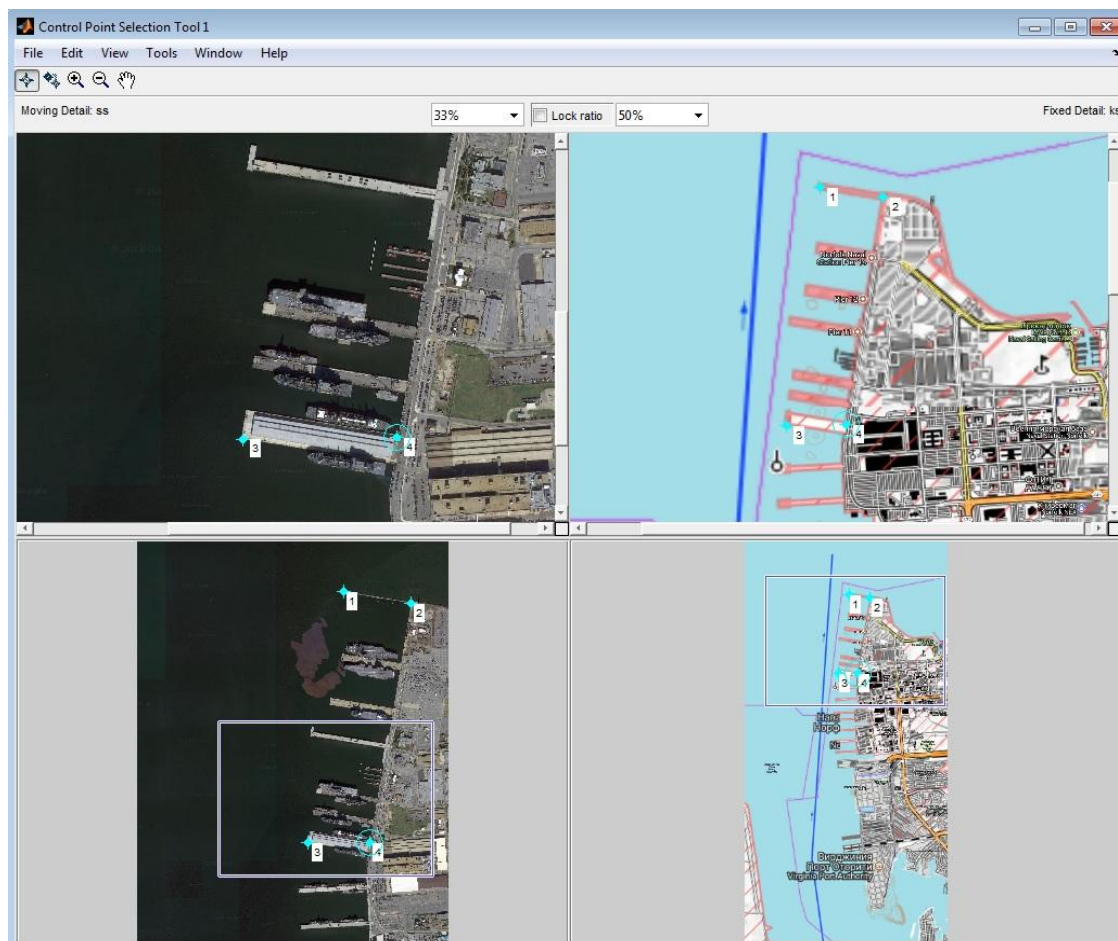


Рис. 3. Обработка исходного снимка в в программе «Monitoring/Detect»

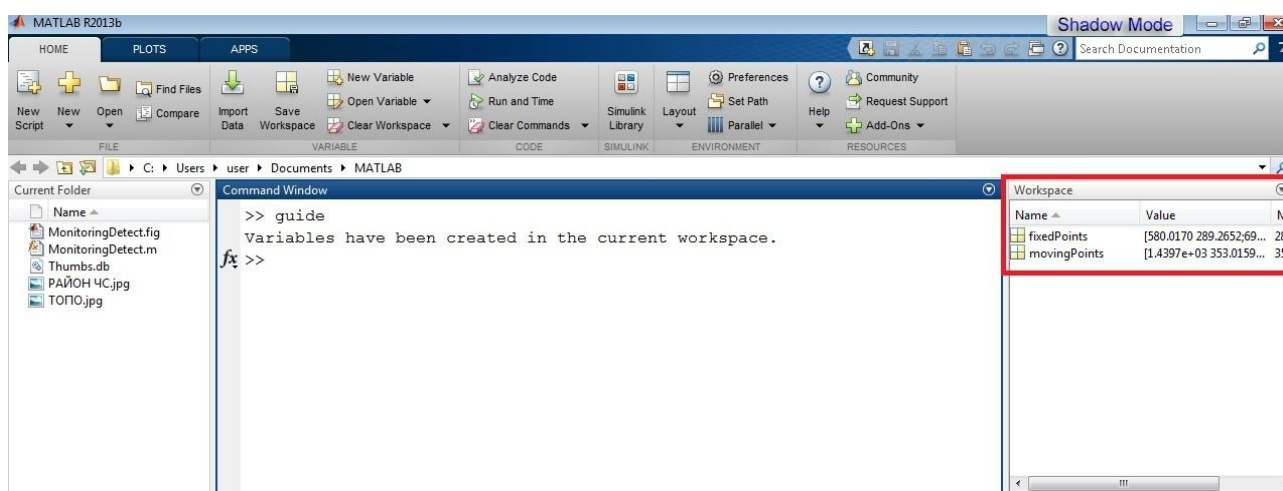


Рис. 4. Отображение сохраненных опорных точек в Workspace

Чтобы сохранить обработанное изображение из программы для дальнейшей работы с ним, необходимо нажать кнопку «Сохранить изображение», после чего оно сохранится в определенной директории под названием «Обработанное изображение» (рис. 6).

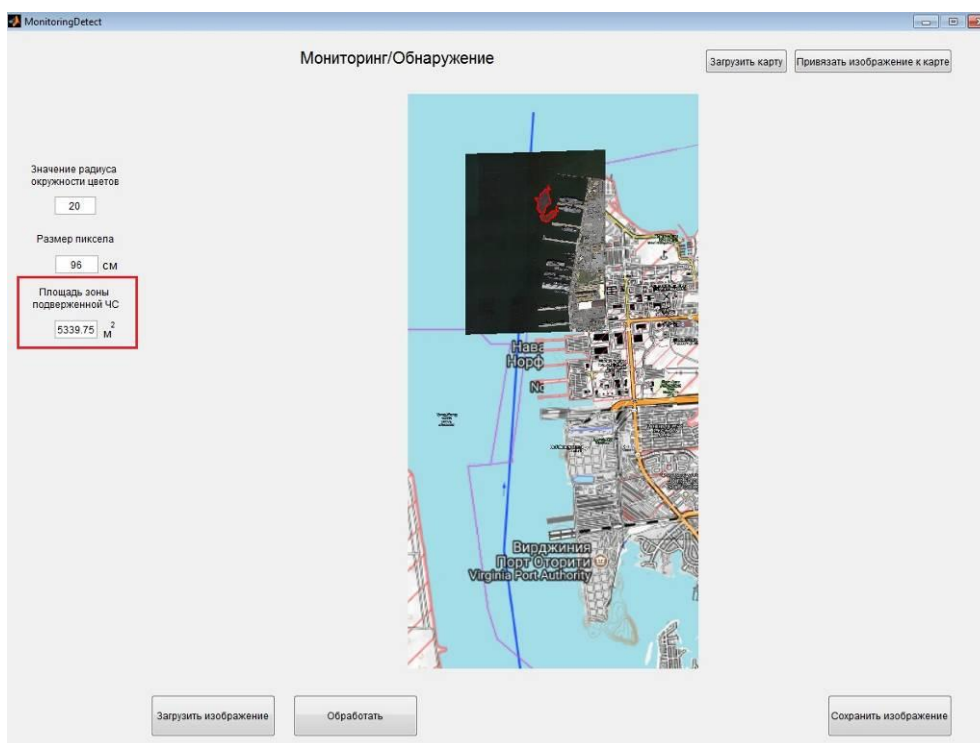


Рис. 5. Обработанное изображение

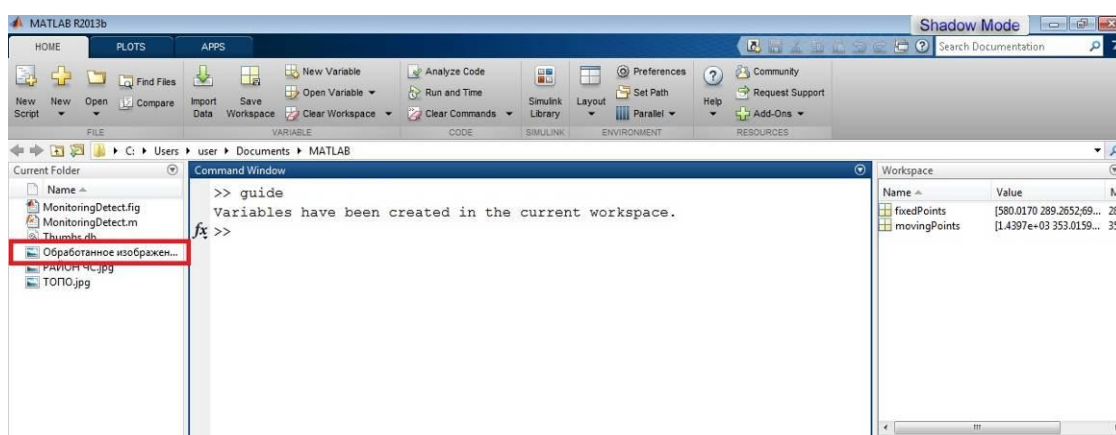


Рис. 6. Сохранение результата обработки

Таким образом, нами разработан программный продукт, предназначенный для обработки данных мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в среде математического моделирования MatLab. При этом использовался метод обработки снимка на основе Евклидова расстояния, что позволяет выделить на снимке пиксели, имеющие сходные значения в пространстве спектральных признаков, и отнести их к одному классу объектов, например к зоне загрязнения акватории нефтепродуктами. При этом используется метод обработки раstra по контрольной точке и определения положения пикселей изображения в пространстве спектральных признаков на основе Евклидова расстояния,

что позволяет выделить на снимке пиксели, имеющие сходные значения и отнести их к одному классу объектов, например к зоне загрязнения акватории нефтепродуктами. Разработанный программный продукт апробировался на примере анализа снимка загрязнения нефтепродуктами водной поверхности в акватории порта Оторити (штат Вирджиния, США)

Литература

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. Москва: Техносфера, 2012. 1104 с.
2. Пышкин Е. В. Основные концепции и механизмы объектно-ориентированного программирования. М.: БХВ-Петербург, 2014. 286 с.
3. Тетельмин, В. В. Основы экологического мониторинга: учебное пособие / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. М.: Интеллект, 2013. 256 с.
4. Шершаков В. М. Сетецентрические методы компьютерной поддержки управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций / В.М. Шершаков, Э.А. Трахтенгерц, Д.А. Камаев. - М.: Ленанд, 2015. - 256 с.
5. Шульгин В. Н. Инженерная защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени / В.Н. Шульгин. М.: Академический Проект, Деловая книга, 2010. 688 с.

УДК 528.9

Кузавкова З.О.
zoebuhun@mail.ru

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ

Иркутский государственный университет

В настоящее время развитие геосистемного картографирования обусловлено необходимостью решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды. Геосистемные карты синтезируют в себе информацию о генезисе, функционировании, динамике и эволюции геосистем, а также направлении их изменений в естественных и антропогенных условиях [1]. Существенное значение в решении проблем

современного геосистемного картографирования является познание особенностей пространственной организации геосистем. Пространственная организация геосистем исследуется с позиции учета сложившихся в процессе развития всесторонних взаимосвязей между геосистемами и их компонентами, оценки их уникальности и универсальности, выявления территориальных особенностей ее преобразования, совокупности проявления процессов, дифференцированных в пространстве.

Цель исследования – разработка легенды и картографирование пространственной организации геосистем тектонически активного региона.

Объект исследования – геосистемы западного макросклона Баргузинского хребта. Район исследований примыкает к озеру Байкал и расположен в пределах Байкальской рифтовой зоны, которая характеризуется высоко дифференцированными движениями земной коры, мощной, сейсмически активной системой разломов, крупнейшей тепловой аномалией вне зон современной вулканической активизации Земли. Высокая активность эндогенных процессов на территории исследований сопровождалась тепловым прогревом и формированием интрузивного комплекса в виде Баргузинского батолита.

Картографирование пространственной организации геосистем это сложный процесс, который включает в себя изучение литературных источников различной тематики, использование данных дистанционного зондирования и непосредственно наземных маршрутных исследований. Это позволяет подготовить максимально подробные карты.

Согласно проведенным исследованиям пространственная организация геосистем западного макросклона Баргузинского хребта имеет свои особенности:

- в пределах протерозойских гранитов (кислый состав) развита темной хвойная тайга от побережья оз. Байкала практически до вершин водоразделов, тогда как на большей части территории господствуют светлохвойные леса, главным образом, лиственничные (*Larix dahurica*);

- в зонах крупных древних разломов, по которым поступает эндогенное тепло и расположены горячие источники с температурой воды до 80°C, произрастает наибольшее количество реликтов и эндемиков района исследований. Эндогенное тепло способствовало их сохранению в периоды максимальных похолоданий климата. Разломы наиболее активны и на современном этапе тектонического развития территории;

- изменение пространственной организации геосистем на современном этапе в значительной мере связано с пожарами. Площадь гарей в настоящее время составляет 30% от общей площади района исследования. Один из самых крупных пожаров, который произошел в 2015 г., уничтожил значительную часть реликтовых геосистем района исследования.

- в районах гарей на месте пихтовых и кедрово-пихтовых лесов восстановление не отмечается за практически 80-летний период, что во многом связано с повторяющимися пожарами в этих районах.

В качестве примера приведем фрагмент карты геосистем центральной части западного макросклона Баргузинского хребта масштаба 1:200000 (рис.). Карта составлена до уровня групп фаций, объединенных в геомы, на которых отражены их особенности, которые сложились за длительный период времени развития территории.

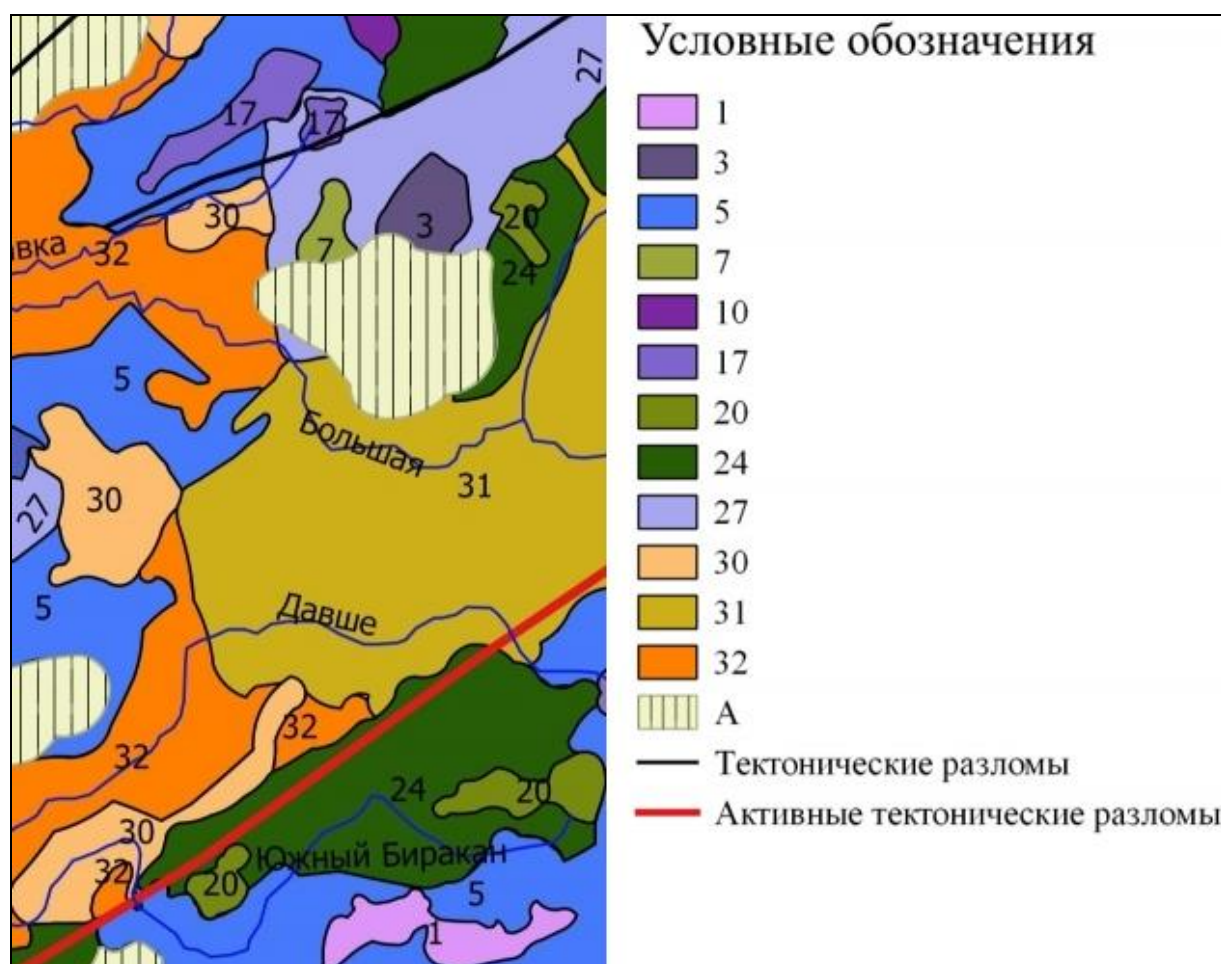


Рис. Геосистемы центральной части западного макросклона Баргузинского хребта 1:200000 (фрагмент) [2]

Условные обозначения к карте геосистем (фрагмент)

A.1 Высокогорные гольцовые альпинотипные на интрузивных и метаморфических породах

1. Вывернутых поверхностей водоразделов луговые на горно-луговых почвах (К);
3. Альпинотипные с явлениями гляциального рельефа нивально-денудационных и скально-осыпных склонов с разреженным растительным покровом на каменистом субстрате и интенсивным гравитационным сносом (СФ).

A.2 Высокогорные гольцовые тундровые на интрузивных и метаморфических породах

5. Склонов средней крутизны кедровостланиковые бадановые на каменистом субстрате (СФ).

A.3 Высокогорные подгольцовые тундровые на интрузивных и метаморфических породах

7. Плоских вершин водоразделов лиственнично-редколесные с кедром на горнолесной слабоподзолистой почве (К);
10. Пологих склонов кедрово-лиственничные кедрово-стланиковые на горнолесной слабоподзолистой почве (МК).

A.5 Среднегорные на интрузивных и метаморфических породах темнохвойно-таежные

17. Куполообразных вершин водоразделов сосновые с кедром чернично-зеленомошные на слабоподзолистых легкосуглинистых почвах (МК).

A.6 Низкогорные на эффузивах и метаморфических породах темнохвойно-таежные

20. Плоских поверхностей водоразделов ерниковые разнотравные на горно-луговых почвах (К);
24. Склонов средней крутизны пихтовые с участием кедра с подлеском из золотистого рододендрона на дерново-подзолистых почвах (СФ).

A.7 Низкогорные на интрузивных и метаморфических породах горно-таежные

27. Склонов средней крутизны сосново-лиственничные с подлеском из рододендрона даурского, багульника, бруснично-чернично-зеленомошные на подзолистой почве (СФ);
28. Пологих склонов сосново-лиственничные с кедровым стлаником, багульником и рододендроном даурским в подлеске на подзолистых почвах (МК).

A.8 Озерных и речных террас светлохвойно-таежные на четвертичных аллювиальных и ледниковых отложениях

30. Долинные сосново-лиственничные (с участием ели) хвощово-мелкотравно-зеленомошные на болотных почвах (СФ);
31. Пологих склонов лиственнично-сосновые брусничные с рододендроном даурским на мерзлотно-таежных почвах (СФ);
32. Пологих склонов сосново-лиственничные травяно-зеленомошные с баданом на каменистых участках на мерзлотно-таежных почвах (СФ).

Динамические категории: К – коренные, устойчивые; МК – мнимокоренные; СФ – серийно-факторальные; А – производная растительность (нарушенная пожарами);

— тектонические разломы; — активные тектонические разломы, обновленные в кайнозое.

Литература

1. Коновалова Т.И. Научные основы геосистемного картографирования / Т.И. Коновалова // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2019. – Т. 29. – С. 85-100.

2. Кузавкова З.О. Пространственная организация геосистем западного макросклона Баргузинского хребта: Автореф. дис. канд. геогр. наук: 25.00.23 /З.О. Кузавкова; Институт географии СО РАН. – Иркутск, 2019. – 23 с.

УДК 551.50:556.12

Ликотов Е.Ю.

likotov.evgenij@gmail.com

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ АНОМАЛЬНЫХ СИНОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ЛЕТА 1981 ГОДА И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

Лето 1981 г., по крайней мере – в Северном полушарии, памятно аномальными синоптическими явлениями, выходящими за рамки как локальных, так и региональных свойств и особенностей климата. Одни территории подверглись длительной засухе, другие – выпадению осадков в количествах, намного превышающих многолетние нормы. Дожди сопровождались сильными штормовыми ветрами, местами приведшими к катастрофам. Так, в конце августа, перед началом учебного года, с парома, следовавшего по маршруту Ванино-Холмск, был смыт вагон с детьми, возвращавшимися на Сахалин из южных пионерлагерей.

Пространственный географический анализ территорий со столь резкими различиями в режиме осадков показал, что засухой были охвачены западные побережья Северной Америки и Европы и острова около них, в частности - о. Великобритания, а дождями – восточные побережья Азии, Северной Америки и близрасположенные к ним острова. Причина этого оставалась неясной – до тех пор, пока на военных сборах не довелось заниматься изучением и обработкой синоптических карт. Выявленная анализом высотных синоптических карт закономерность оказалась не только удивительной, но и неизвестной

действующим специалистам Гидрометцентра (с которыми проконсультировался при первой возможности): летом 1981 г., примерно за два месяца до упомянутого катастрофического события, направление переноса воздуха – обычно западное – изменилось на прямо противоположное восточное.

Сопряжённый анализ выявленных фактов и закономерности, потребовавший времени, привел к следующим результатам. Установившийся летом 1981 г. восточный перенос воздуха вызвал перемещение влажных морских воздушных масс, обычно поступающих на западные побережья (и на острова рядом с ними), к восточным (и к островам близ них). Западные побережья тогда не получили обычные для них осадки, а восточные – получили увеличенное их количество. Именно поэтому сложилось замеченное взаиморасположение зон аномальных засух и аномально значительных осадков и, в частности, стала понятной причина катастрофы на пароме Ванино-Холмск.

Проведённый пространственный анализ аномальных синоптических явлений позволяет сделать следующие выводы.

1. Общие закономерности циркуляции атмосферы – на примере общего направления переноса воздуха – не так стабильны, как представлялось ранее.

2. Изменения общего направления переноса воздуха мы в состоянии выявить путём обработки и анализа стандартных комплектов синоптических карт. Дальнейшее внимание к этому вопросу показало, что они устанавливаются и в результате длительных постоянных непосредственных наблюдений за направлением ветра на высотах по перемещению облаков среднего и верхнего ярусов. (Наблюдения за перемещением внеярусных (кучевых) облаков не так надёжны.)

3. По изменениям общего направления переноса воздуха появляется возможность достоверных средне- и долгосрочных прогнозов явлений погоды, в частности - катастрофических. В этом – особая значимость применённых в данной работе давно апробированных методов исследований: непосредственных метеонаблюдений и обработки и анализа разновысотных синоптических карт, которые, как убеждаемся, далеко не исчерпали себя.

4. Причиной внешне разрозненных явлений, в данном случае – синоптических, бывает действие какой-то одной природной закономерности.

РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ЛЕСОТУНДРОВОГО ВОДОСБОРА ПО ДАННЫМ ARCTICDEM И КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕАНАЛИЗА

Томский государственный университет

Существующая система специализированных наблюдений за радиационным балансом и стоком в Западной Сибири является недостаточной. Помимо этого, имеющиеся пункты метеонаблюдений зачастую находятся в непосредственной близости от городов либо в долинах крупных и малых рек, являющимися зонами и коридорами отепляющего воздействия. По этой причине для территории междуречий возрастает неопределённость, а, зачастую, и ошибки в расчёте главных элементов водного баланса будет выполняться с ошибками.

Для улучшения водно-балансовых моделей для территорий всего водосборного бассейна требуется внедрение информации полученной с использование данных дистанционного зондирования (данных климатического реанализа, цифровых матриц рельефа и др.), позволяющих увеличить точность и информативность расчётов.

В качестве модельной территории был выбран бассейн реки Седеяха (координаты крайних углов), расположенный в Ямало-Ненецком автономном округе. С 2014 года в верховьях бассейне установлена и функционирует система логгеров, измеряющих уровень воды, температуру и электропроводность.

Для расчёта элементов водного баланса был использован модифицированный метод гидролого-климатических расчетов (ГКР) представляющая собой математическую модель процессов преобразования влаги на уровне деятельной поверхности водосборов [1]. В отличие от других методов (Bagluva, SWAT и др.) данный метод позволяет выполнять расчёты при небольшом количестве входящих параметров. В работе [2] показан пример его связи с геоморфологическими условиями, посредством использования цифровых моделей рельефа. Через величину испарения с поверхности

водосбора связаны уравнения теплового и водного баланса. Расчет испарения и водного эквивалента теплоэнергетических ресурсов испарения Z_m выполнялся по данным спектрального альбедо по данным Landsat 7 и Landsat 8 и имело следующий вид, как показано на рисунках 1 – 3.

Как было выяснено, параметры спектрального альбедо [4] на двух снимках выполненных за разные года, но в одном месяце (июль) имеют сильные различия в спектральном альбедо. Это может быть связано различиями в календарной дате и временем выполнения снимка (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение основных характеристик сенсора Landsat,
используемых для расчёта спектрального альбедо

Сенсор	Дата	Время (местное)	Яркость			Спектральное альбедо		
			мин	сред	макс	мин	сред	макс
Landsat 7	01.07.2010	11:14	0,09	0,08	0,07	0,06	0,08	0,21
Landsat 8	20.07.2015	11:28	0,32	0,28	0,26	0,25	0,27	0,59

$$(Lia g) = 0.356b_2 + 0.130b_4 + 0.373b_5 + 0.085b_6 + 0.072b_7 - 0.018 \text{ [5]}$$

В качестве информации о ландшафтных условиях формирования стока были использованы карты землепользования (Tapestry Map) из сервиса Living Atlas ESRI [2], а также цифровые модели рельефа ArcticDEM [2]. Так, для всего речного бассейна Седеяхи была использована матрица с шагом сетки 10 метров. Показатели количества атмосферных осадков, солнечной радиации задавались по данным климатического реанализа WorldClim версии 2.0. [3].

В методе ГКР геоморфологические условия формирования стока учитываются с помощью параметра ландшафтных условий n , который отражает способность деятельного слоя сбрасывать избыточную влагу под действием сил гравитации.

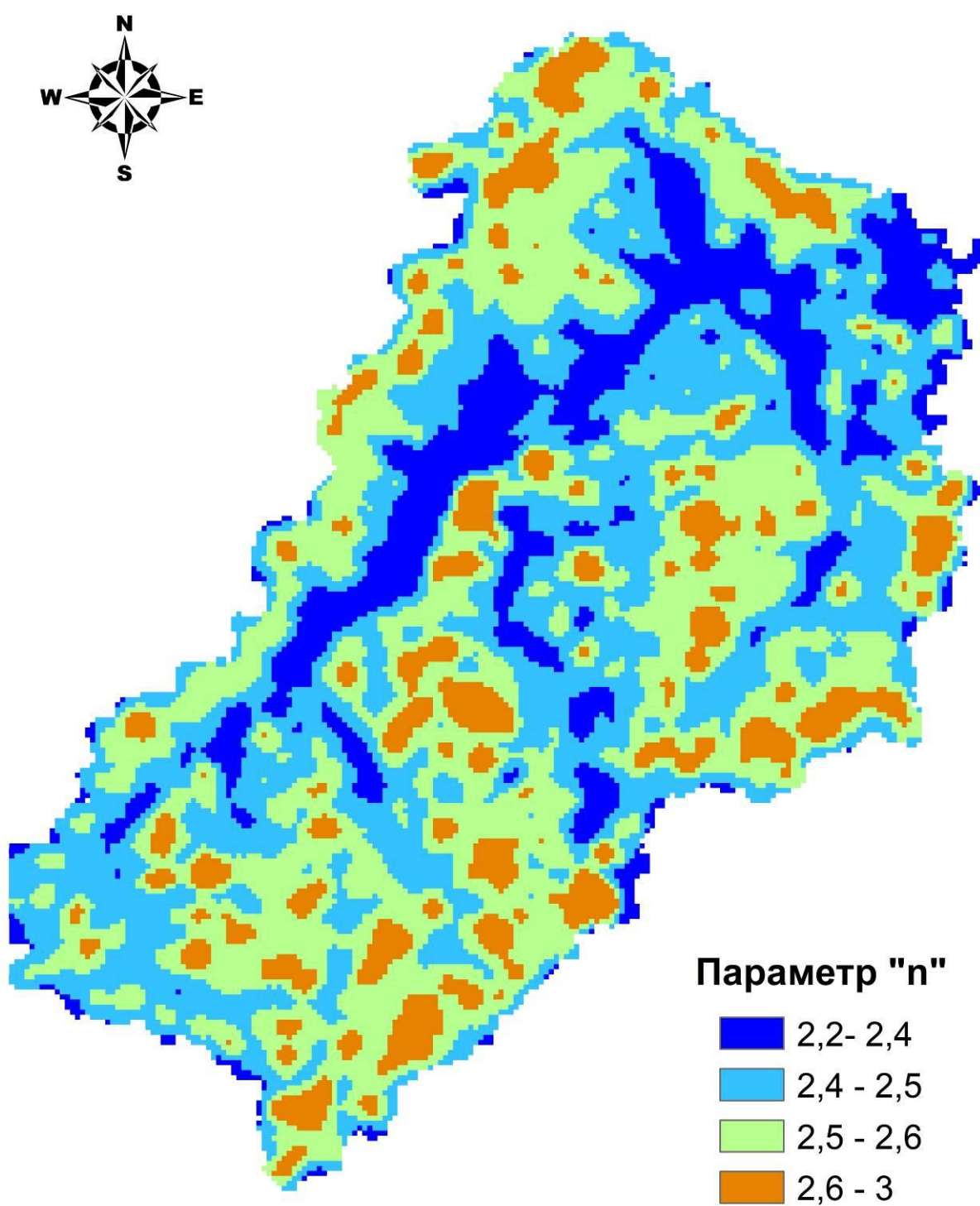


Рис. 1. Распределение параметра ландшафтных условий формирования стока n

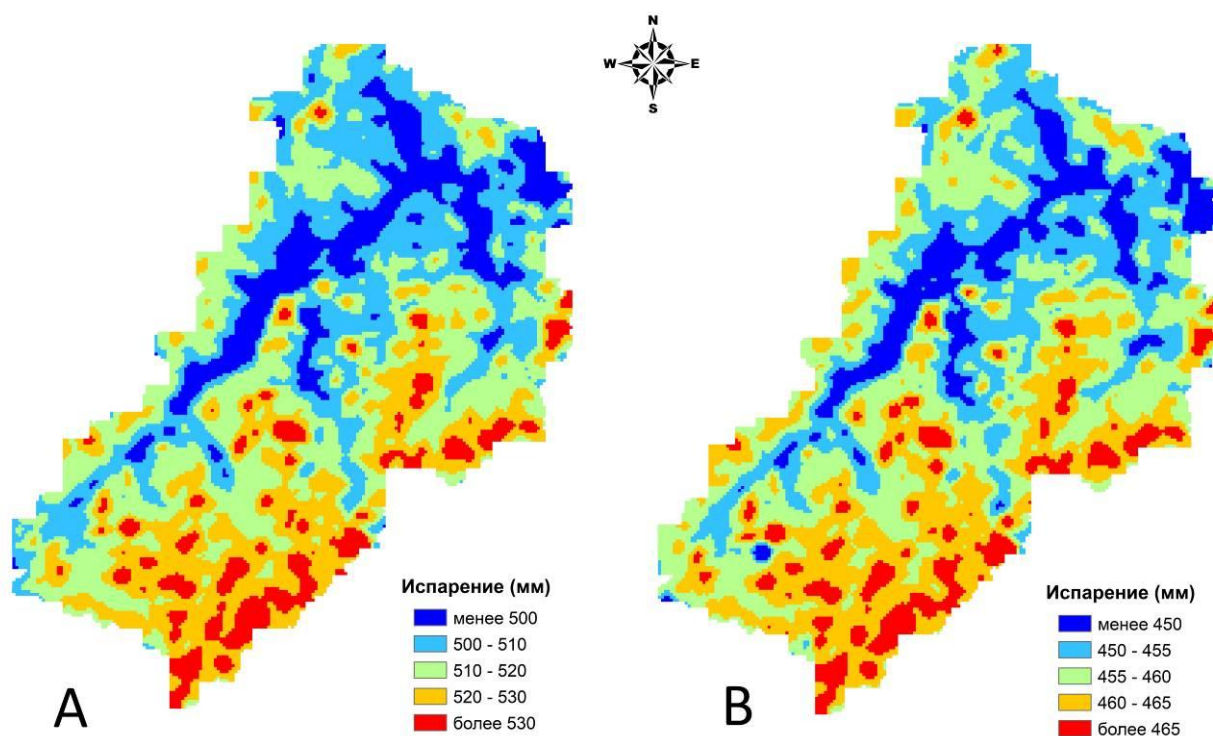


Рис. 2. Распределение испарения поверхности бассейна реки Седэяха за 2010 г. (А) и 2015 г. (В)

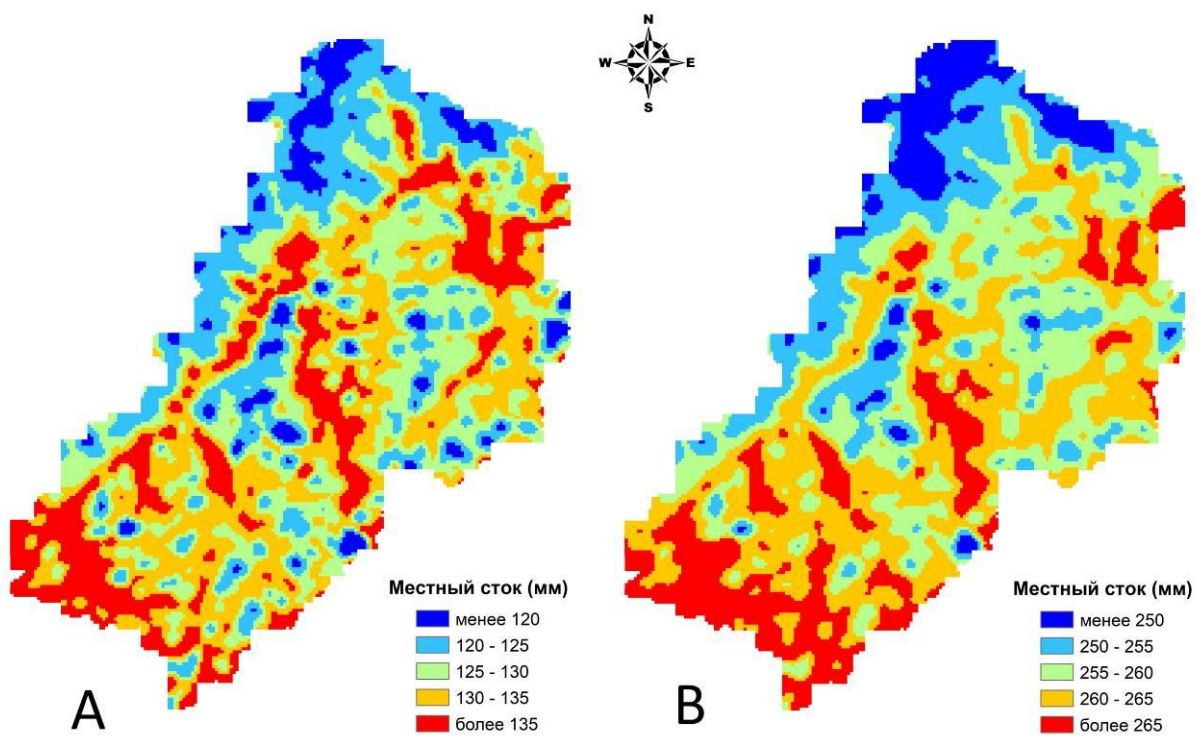


Рис. 3. Распределение местного стока бассейна реки Седэяха за 2010 г. (А) и 2015 г. (В)

При выполнении гидрологических расчётов и моделировании стока было выявлено, что для модельного бассейна Седэяха, расположенного в лесотундре, основным стокоформирующим фактором являются осадки. Роль теплоэнергетических ресурсов испарения, водорегулирования подстилающей поверхностью и ландшафтных условия стока, характеризующиеся параметром n в методе ГКР, являются статистически малозначимыми. Это обусловлено тем, что на данной территории широко распространены бугристые болота с вечной мерзлотой и минимальной мощностью деятельного слоя. Поэтому сток формируется за счет атмосферных осадков, а водообмен в деятельном слое с грунтовыми водами минимален за счет запирающего действия вечной мерзлоты.

Литература

1. Возобновляемые ресурсы тепловлагообеспеченности Западно-Сибирской равнины и динамика их характеристик / И.В. Карнацевич, О.В. Мезенцева, Ж.А. Тусупбеков, Г.Г. Бикбулатова. – Омск: Изд-во Омского государственного аграрного университета, 2007. – 268 с.
2. Ерофеев А.А., Копысов С.Г., Никифоров А. Ландшафтно геофизический подход к зонированию структуры землепользования на малом водосборе / Изд-во Томского политехнического университета. - 2018.- Т. 329. № 6.- С. 39–47
3. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2017 Vol. 37.- P.4302–4315.
4. Knap, W.H. Reijmer, C.H. Oerlemans, J. Narrowband to broadband conversion of Landsat TM glacier albedos // Int. J. Remote Sens. 1999. - 20. - P.2091–2110.
5. Liang S. Narrowband to broadband conversions of land surface albedo: I Algorithms // Remote Sens. Environ. 2000. - №76. - P.213–238.

ГИС-ОРИЕНТИРОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НИЖНЕ-КАНСКОГО МАССИВА

Геофизический центр РАН
Горный институт НИТУ «МИСиС»

В гранитогнейсовых породах Нижне-Канского массива в 2019 г. началось выполнение уникального проекта – строительство подземной исследовательской лаборатории для оценки безопасности захоронения высокоактивных радиоактивных отходов (РАО) [4]. Поэтому требуется всеобъемлющие исследования актуальности этой постройки и геодинамической безопасности (устойчивости) массива. В связи с этим была создана специализированная база данных на основе ПО ESRI ArcGIS.

Цель создания – интеллектуализации такой важной области как захоронение радиоактивных отходов с использованием геоинформационных систем (ГИС). В задачи входило: объединение данных разных типов, полученных в результате многообразных исследований указанного региона, разработка методологии системного анализа и прогноза устойчивости структурно-тектонических блоков земной коры. [2].

На основе этой базы были систематизированы геопространственные данные многодисциплинарных исследований, включая оригинальные результаты ГНСС-наблюдений и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [2, 5]. Собраны и переведены в форматы, поддерживаемые современными, ГИС, множество растровых и точечных данных. В настоящее время ГИС-ориентированная база данных содержит 12 тематических информационных слоев. Вся информация разделена на 3 категории: 1) данные, полученные из открытых источников (карты, космические снимки, отчеты, статьи, публикации и т.д.); 2) данные, которые были получены нами путем прямых измерений, включая ГНСС-данные; 3) данные - как результат системного анализа, геолого-геофизической интерпретации и математического моделирования.

В базе данных реализована возможность построения математических моделей и представления результатов исследований в виде тематических карт, отражающих результаты многовариантной оценки опасности дестабилизации геологической среды под воздействием геодинамических процессов, а также проводить ранжирование структурных тектонических блоков по интегральной мере устойчивости.

Использование оригинальных алгоритмов системного анализа позволяет проводить интерпретацию данных ДЗЗ и ГНСС и оценку геодинамической опасности. По результатам наблюдений за скоростями современных движений земной коры спутниковыми системами GPS/ГЛОНАСС была разработана кинематическая модель современных движений и напряженно-деформированного состояния структурных блоков Нижне-Канского массива. [3]. Также проведена совместная интерпретация схемы тектонических разломов и цифровой модели рельефа SRTM-4, построенной по данным ДЗЗ, для геодинамического районирования территории Нижне-Канского массива [1].

Тестирование алгоритмов свидетельствует о высокой эффективности разработанной методологии системного анализа устойчивости структурных тектонических блоков земной коры в приложении к проблеме обеспечения безопасного захоронения высокоактивных РАО. В дальнейшем планируется пополнение БД новыми слоями геопространственных данных, получение новых геоинформационных моделей района на основе алгоритма DPS (Discrete Perfect Sets).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-17-00241)

Литература

1. Гвишиани А.Д., Агаян С.М., Богоутдинов Ш.Р. Исследование систем действительных функций на двумерных сетках с использованием нечетких множеств // Чебышевский сборник. Том 20, № 1. 2019. С. 94-111. DOI: <https://doi.org/10.22405/2226-8383-2019-20-1>.
2. Гвишиани А.Д., Кафтан В.И., Красноперов Р.И., Татарinov В.Н. Геоинформатика и системный анализ в геофизике и геодинамике // Физика Земли. №1. С. 42-60. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002-33372019142-60>.
3. Гвишиани А.Д., Татарinov В.Н., Кафтан В.И., Маневич А.И., Дзедобоев Б.А., Лосев И.В. Скорости современных горизонтальных движений земной

коры в южной части Енисейского кряжа по результатам ГНСС-измерений // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2020. Т. 493. №1. с. 73-77. DOI: 10.31857/S2686739720070075

4. Дорофеев А. Н., Большов Л. А., Линге И. И., Уткин С. С., Савельева Е. А. Стратегический мастер-план исследований в обоснование безопасности сооружения, эксплуатации и закрытия пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов // Радиоактивные отходы. 2017. № 1. с. 32-41.

5. Кафтан В.И., Гвишиани А.Д., Морозов В.Н., Татаринцов В.Н. Методика и результаты определения движений и деформаций земной коры по данным ГНСС на геодинамическом полигоне в районе захоронения радиоактивных отходов // Современные проблемы дистанционного зондирования из космоса. №1. С.83-94. 2019. С. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-83-94.

УДК 528.946

Малимоненко П.С., Будагов И.В., Дьякова Н.А.
malimonenko@bk.ru, ivan_budagov@mail.ru

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ НА ПРОГНОЗ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОЖАРООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Кубанский государственный технологический университет

Пожароопасные ситуации и обстановка наблюдается на сегодняшний день в обширном масштабе. Ежедневно происходят как природные, так и антропогенные факторы, способствующие возникновению пожара. Ближайшие два года, а именно 2018-2020, стали примером пагубного влияния пожаров на человеческую и жизнь планеты в целом, которые начали заставлять мировое сообщество акцентировать внимание на анализе, прогнозе и предотвращении таковых явлений. Конечно, это безусловно вызвано рядом возникших экологических мировых проблем, например, глобальным потеплением, которое вызвано значительными выбросами в атмосферу металлов и отравляющих газов с промышленных предприятий, т.е. динамикой технического прогресса [1].

В 2020 году Россия и ее население стали свидетелями деструктивного влияния огня на территории Ростовской области. Именно этот регион является ключевым в текущей статье, ведь принес огромный ущерб жителям и государству.

Рассматриваемый район имеет свои специфики в плане естественной защиты от пожароопасных ситуаций, т.к. является переходной частью климатических поясов: южного и центрального, при этом имея относительно спокойный рельеф на протяжении всей территории, называемый равнинной местностью. В совокупности климатические условия и рельеф оказывают идеальные условия для развития ветровой эрозии и различных катаклизмов, связанных с засухой [2]. Соответственно, для обеспечения безопасности от огня текущей местности необходимы как грамотное инженерное обустройство территории, так и постоянный орган, регулирующий состояние пожарной опасности в данный момент времени. Таковыми в текущей работе рассматриваются геоинформационные системы картографирования земли.

Геоинформационные системы (ГИС) – это многофункциональные информационные системы, предназначенные для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, их отображения и использования при подготовке и принятии решений.

Основной задачей ГИС является изучение Земли, а также ее отдельных территорий, которое в дальнейшей работе с отраслевыми картами поможет своевременно передавать необходимую информацию пользователю с целью увеличения эффективности работы специалистов [3].

Возвращаясь к Ростовской области, необходимо рассмотреть основные факты проявления пожара:

- пострадало около 1,6 тысяч гектаров территории и 14 человек, один погиб;
- повреждено порядка 60 строений, из которых 15 – жилых;
- задержавшийся летний сезон и сильное влияние ветра в момент возникновения пожара;
- неосторожное обращение с огнем на территории лесостепной зоны;
- короткие замыкания на линиях электропередач и железных путей [4].

Вышеперечисленные последствия и факторы для возникновения деструктивной ситуации говорят о несвоевременном обращении к предотвращению ситуации. Помимо этого, экологическое ведение всех процессов жизнедеятельности человека является несущим звеном в

дальнейшем развитии ГИС-технологий. Сегодня существует четыре основных типа экологических карт: рекомендательные, оценочные, инвентаризационные и прогнозные. Интересны для дальнейшего рассмотрения в текущей статье оценочные и прогнозные карты, а также варианты их взаимодействия [5].

На данный момент специалисты уже подготовили ряд ГИС, способных анализировать и прогнозировать пожары на существующей местности, а также быстро уведомлять специальные учреждения в целях принятия действий по устранению. К таковым относятся: система The Fire Information for Resource Management System (FIRMS); СКАНЭКС; ГИС ИСДМ-Рослесхоз.

Технология создания карты пожарной опасности проходят в три этапа:

1. *Предварительная обработка;*
2. *Программные вычисления;*
3. *Обработка результата,* где происходит выдача данных в различном виде, например, карты, таблицы, изображения, блок-диаграммы, цифровые модели местности [6].

Первым объектом рассмотрения является система FIRMS, использующаяся на международной арене. Данная система позволяет получать оперативную информацию о местонахождении пожаров в диапазоне 1x1 км на основе автоматической регистрации высоких отражений в тепловых каналах спектра солнечного излучения изображений от камеры MODIS (спектрорадиометр среднего разрешения), установленная на спутники Терра и Аква. К преимуществам использования информационной системы FIRMS относятся: наглядность, регулярность сбора данных, точность определения местоположения на местности, независимость предоставляемой информации, простота использования пользователями Интернета, доступ к исходным изображениям. К недостаткам веб-версии можно отнести невозможность загрузки данных, неудобство навигации, медленный рендеринг, отсутствие масштабной линейки и изображений с высоким разрешением в фоновом режиме [7].

Следующий акцент будет на системе СКАНЭКС. Это российская ГИС, разработанная с целью предоставления результатов мониторинга пожаров, базирующаяся на анализе спутниковой информации. Снимки доступны со спутников Терра, Аква, NPP, NOAA-20. Плюсами системы является точность снимков от камеры MODIS, регулярность отчетов до четырех раз в сутки, радиус обнаружения 1x1 км. Минусами является чувствительность оборудования к погодным явлениям, которые уменьшают качество и точность

снимков, возможность использования программы только на территории России, а также отсутствие полной бесплатной версии [8].

ГИС ИСДМ-Рослесхоз базируется на обнаружении лесных пожаров, методах аэрофотосъемки и спутниковых данных (рис. 1). Основной целью использования ГИС в ИСДМ-Рослесхоз является интеграция в единую геоинформационную среду различных видов данных для оперативной оценки и контроля пожарной ситуации, в том числе:

- принятие стратегических и тактических управленческих решений по переброске федеральных сил и средств в регионы для борьбы с лесными пожарами в условиях чрезвычайной пожарной опасности;
- контроль переданных субъектам полномочий в области лесных отношений в части охраны леса от пожаров;
- подготовку различной статистической отчетности по завершению пожароопасного сезона.

Преимуществами системы являются готовый полный перечень отчетов в органы местного самоуправления по заданным критериям мониторинга, возможность прогнозирования грозовой и метеорологической активности, большое количество слоев программы, а также возможность создания собственных слоев и участков территорий с особыми пометками для информативности дальнейшей работы всеми пользователями. К минусам можно отнести акцент на лесной зоне, возможность использования только на территории РФ, неудобный интерфейс системы [9].

ГИС по борьбе с лесными пожарами позволяет спрогнозировать вероятность возникновения лесных пожаров, а также экологические и социально-экономические последствия возможных пожаров с целью проведения мероприятий для их предупреждения и ликвидации.

Обобщая все вышесказанное, можно говорить о том, что на сегодняшний день необходима модернизация каждой из систем. При этом каждой системе необходимо перенять отдельный функционал от других. Последняя из рассмотренных ГИС оказалась более практичной и развернутой в применении для рабочей отрасли. В России нет единой глобальной базы данных, связанной с влиянием и ущербами от пожаров. Следует усовершенствовать дизайн панелей для большего удобства пользователей и постепенно расширять возможность использования ГИС для обнаружения пожаров на больших территориях.

Таким образом, при существовании карты, описанной выше, можно было бы избежать негативных проявлений природных явлений в совокупности с деятельностью человека. В качестве вывода требуется оговорить момент важности зеленой зоны планеты, которая насыщает нас кислородом, дарит жизнь другим существам и поддерживает экологическое состояние. Обществу необходимо увеличивать меры по поддержанию и улучшению состояния жизни сложного организма, в котором мы живем.

Литература

1. Бондур В.Г., Мохов И.И., Воронова О.С., Ситнов С.А. Спутниковый мониторинг лесных пожаров Сибири и их последствий: особенности аномалий 2019 г. и тенденции 20-летних изменений (англ.) // Доклады наук о Земле. - 2020. - Т. 492, вып. 1. - С. 370–375. - ISSN 1531-8354 1028-334X, 1531-8354. - DOI: 10.1134 / S1028334X20050049.
2. М.И. Мартынова, В.Н. Алексенко. География Ростовской области.
3. Цветков В.Я. Применение геоинформационных технологий для поддержки принятия решений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2001. № 4. С. 128–138.
4. Будагов И.В., Малимоненко П.С. Инженерная защита населенных пунктов от природных катаклизмов (на примере пожаров).
5. И.В. Будагов, П.С. Малимоненко, М.Х. Габиева. Картографический метод как основа создания экологических карт. USD: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42991604>.
6. Некрасова Н.М. Работа системы мониторинга и прогнозирования ЧС в пожароопасный период с применением специализированного программного комплекса на базе геоинформационных технологий// Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Круглый стол. 17 сентября 2015 г. Доклады и выступления. - М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2015. 397 с. – С. 263-269.
7. Davies D. K. et al. Fire information for resource management system: archiving and distributing MODIS active fire data // Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on. 2009. Т. 47. № 1. С. 72–79.
8. USD: <https://fires.ru/help.html>.
9. Ершов Д.В., Ковганко К.А., Шуляк П.П. Современные возможности геоинформационной системы мониторинга лесных пожаров ГИС-ИСДМ Рослесхоз // Пожаровзрывобезопасность. Научно-технический журнал ООО «Издательство «Пожнаука». – М.: 2010. Том 19, № 3 – С. 38-46.

НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ НИЖНЕ-КАНСКОГО МАССИВА ПО ДАННЫМ ГНСС-НАБЛЮДЕНИЙ

¹Геофизический центр РАН
²Горный институт НИТУ «МИСиС»

В 2018 году в Красноярском крае начато строительство первого и единственного на территории Российской Федерации пункта глубинного захоронения высокоактивных радиоактивных отходов (РАО) в породах Нижне-Канского массива. К 2025 году планируется завершение строительства подземной исследовательской лаборатории и начало программы десятилетних исследований выбранного участка.

Эксплуатация пунктов подземной изоляции РАО невозможна без всесторонних и продолжительных исследований геологического массива. Одним из ключевых аспектов долговременной безопасности изоляции РАО в геологических формациях является низкая опасность развития разрушительных геодинамических явлений и процессов, в первую очередь таких как землетрясения, разломообразование и современные движения земной коры.

Изучаемый район территориально относится к Южной части Енисейского кряжа, который находится в зоне сочленения крупных региональных тектонических структур: древней Сибирской платформы, эпигерцинской Западно-Сибирской плиты и Западно-Саянской орогенной складчатой области.

Целью работы является обобщение полученных ранее результатов, а именно – определение векторов и моделирование поля современных горизонтальных движений земной коры по результатам измерений, выполненных в 2012 – 2019 годы [1 - 2].

Для наблюдения за современными движениями земной коры в этом районе были заложены геодезические пункты, предназначенные для проведения измерений методами ГНСС. Измерительная сеть закладывалась таким образом, чтобы пересекать все основные местные тектонические нарушения, захватывать территорию строительной площадки и региональные

тектонические структуры (рис. 1). Всего были использованы временные ряды смещений для 23 геодезических пунктов, оценки скоростей которых приведены в работе [3].

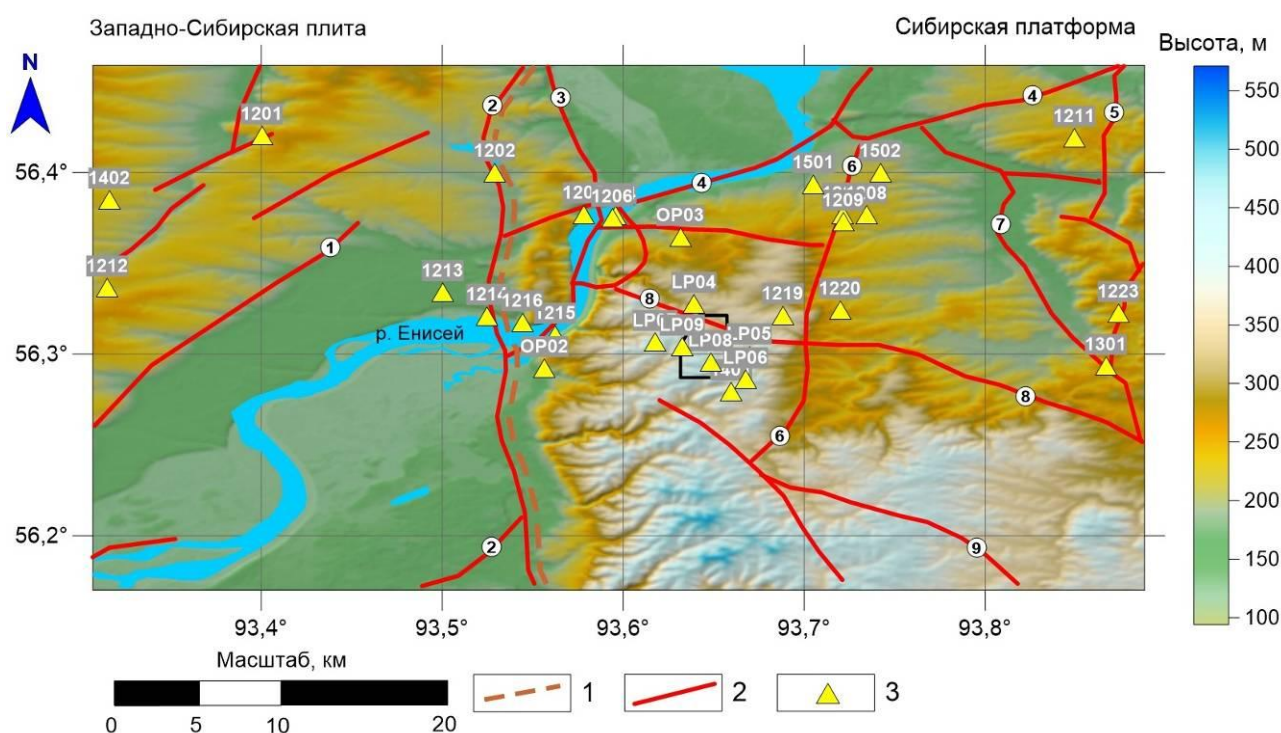


Рис. 1. Схема геодинамического полигона Нижне-Канского массива. 1 – граница контакта Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты; 2 – крупные тектонические разломы; 3 – геодезические пункты. Цифрами на рис. 1 обозначены основные тектонические разломы: 1 – Первый Красноярский разлом; 2 – Муратовский разлом; 3 – Атамановский разлом; 4 – Канско-Атамановский разлом; 5 – Малотельский разлом; 6 – Правобережный разлом; 7 – Большетельский разлом; 8 – Шумихинский разлом; 9 – Байкальский разлом. Место строительства ПИЛ показано прямоугольником

Для пространственной экстраполяции данных были применены искусственные нейронные сети. Данный алгоритм представляет собой слоевую систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (нейронов). Каждый нейрон сети имеет дело только с сигналами, которые он получает, и сигналами, которые он посылает другим нейронам. Будучи соединёнными в достаточно большую сеть такие по отдельности простые нейроны вместе способны выполнять довольно сложные задачи. У сети имеются взаимосвязи между нейронами, и сила этих взаимосвязей выражена определенными весовыми коэффициентами. Полная матрица таких

весовых коэффициентов и входных и выходных сигналов нейронов, по сути, и является решающим аппаратом этого метода.

В рассматриваемом примере прогноз смещений и скоростей движений был пространственный, осуществляется в определенный момент времени. Входящие данные (сигналы) были координаты и показатели рельефа. Структура нейронной сети - 5 нейронов в скрытом слое (2 скрытых слоя), 1 нейрон выходного слоя. Функция активации – гиперболический тангенс. Метрика качества – абсолютная ошибка. На рисунке 2 приведены карты общих горизонтальных движений, смоделированных методом обратных расстояний (интерполяция) и искусственных нейронных сетей (экстраполяция).

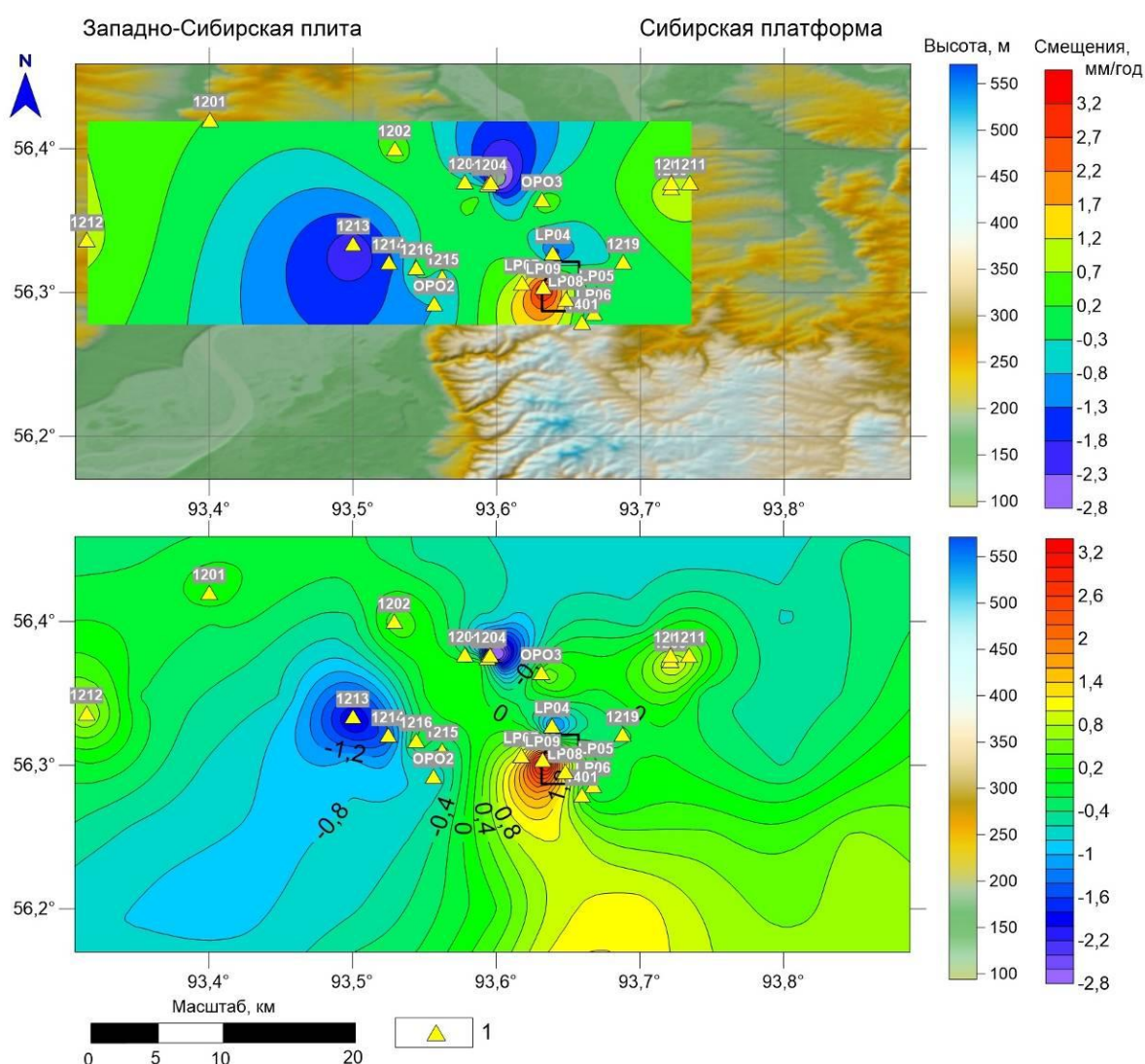


Рис. 2. Результаты моделирования скоростей современных горизонтальных движений Нижне-Канского массива методом обратных расстояний и искусственных нейронных сетей. 1– геодезические пункты.

Из приведенной карты очевидны преимущества нейросетевого подхода. Пространственная экстраполяция позволяет охватить всю необходимую площадь полигона и более детально исследовать современную активность местных тектонических структур. Более детальный анализ результатов моделирования показал хорошую сходимость с результатами геологических исследований [4-5]. Что позволило сделать следующие выводы:

- Полученная модель современных движений согласуется с геологическими и геоморфологическими данными в изучаемом районе.
- В целом, для изучаемого района можно заключить, что геодинамический режим изучаемой области является стабильным, а движения обусловлены субширотным сжатием по азимуту $\sim 100-110^\circ$.
- Зафиксирована активность современных движений местных разломов, требующая более детального их изучения.
- В районе структурно-тектонического блока, вмещающего пункт глубинного захоронения РАО скорости современных движений определены как не высокие по абсолютным значениям, но имеющие не однородное направление движения.

Литература

1. Татаринов В.Н., Морозов В.Н., Кафтан В.И., Маневич А.И. Современная геодинамика южной части Енисейского кряжа по результатам спутниковых наблюдений // Геофизические исследования. 2018. Т.19. №4. с. 64-79. DOI: 10.21455/gr2018.4-5.
2. Кафтан В.И., Гвишиани А.Д., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Методика и результаты определения движений и деформаций земной коры по данным ГНСС на геодинамическом полигоне в районе захоронения радиоактивных отходов // Современные проблемы дистанционного зондирования из космоса. 2019. №1. с. 83-94. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-83-94.
3. Гвишиани А.Д., Татаринов В.Н., Кафтан В.И., Маневич А.И., Дзедобоев Б.А., Лосев И.В. Скорости современных горизонтальных движений земной коры в южной части Енисейского кряжа по результатам ГНСС-измерений // Доклады Академии наук. Науки о Земле. 2020. Т. 493. №1. с. 73-77. DOI: 10.31857/S2686739720070075.
4. Лобацкая Р.М. Неотектоническая разломно-блоковая структура зоны сочленения Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. №2. с. 141-150.

5. Колмогорова П.П., Колмогоров В.Г. Современные вертикальные движения земной коры Енисейского кряжа // Геология и геофизика. 2004. Т45. №4. с. 455-466.

УДК 911.37:911.372.2: 911.372.3: 911.372.9:004:004.9:912.43

Масленников А.А., Тесленок С.А.
amacart13@mail.ru, teslserg@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЗАБРОШЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РОССИИ

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

Как известно, на территории Российской Федерации имеется огромное количество заброшенных населенных пунктов. По неофициальным данным, в стране только за последние 20 лет с карт исчезли как минимум 23 тыс. городов, поселков, сел, деревень. И в настоящее время свое население теряют более 700 городов – от малых и средних до некоторых мегалополисов и городов-миллионников практически во всех географических регионах страны, включая города столичного региона [7]. Пик численности населения практически у всех них приходился на 1991 г., момент развала Советского Союза. Имевшая более чем пятисоттысячное население Тула выбыла из списка полумиллионников. Менее 100 тыс. жителей стали иметь Анжеро-Судженск, Великие Луки, Воркута, Кинешма, Киселевск, Ленинск-Кузнецкий, Магадан, Усолье-Сибирское, Усть-Илимск. Убывает число жителей областных центров: названных Магадана, Тулы, а также Архангельска, Брянска, Иваново, Кургана, Петропавловска-Камчатского, Смоленска [7].

Тщательное рассмотрение и анализ этого вопроса позволяет выделить ряд следующих взаимосвязанных проблем.

1) Использование так называемых постселитебных земель, появляющихся вследствие покидания населенного пункта и прилегающих территорий их жителями. Такая проблема имеет в значительной степени региональный характер. Исследование постселитебных земель Белгородской области, например, показало, что они имеют важное экологическое значение, представляя собой довольно существенный резерв для наращивания площади

природоподобных экосистем [1].

2) Экологическое влияние на окружающую среду. Заброшенные промышленные предприятия и отдельные объекты, жилые постройки, транспортная инфраструктура могут оказывать негативное влияние на близлежащие территории.

3) Экономические убытки. Намеренное закрытие предприятий промышленных городов (особенно это касается моногородов), угасание или их запустение по другим причинам, которые будут рассмотрены ниже, поднимают вопрос о следующих за этим финансовых убытках.

4) Картографирование заброшенных населенных пунктов и прилегающих к ним территорий. Частое появление таких населенных пунктов на территории Российской Федерации ставит вопрос о целесообразности составления и обновления карт на эти территории. Проводя их анализ, можно прийти к смешанным выводам, подчеркивающих необходимость индивидуального подхода к решению этой проблемы.

Появление и решение всех перечисленных проблем в значительной степени основываются на определении и анализе причинах появления тех или иных конкретных заброшенных территорий. Существует несколько видений классификации причин забрасывания и исчезновения населенных пунктов.

С.В. Монченко выделяет десять причин запустения [5]. Е.С. Власова, И.Ю. Грин и Е.И. Архипова, Н.Е. Козыренко в своих трудах определяют разные классификации, каждая состоящая из 5 причин [5].

Совместив эти классификации вместе, И.Н. Пилипцов в своем исследовании разрабатывает следующую классификацию, представленную (с некоторыми нашими изменениями и дополнениями) в таблице.

На этой основе, выделяя конкретные и обоснованные причины, можно сделать вывод, что все представленные ранее проблемы имеют сугубо индивидуальные предпосылки.

Всю информацию о заброшенных населенных пунктах, включая причины их исчезновения, удобнее всего хранить в базе геоданных. База геоданных – это созданная компанией ESRI модель, определяющая структуру и правила хранения различных видов данных – векторных и растровых, адресных точек, данных геодезических измерений и многого другого. Экспорт базы геоданных в формат XML позволяет перевести как всю базу геоданных, так и ее отдельные элементы (например, таблицы, домены, правила топологии и др.) в обменный формат, доступный для других приложений [2].

Причины появления заброшенных населенных пунктов [по 5]

Группа причин	Суть и содержание группы причины
Природно-антропогенная	Пожары; катастрофические (и/или частые) наводнения; затопление при строительстве гидросооружений; изменение береговой линии; землетрясения; ураганы; сходы оползней; сходы снежных лавин
Политико-экономическая	Незавершенное строительство; военные действия; закрытие экономически нецелесообразных поселений
Техногенная	Аварии на производстве; выработка природных ресурсов и/или ухудшение условий их использования
Транспортная	Значительная удаленность поселения от путей сообщения
Естественная	Отсутствие населения вследствие его естественной и миграционной убыли

Благодаря современным информационным технологиям, получение необходимой информации о заброшенных населенных пунктах не составляет труда, однако в значительных объемах разноплановой, не структурированной и часто противоречивой информации нужно много и долго разбираться. Главным источником соответствующей информации стали данные сети Интернет. Они позволили спроектировать и составить пространственную базу данных «Заброшенные населенные пункты России». В данный момент она включает 175 записей, характеризующих заброшенные населенные пункты и содержащую информацию о типе, причине запустения и конкретном местоположении бывшего населенного пункта. Основная масса информации была получена с интернет-площадки Urban3p.ru [3], из данных интернет-каталога товаров для туристов DEADCITY [4], предоставляющих информацию о заброшенных населенных пунктах, а также сервиса Яндекс.Карты [6].

Пространственная привязка данных осуществлялась в программном обеспечении ГИС ArcGIS. Вся атрибутивная информация в базу данных добавлялась в программе Microsoft Excel, после чего связывалась в ГИС-программе с пространственными данными.

База данных включает следующую информацию, полученную из открытых интернет-источников (рис. 1):

- 1) Название населенного пункта;
- 2) Тип поселения на момент его запустения;

- 3) Причина запустения (по И. Н. Пилипцову [5]);
- 4) Субъект Российской Федерации;
- 5) Административный район.

Приведенные на рис. 1 поля базы данных имеют следующие характеристики: тип – текстовое; длина – 50 символов.

Название населенных пунктов, приведенных в базе данных, актуально на момент их закрытия, как и информация в поле «Тип». В базе данных представлены следующие типы поселений:

- 1) Город;
- 2) Деревня;
- 3) Поселок;
- 4) Поселок городского типа;
- 5) Село;
- 6) Урочище;
- 7) Хутор.

Причины угасания и исчезновения населенных пунктов основаны на классификации И. Н. Пилипцова [5] и представлены следующими:

- природно-антропогенные;
- политико-экономические;
- техногенные;
- транспортные;
- естественные.

Поля «Субъект» и «Район» базы данных заполнены с учетом существующего в настоящее время административно-территориального деления Российской Федерации.

Спроектированная и программно-реализованная в ГИС ArcGIS пространственная база данных заброшенных населенных пунктов России имеет возможность ее расширения и пополнения – как в части новых объектов, так и в части их характеристик. Будущая информация может иметь как общий, так и узконаправленный характер. В качестве дополнительных характеристик, в будущем планируется добавление:

- 1) Количество жителей в пике;
- 2) Год закрытия (снятия с учета);
- 3) Основной функционал населенного пункта;
- 4) Градообразующее предприятие;
- 5) Занимаемая площадь;

- 6) Длительность существования;
- 7) Фото- и картоматериалы;

	Населенный	Тип	Причина	Субъект	Район
	Адыгалах	ПГТ	Техногенные	Магаданская область	Сусуманский
	Алискерово	ПГТ	Техногенные	Чукотский автономный округ	Билибинский
	Алыкель	П	Политико-экономические	Красноярский край	т.п.а. Дудинка
	Андреевцы	Д	Транспортная	Удмуртия	Балезинский
	Анниково	Д	Естественные	Тверская область	Молоковский
	Арбатский	П	Техногенные	Свердловская область	т.п.г. Кушва
	Арбатский	П	Техногенные	Свердловская область	т.п.г. Кушва
	Аргуново	У	Политико-экономические	Владимирская область	Петушинский
	Архангельское	У	Политико-экономические	Московская область	Талдомский
	Атаманская	Х	Политико-экономические	Ростовская область	Заветинский
	Баженово	Д	Естественные	Нижегородская область	Уренский
	Бараниха	ПГТ	Техногенные	Чукотский автономный округ	Чаунский
	Белые Берега	Д	Транспортная	Курская область	Дмитриевский
	Березовка	П	Политико-экономические	Республика Коми	т.р.п.Печора
	Бечевинка	П	Политико-экономические	Камчатский край	Елизовский
	Большое Озер	П	Политико-экономические	Мурманская область	Печенгский
	Бочин	Г	Политико-экономические	Хабаровский край	Комсомольский
	Бриндакит	П	Техногенные	Якутия	Усть-Майский
	Быстрый	П	Техногенные	Чукотский автономный округ	Чаунский
	Валькумей	П	Техногенные	Чукотский автономный округ	Чаунский
	Великоселье	Д	Транспортная	Тверская область	Торжокский
	Верх-Коса	П	Естественные	Пермский край	Юрлинский
	Верхний Нюд	П	Политико-экономические	Мурманская область	т.п.гр. Мончегорск
	Весенний	П	Техногенные	Чукотский автономный округ	Билибинский
	Владимирец	Д	природно-антропогенные	Вологодская область	Усть-Кубинский
	Власово	П	Техногенные	Якутия	Усть-Янский
	Водино	С	Политико-экономические	Самарская область	Кинельский
	Воронежа	Д	Транспортная	Республика Карелия	Беломорский
	Выя	П	Техногенные	Свердловская область	Верхнесалдинский
	Галкино	Д	Техногенные	Ивановская область	Кинешемский
	Гижигинск	Г	Политико-экономические	Магаданская область	Северо-Эвенский
	Глазачево	Д	Естественные	Московская область	Дмитровский
	Гласково	Д	Естественные	Смоленская область	Демидовский
	Глухово	Д	Транспортная	Новгородская область	Батецкий
	Гранитный	П	Политико-экономические	Челябинская область	Кизильский
	Гребнево	Д	природно-антропогенные	Московская область	Щелковский
	Гусево	Д	Естественные	Ярославская область	Мышкинский
	Дальний	ПГТ	Техногенные	Чукотский автономный округ	Билибинский
	Добрянки	Д	Естественные	Ивановская область	Кадынский
	Дорожный	П	Техногенные	Приморский край	Кавалеровский
	Дражный	П	Техногенные	Якутия	Оймяконский
	Дубинин	Х	Транспортная	Воронежская область	Репьевский

Рис. 1. Фрагмент пространственной базы данных
«Заброшенные населенные пункты России»

Созданная пространственная база данных «Заброшенные населенные пункты России» хоть и кажется, на первый взгляд, достаточно узконаправленной, в первую очередь из-за своей тематики, имеет достаточно большие перспективы в использовании ее в разных направлениях. Данные

приведенной тематики могут обновляться и добавляться в соответствии с нуждами конкретной области исследования.

Выделим некоторые области и направления применения полученной пространственной базы данных:

1) для изучения проблемы использования постселитебных земель, описанной ранее, можно непосредственно пользоваться созданной базой данных, дополнив ее новыми экс-населенными пунктами и характеризующими их профильными данными;

2) в исследовании экологического влияния таких земель на окружающую среду, предложенная база данных так же окажется не лишней;

3) рассматривая социально-экономические показатели, связанные с убытками, в результате закрытия населенных пунктов, или любые другие, непосредственно связанные с экс-городами и их влиянием на экономику;

4) историко-культурные исследования, посвященные восстановлению событий, изучению расселения жителей региона, и т. д;

5) применение базы данных в картографировании.

Последнее направление является одним из самых обширных. Для визуализации подобных данных удобнее всего использовать картографическое изображение – прежде всего из-за ее наглядности, благодаря чему такие материалы можно использовать в любой сфере исследования и на любую территорию. Без соответствующих картографических материалов достаточно сложно оценить плотность и особенности пространственного расположения имеющихся в каждом регионе России заброшенных поселений.

Создание карт на территории отдельных регионов, поможет в первую очередь развитию и/или возрождению сельскохозяйственной деятельности. Большая часть мелких заброшенных населенных пунктов ранее были полностью окружены сельскохозяйственными угодьями, пустующие территории которых в таких случаях могут вновь заниматься в первую очередь пашнями. Геоинформационно-картографическое обеспечение, планирование и проведение такого рода работ может стать одним из важных направлений инновационного развития сельского хозяйства России в целом и ее отдельных регионов.

В качестве примера визуализированной в виде картографического изображения созданной пространственной базы данных «Заброшенные населенные пункты России» приведем карту «Некоторые заброшенные населенные пункты Российской Федерации» (рис. 2).

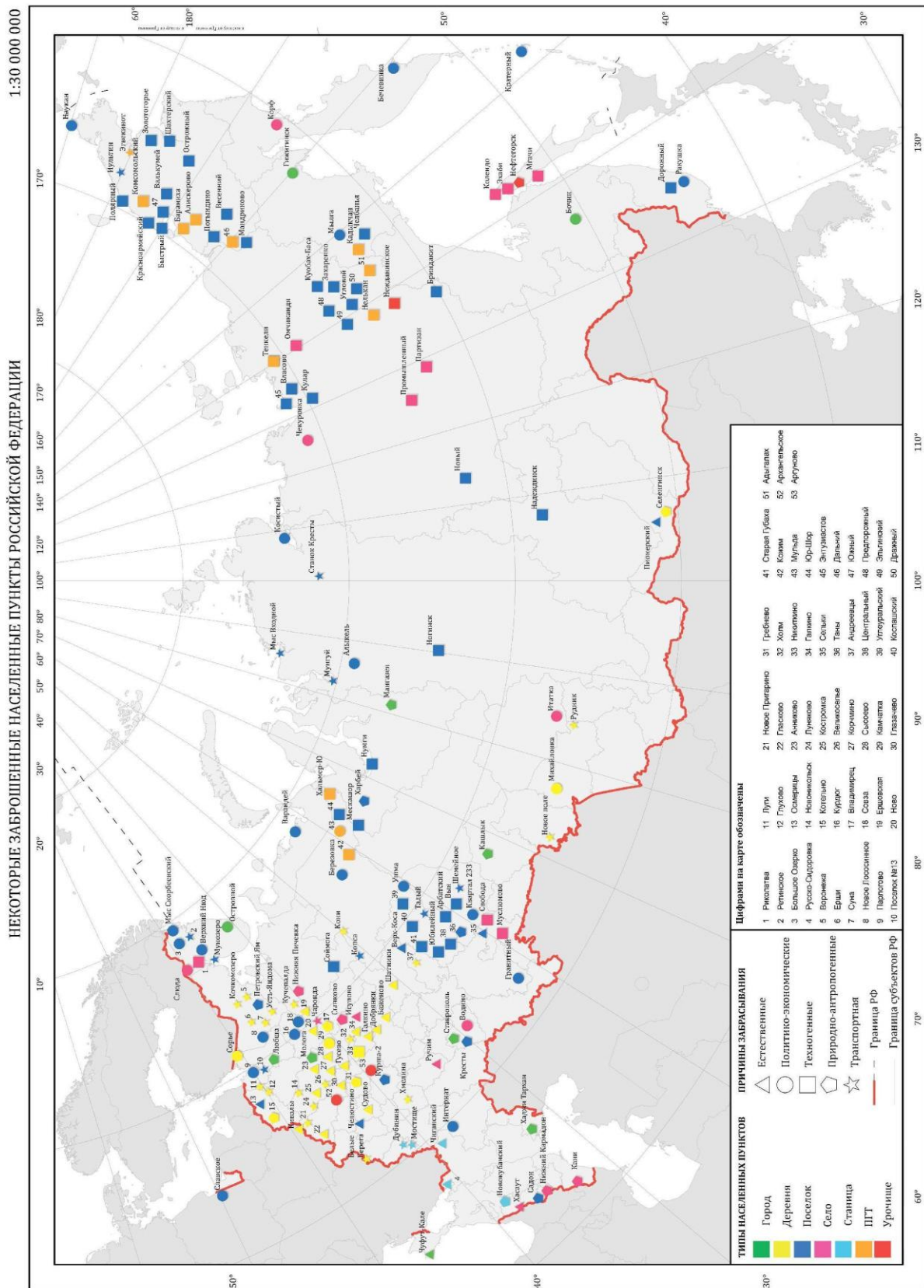


Рис. 2. Карта некоторых заброшенных населенных пунктов Российской Федерации

Литература

1. Артищев В.Е. Постселитебные геосистемы Белгородской области: физико-географическая характеристика и перспективы экологической реабилитации / В.Е. Артищев, П.В. Голёусов // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11-2. – С. 334-338. – Режим доступа: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36234> (дата обращения: 18.11.2020).
2. База геоданных [Электронный ресурс] // Учебные материалы онлайн ([inf{at}studwood.ru](http://studwood.ru)). – Режим доступа: https://studwood.ru/1683347/informatika/baza_geodannyh (дата обращения: 18.11.2020).
3. Все города в России [Электронный ресурс] // Urban3r.ru. – Режим доступа: https://urban3r.ru/category/cities?country_id=1 (дата обращения: 18.11.2020).
4. Города-призраки [Электронный ресурс] // DEADCITY.ru. – Режим доступа: http://dead-city.ru/goroda_prizraki/ (дата обращения: 18.11.2020).
5. Пилипцов И.Н. Причины появления заброшенных населенных пунктов на постсоветском пространстве: проблема классификации / И.Н. Пилипцов. // Молодой ученый. – 2015. – № 2 (82). – С. 414–417. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/82/15038/> (дата обращения: 18.11.2020).
6. Яндекс.Карты – поиск мест и адресов, городской транспорт [Электронный ресурс] // Яндекс.Карты:. – Режим доступа https://yandex.ru/maps/?from=tabbar&ll=72.568344%2C58.473150&source=serp_navig&z=3 (дата обращения: 18.11.2020).
7. Visualhistory. Массовое вымирание российских городов. Рейтинг депопуляции [Электронный ресурс] // История и современность. Россия без городов [2020]. – Режим доступа: <https://visualhistory.livejournal.com/2020141.html> (дата обращения: 18.11.2020).

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА САРАТОВА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Саратовский государственный университет

Географические информационные системы (ГИС) становятся все совершеннее, многие процессы автоматизированы и требуют минимального участия человека, значительно упрощая исследования, а новейшие возможности ГИС-технологий и программных продуктов позволяют решать задачи очень широкого спектра.

Широкое внедрение ГИС-технологий в геоэкологические исследования предполагает наличие данных об исследуемых объектах в цифровой форме. Это позволяет минимизировать природные и техногенные риски в условиях селитебных и промышленных ландшафтов, контролировать рациональное землепользование [4, 5]. Одним из самых перспективных направлений является работа с данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Используя ДЗЗ, исследователи получают сведения о состоянии наземных объектов, могут проводить достаточно точную идентификацию процессов и явлений [7]. При этом возможен непрерывный сбор информации для каждой конкретной территории [9].

Одним из многочисленных анализируемых параметров, которые могут оценивать особенности изменений на обширных территориях являются спектральные индексы. Они могут использоваться для решения различных задач: мониторинг водных объектов, контроль развития опасных экзогенных процессов, изучение вегетации растений [6, 7, 8]. Вегетационные индексы — это показатели, рассчитанные в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных дистанционного зондирования Земли, и имеющие отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. Эффективность вегетационных индексов определяется эмпирически.

Одним из самых распространенных индексов, использующих количественные оценки растительного покрова, является вегетационный

индекс NDVI — это нормализованный относительный индекс вегетации растительности, количественный показатель фотосинтетически активной биомассы [2].

Целью работы является исследование динамики изменения зеленых насаждений в пределах г. Саратова за период 1990 - 2019 гг.

Задачи исследования:

- расчет необходимых для анализа растительности индексов (NDVI),
- векторизация участков древесно-кустарниковой растительности по годам на основе вычисленных растров,
- анализ изменения площадей зеленых насаждений в пределах г. Саратова за выбранный период.

Основным источником материалов ДЗЗ в рамках исследования является архив Геологической службы США (usgs.gov): спутниковые снимки съемочных систем Landsat 5 и Landsat 8 [3]. Кроме того, для уточнения пространственной информации использовались общедоступные композитные изображения Yandex. В процессе выполнения работы были использованы следующие методы: картографический, метод сравнительного анализа, описательный. Объектом исследования являлись зеленые насаждения в пределах города Саратова.

Ход работы. NDVI рассчитывается на основе снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющих спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и ближнем инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм). Поэтому на первом этапе работы были получены снимки со спутников Landsat-8 и Landsat-8. Для Landsat-5 использовались 4 и 3 каналы, а для снимков Landsat-8 – 5 и 4 каналы.

Последующая обработка снимков была сделана в программном обеспечении Quantum GIS (QGIS). На втором этапе происходило вычисление индекса NDVI. Индекс вычислялся по формуле (1):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

где NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра, RED - отражение в красной области спектра.

Полученные показатели индекса NDVI меняются в зависимости от плотности (сомкнутости) растительности и насыщенности растений хлорофиллом. После расчета индекса по вышеуказанной формуле получили значения от -1 до 1 [2].

Были выбраны значения индекса NDVI от 0.5 до 1. В данный диапазон попадают значения густой растительности (деревья, кустарники).

Далее растровые изображения были переведены в векторный вид. Полученные результаты представлены на рис.1 и рис.2.

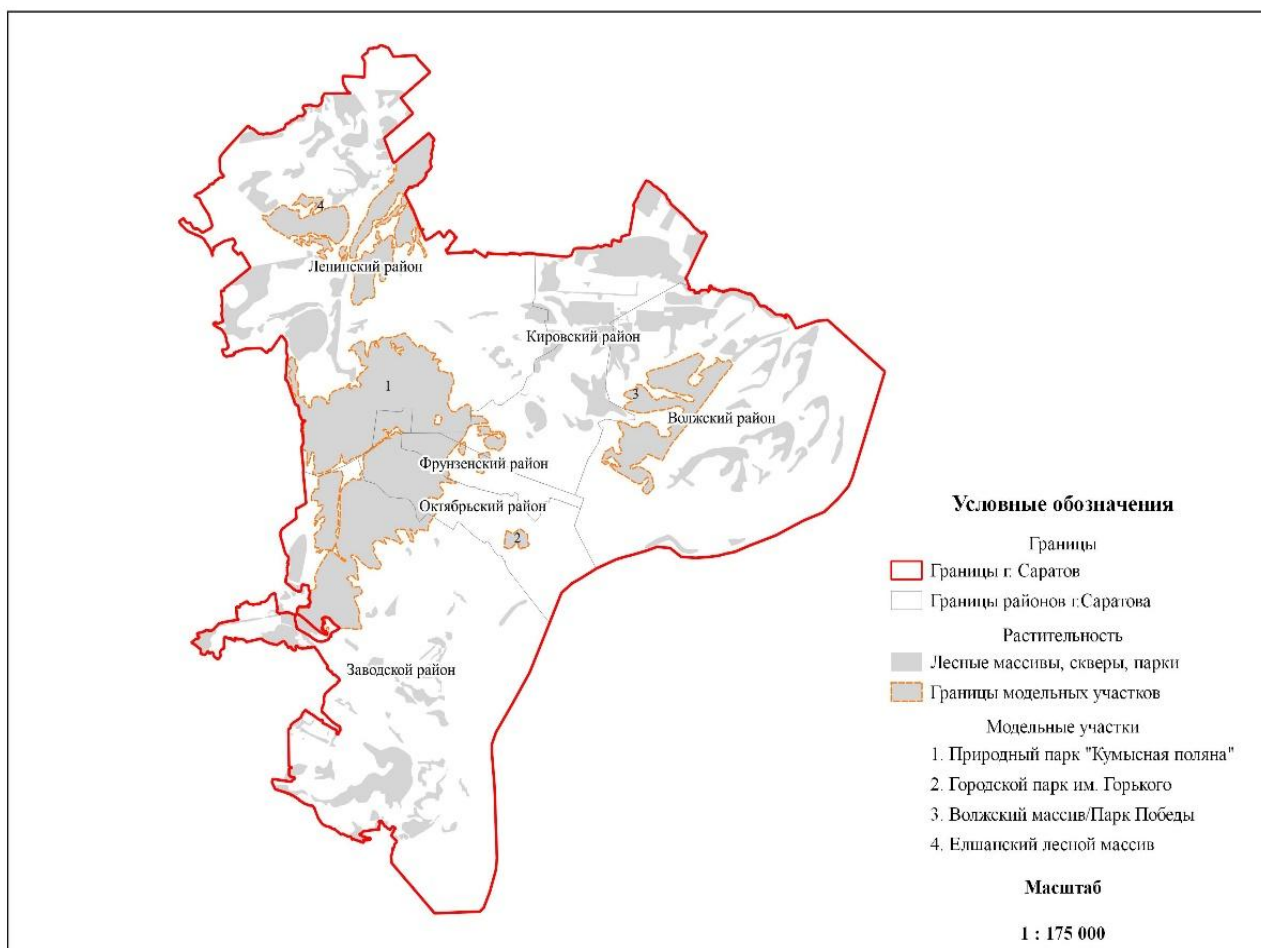


Рис. 1. Ареалы древесно-кустарниковой растительности, выделенные при значении NDVI >0.5 в пределах г. Саратова (1990 г.) (составлено автором по материалам [2, 3])

Было выделено несколько модельных участков на территории г. Саратова. Среди них стоит отметить природный парк «Кумысная поляна», парк Победы (Соколовогорский массив), парк культуры им. М. Горького, Елшанский лесной массив (таблица).

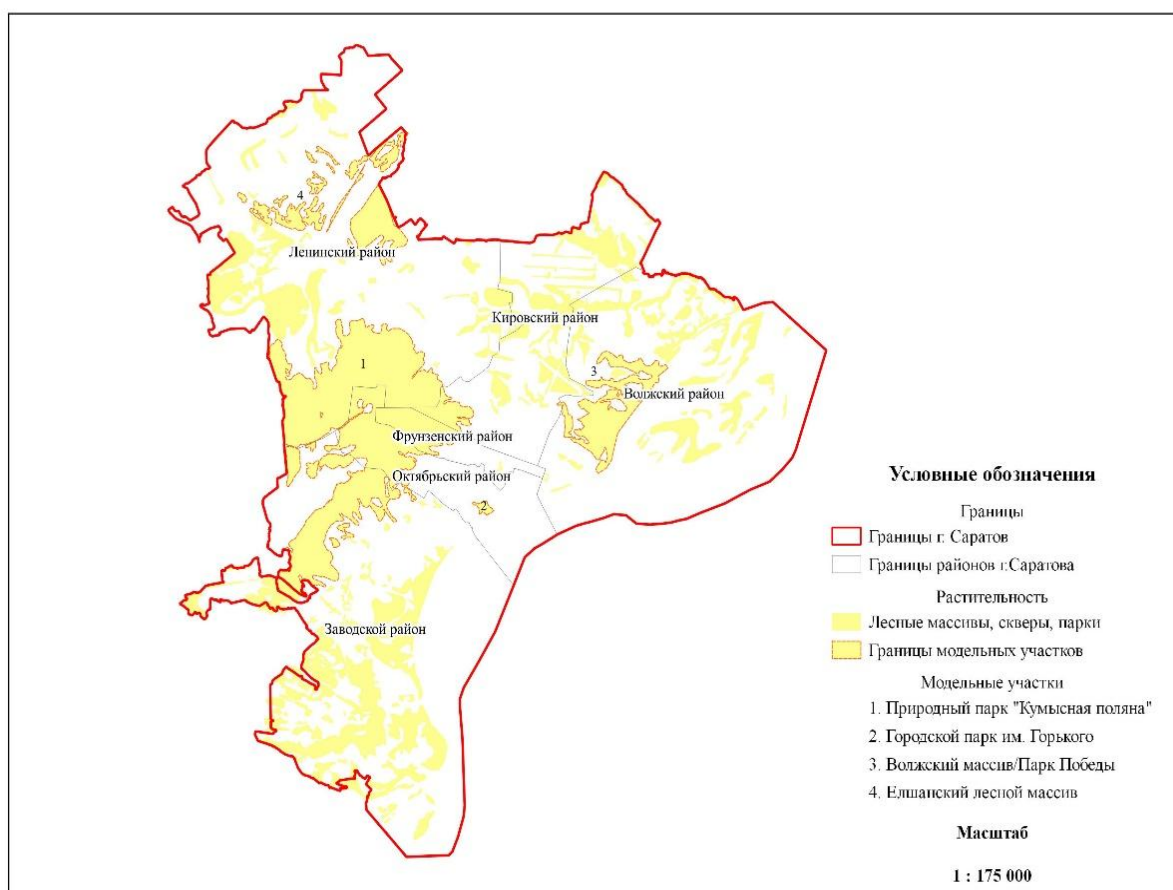


Рис. 2. Ареалы растительности, выделенные при значении NDVI >0.5 в пределах г. Саратова (2019 г.) (составлено автором по материалам [2, 3])

Таблица

Сравнение крупных растительных массивов территории города Саратова за 1990 и 2019 года (составлено автором)

Модельные участки	Изменение площади растительных массивов по годам			
	1990, га	2019, га	Разница, га	Разница, %
Природный парк Кумысная поляна	4255,6	4252,3	-103,3	-1.76
Парк культуры им. М. Горького	32,7	25,4	-7,2	-28.8
Парк Победы (Соколовогорский массив)	1154,1	760,2	-394,27	-51.8
Елшанский лесной массив	879,1	686,3	-192,88	-28.1

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Общие показатели площади зеленых насаждений в 1990 году составляли – 12810,1 га, в 2019 – 12 080,8 га. Разница составляет около 729,3 га или 6.03 %. Такое уменьшение количества зеленых насаждений связано с активной застройкой городской территории и расширением жилищных комплексов. Особенно заметно уменьшение количества зеленых насаждений в пределах Соколовогорского, Елшанского лесного массива и парка культуры им. М. Горького. За период с 1990 по 2019 год площадь зеленых насаждений на этих крупных участках сократилась от 28.1 % до 51.8 %.

Отметим, что в городе Саратове показатель количества зеленых насаждений в расчете на одного жителя составляет 7 м² на человека. Поэтому для полноценного выполнения своих функций зеленые насаждения должны находиться в достаточном количестве и состоянии на всех территории города. Распространение зеленых насаждений, которые обладают фильтрующей способностью, позволяет поглощать из воздуха и нейтрализовать значительные количества вредных компонентов, например таких как пыль и оксид углерода (CO) [10].

2. Вегетационный индекс NDVI предназначен для выявления эколого-климатических характеристик растительности. В целом для всей территории города Саратова были сделаны прогнозы снижения площади растительности в городской среде, в связи с активной застройкой свободных территорий города, вырубкой старых зеленых насаждений без высадки новых древесных пород.

3. Главным преимуществом вегетационных индексов является легкость их получения и широкий диапазон решаемых с их помощью задач. Следует отметить, что любые вегетационные индексы не дают абсолютных показателей исследуемого свойства, и их значения зависят от характеристик сенсора (ширина спектральных каналов, разрешения), условий съемки, освещенности, состояния атмосферы. Они дают только относительные оценки свойств растительного покрова, которые могут быть интерпретированы и с привлечением полевых данных пересчитаны абсолютные [1].

Таким образом, создание различных карт с использованием геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли в современном мире является необходимым для решения и упрощения способов картографирования, а также геоинформационных технологий в естественных областях знаний.

Литературв

1. Богомоллов Л.А. Дешифрирование аэрокосмоснимков М.: Недра, 1976. 145 с.
2. Вегетационные индексы официальный сайт [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi> (дата обращения: 10.11.2020). Загл. с экр. – Яз. рус.
3. Геологической службы США (USGS - United States Geological Survey) [Электронный ресурс]: официальный сайт [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения: 10.11.2020). Загл. с экр. – Яз. Рус
4. Геоэкологический риск-анализ нефтяных месторождений Саратовской области с применением ГИС технологий / А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, В. З. Макаров [и др.]; под ред. А. Н. Чумаченко. Саратов: Издательство Саратовского университета, 2017. 104 с.
5. Гусев В. А., Басамыкин С. С., Шлапак П. А. Оптимизация структуры землепользования для увеличения устойчивости агроландшафтов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 3. С. 133-137.
6. Исследование линейной эрозии путем создания уточненной цифровой модели рельефа на основе SRTM (на примере территории Хвалынского района Саратовской области) Федоров А.В., Шлапак П.А., Муженский Д.А. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 20. № 1. С. 36-40.
7. Макаров В. З., Гусев В. А., Шлапак П. А., Решетарова Д. А. Выбор оптимального метода распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам высокого разрешения (на примере Саратовского Заволжья) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 162-170.
8. Морозова В. А. Расчет индексов для выявления и анализа характеристик водных объектов с помощью данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс] / В. А. Морозова // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2019. – № 2. С. 1- 12.
9. Сутырина Е. Н. Дистанционное зондирование земли: учеб. пособие/ Е. Н. Сутырина. – М.: ИГУ, 2013. – 165 с.
10. Тетиор А.Н. Городская экология. — М.: Издательский центр «Академия», 2006 — 336 с.

ИЗУЧЕНИЕ ТИПОВ СКЛОНОВ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

При обустройстве агроландшафтов важным фактором является рельеф местности, который влияет на хозяйственное использование территории, ее организацию, агроэкологическое состояние и пр.

В настоящее время для морфометрического анализа рельефа используют геоинформационные технологии. Однако, для отдельных характеристик не всегда выполняется корректная интерпретация результатов или отсутствуют указания на необходимые входные данные [5].

Важное значение при создании адаптивно-ландшафтных систем земледелия имеет анализ форм мезорельефа (склонов и их типов). Классификация типов склонов и ее применение при проектировании линейных рубежей предложены М.И. Лопыревым [3]. Нами эти данные будут использованы при разработке бассейновой организации территории Крыма в рамках проекта РНФ «Эколого-реабилитационное землепользование в районах интенсивной деградации почв Европейской России». Концепция бассейнового природопользования представлена в работах [1, 2].

Цель исследования – провести классификация типов склонов Крымского полуострова с использованием методов геоинформационного моделирования.

Для проведения исследования на территории Крыма выделено 825 бассейновых структур, среди которых в большом количестве представлены бассейны без эрозионной сети со склоном в сторону моря (далее морские бассейны), бассейны 1-го и 2-го порядков, сток которых в большинстве случаев также обращен в море (табл. 1).

Около 55 % территории занимают бассейны 4-го порядка, 20 % приходится на 3-ий порядок. Следует понимать, что в составе бассейнов 4-6 порядка включены бассейны более высоких порядков.

В качестве исходных данных о рельефе выбрана цифровая модель рельефа *SRTM* (*Shuttle radar topographic mission*) разрешением 3 угловые секунды.

Основные бассейны полуострова Крым

Порядок	Количество, шт	Площадь, км ²	Порядок	Количество, шт	Площадь, км ²
морские	74	87,7	4	57	13233,7
1	444	1260,9	5	7	1603,1
2	164	2171,6	6	2	565,3
3	77	4969,4	Бессточные области		240,2

В качестве инструмента для анализа цифровых моделей рельефа (ЦМР) использован функционал программы *ArcGIS 10.5*. Для гидрологической корректности ЦМР была обработана поднабором инструментов «Гидрология» набора *Spatial Analyst*, что позволило заполнить локальные понижения, определить места внутреннего дренажа. Карты кривизны склонов построены с использованием поднабора инструментов «Поверхность» набора *Spatial Analyst*.

Выделение типов склонов выполняли по методике, предложенной в работе [4]. Но, так как исходная ЦМР использовалась отличная от указанной в работе [4], были проведены дополнительные исследования по установлению значений перехода от прямому к вогнутому и выпуклому типу склонов. Поперечно прямым склонам соответствуют значения плановой кривизны от -0,002 до 0,002 м⁻¹, продольно прямым – профильной кривизны от -0,02 до 0,02 м⁻¹. Кривизна выпуклых склонов больше верхних пределов этих градаций, а вогнутых – меньше нижних. Классифицировали типы согласно методике М.И. Лопырева [3].

Для определения площадей типов склонов на территории Крыма произведена переклассификация полученных гридов по указанным параметрам. Выполнена растрово-векторная трансформация этих слоев и их объединение в один слой (инструмент «Пересечение»). Для расчета площади в пределах бассейнов, после объединения слоя «типы склоны» со слоем бассейнов, площади были суммированы с использованием инструмента «Частота» по двум атрибутам – номеру бассейна и номеру типа склона. Полученные значения доли площади типа склонов в качестве новых атрибутов добавлены к слою бассейны. Затем установлены преобладающие типы склонов в бассейнах.

Наибольшее распространение на территории Крыма получили поперечно вогнутые продольно-выпуклые, поперечно-выпуклые продольно-вогнутые склоны (19,3 и 18,9 % соответственно) (табл. 2).

Типы склонов полуострова Крым

Индекс склона*	Тип склона	Суммарная площадь, км ²	Доля от площади полуострова, %
IA	поперечно-прямые, продольно-прямые склоны	4078,1	15,9
IB	поперечно-прямые, продольно-вогнутые	535,8	2,1
IV	поперечно-прямые, продольно-выпуклые	1136,1	4,4
IIA	поперечно-выпуклые, продольно-прямые	3837,9	15,0
IIБ	поперечно-выпуклые, продольно-вогнутые	4847,1	18,9
IIВ	поперечно-выпуклые, продольно-выпуклые	1601,8	6,3
IIIA	поперечно-вогнутые, продольно-прямые	3398,1	13,3
IIБ	поперечно-вогнутые, продольно-вогнутые	1219,2	4,8
IIВ	поперечно-вогнутые, продольно-выпуклые	4946,9	19,3

*IA – поперечно-прямые, продольно-прямые склоны, IB – поперечно-прямые, продольно-вогнутые, IV – поперечно-прямые, продольно-выпуклые, IIA – поперечно-выпуклые, продольно-прямые, IIБ – поперечно-выпуклые, продольно-вогнутые, IIВ – поперечно-выпуклые, продольно-выпуклые, IIIA – поперечно-вогнутые, продольно-прямые, IIБ – поперечно-вогнутые, продольно-вогнутые, IIВ – поперечно-вогнутые, продольно-выпуклые.

В Крыму преобладают поперечно выпуклые склоны, занимающие 40,1 % или 10286,3 км², среди них наибольшее распространение получили продольно-вогнутые склоны 4847,1 км². На долю продольно-прямых приходится 3837,9 км². Таким образом, с точки зрения протекания эрозионных процессов, преобладают рассеивающие склоны, которые менее других подвержены эрозии. При этом из-за их вогнутого продольного профиля эрозия больше проявляется в верхней наиболее крутой части склона.

Поперечно вогнутые склоны занимают 37,4 % площади Крыма и соответствуют ложбинно-балочному рельефу. Для этого типа склона характерен собирающий сток, который более опасен, чем рассеивающий. Среди них наибольшее распространение получили продольно выпуклые склоны (19,3

% от общей площади исследования), нижняя часть которых сильнее подвержена эрозионным процессам.

Наименьшую площадь занимают поперечно-прямые типы склонов. На их долю приходится 5750 км². В этих склонах по продольному профилю выделяются прямые склоны – 15,9 % от общей площади исследования. (см. табл. 2). Эти склоны преимущественно размещены в равнинной части Крыма (рис. 1), здесь возможна прямолинейная организация территории.

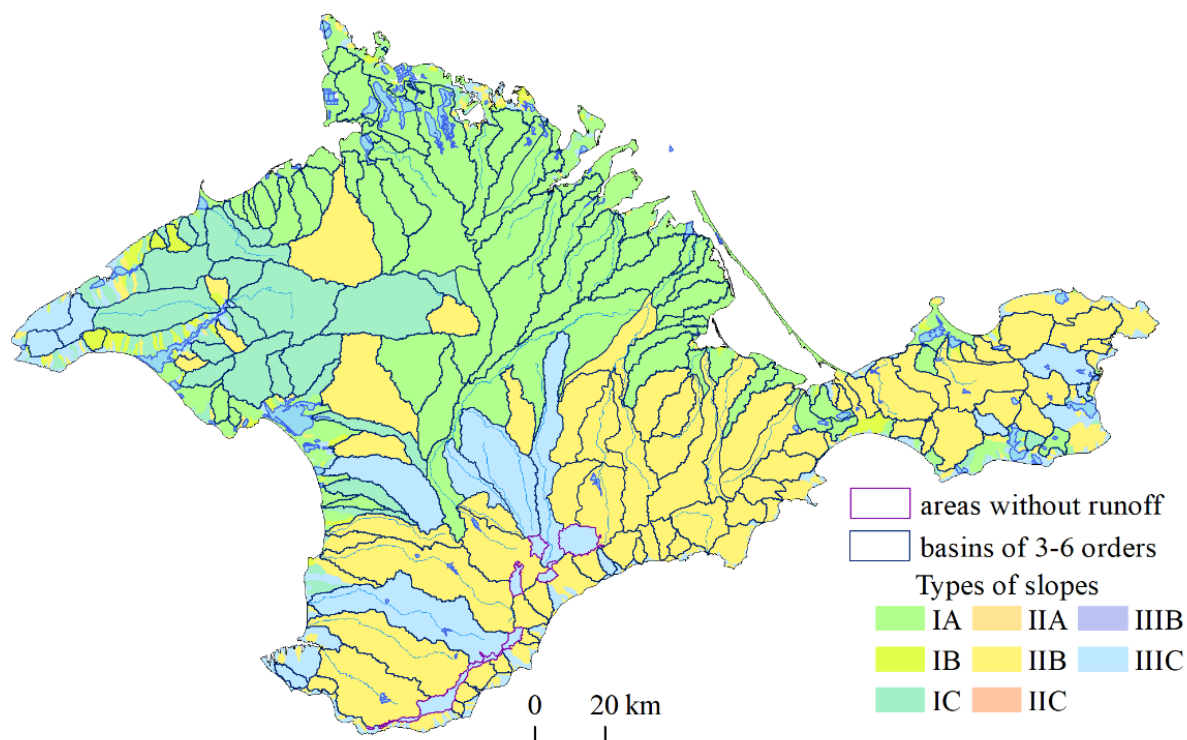


Рис. 1. Преобладающие типы склонов бассейнов полуострова Крым

Анализ рис. 1 показывает, что преобладают бассейны с поперечно-выпуклыми продольно-выпуклыми склонами (38,8 % бассейнов) и поперечно-прямые продольно-прямые (33,6 %). В последних процессы водной эрозии развиты меньше, а при планировании мероприятий против дефляции возможно применение линейных рубежей без учета контурности рельефа. 12,8 % бассейнов равнинного Крыма имеют поперечно-прямые продольно-выпуклые склоны, на которых также рекомендуется прямолинейная организация линейных рубежей.

В пределах всех бассейнов в большинстве случаев встречаются все девять типов бассейнов. В мелких морских бассейнах и бассейнах 1-2 порядков

выделяются 3-4 типа склонов. В них доля отдельного типа может достигать 65 % (на рис. 2 они отображаются как выбросы).

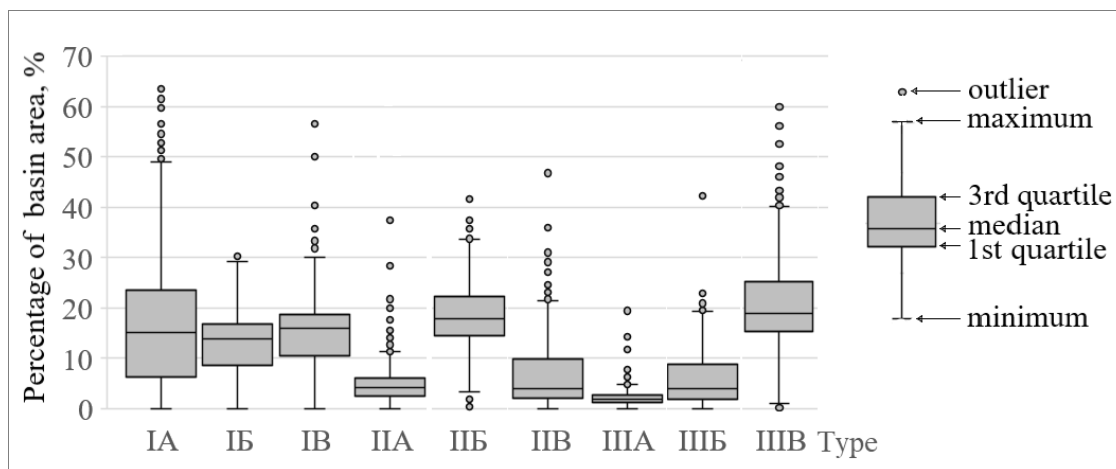


Рис. 2. Диаграммы размахов для доли типов склона от общей площади речных бассейнов

Наибольшую вариацию в бассейнах имеют склоны IIIB и IIB (около 90 %), занимая 4,8 и 4,4 % соответственно (рис. 2). В среднем коэффициент вариации доли типов IB, IB, IIB и IIIB, в бассейнах равен 40,3 %.

Таким образом, на территории Крыма выделено 9 типов склонов мезорельефа. Наибольшее распространение получили поперечно вогнутые продольно-выпуклые, поперечно-выпуклые продольно-вогнутые склоны (19,3 и 18,9 % соответственно), а наименьшее – поперечно-прямые, продольно-вогнутые (2,1 %).

В условиях равнинного Крыма линейные рубежи будут преимущественно прямолинейные, в предгорных территориях в условиях преобладающих поперечно-выпуклых продольно-выпуклых склонов – контурные.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 20-67-46017.

Литература

1. Кузьменко Я.В. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов / Я.В. Кузьменко, Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Нарожная // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1-9. – С. 2432-2435.

2. Лисецкий Ф.Н. Бассейновый подход к организации природопользования в белгородской области / Лисецкий Ф.Н., А.В. Дегтярь, А.Г. Нарожная и др. – Белгород, 2013. – 88 с.

3. Проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области / Под ред. М.И. Лопырева. – Воронеж, 1999. – 186 с.

4. Смирнова Л.Г. Анализ распределения типов склонов на региональном уровне с использованием методов топографического моделирования / Л.Г.Смирнова, П.А. Украинский, А.Г. Нарожная, А.А. Кожушков // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 11. – С. 17-21.

5. Sukristiyant S. Watershed-based morphometric analysis: A review / S. Sukristiyant, R Maria and H Lestiana // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science – 2018. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/118/1/012028/pdf>.

УДК 630.232.33

Нартова Е.А.¹, Крюкова Н.А.²

nartova_74@mail.ru; kna2002_79@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ЗАЩИЩЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

¹ Воронежский государственный аграрный университет

² Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

Особенностью аграрной политики России является удовлетворение всё возрастающих потребностей людей в продуктах питания и промышленности в сырье. Это усиление работы по внедрению в производство различных форм организации труда, сохранение и улучшение сельскохозяйственных угодий, повышение плодородия почв на основе внедрения научно-обоснованных зональных систем земледелия, борьба с эрозией почв [1].

В настоящее время используются современные системы земледелия, которые обеспечивают рост урожайности растений, восстановление, сохранение и повышения плодородия почвы за счет применения удобрений, мелиорации,

механизации, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий- все это обеспечивает экономическую эффективность использования земли [2].

Для оценки агроэкологического влияния лесных полос и лесных насаждений на прилегающую территорию, рассчитывается защищенная площадь от действия суховейных ветров. Рассмотрим варианты размещения лесных полос и оценим их с помощью автоматизированного расчета защищенной площади [3]. Для упрощения работы мы использовали новые ГИС технологии и автоматизировали задачу землеустройства.

Защищённая площадь пашни определяется по формуле:

$$\frac{(H \cdot k \cdot \sin(\alpha) \cdot L)}{10000} \quad (1)$$

В данной формуле:

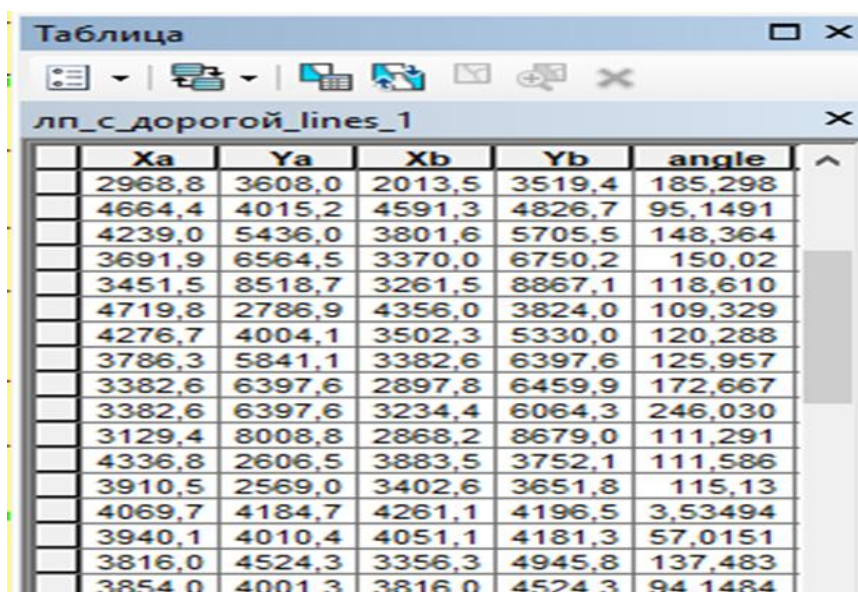
H – высота деревьев (принимается равной 25),

k – коэффициент (принимается равным 20),

L – протяжённость лесной полосы,

$\sin(\alpha)$ – это синус угла, под которым лесная полоса встречается с вектором господствующего направления ветра.

Так как направление ветра юго-восточное, то направление ветра будет равняться 315 градусов. В данной программе дирекционный угол лесополосы мы определяли при помощи обратной геодезической задачи. Для её решения создавали поля «Ха», «Ya», «Xb», «Yb», с форматом «float», которые будут содержать координаты начала и конца линии (рис. 1). И для окончательного расчёта дирекционного угла лесополосы создали поле «angle» с типом данных «Float».



	Xa	Ya	Xb	Yb	angle
	2968,8	3608,0	2013,5	3519,4	185,298
	4664,4	4015,2	4591,3	4826,7	95,1491
	4239,0	5436,0	3801,6	5705,5	148,364
	3691,9	6564,5	3370,0	6750,2	150,02
	3451,5	8518,7	3261,5	8867,1	118,610
	4719,8	2786,9	4356,0	3824,0	109,329
	4276,7	4004,1	3502,3	5330,0	120,288
	3786,3	5841,1	3382,6	6397,6	125,957
	3382,6	6397,6	2897,8	6459,9	172,667
	3382,6	6397,6	3234,4	6064,3	246,030
	3129,4	8008,8	2868,2	8679,0	111,291
	4336,8	2606,5	3883,5	3752,1	111,586
	3910,5	2569,0	3402,6	3651,8	115,13
	4069,7	4184,7	4261,1	4196,5	3,53494
	3940,1	4010,4	4051,1	4181,3	57,0151
	3816,0	4524,3	3356,3	4945,8	137,483
	3854,0	4001,3	3816,0	4524,3	94,1484

Рис. 1. Координаты начала и конца линии

Расчёт производили при помощи калькулятора поля с синтаксисом языка Python и включённым окном кодового блока. В кодовый блок записали функцию, которая высчитывает дирекционный угол на основании четырёх параметров, в которые входят координаты начала и конца линии. Данная функция представлена на рисунке 2.

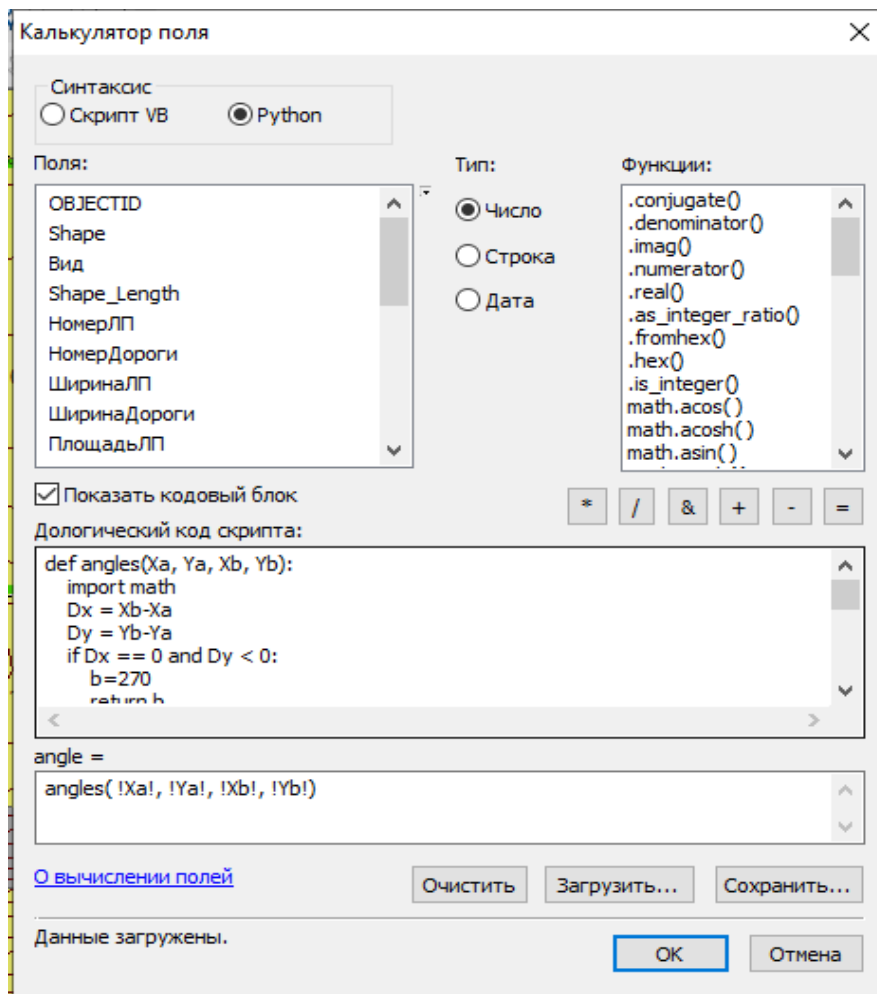


Рис. 2. Функция дирекционных углов

После выполнения скрипта в поле «angle» у нас автоматически заполнились значения дирекционных углов (рис. 3).

Далее для окончательного вычисления самой защищённой площади нам понадобится ещё одно поле формата «Float» с названием «ZPP» в котором будет рассчитана площадь, защищаемая конкретной лесной полосой, для этого мы снова применили калькулятор поля. И в кодовом блоке прописали следующий скрипт, который представлен на рисунке 4.

После выполнения скрипта поле заполняется значениями защищённой площади в гектарах. Пример представлен на рисунке 5.

	Ylp	Ysort	Xsort	Xa	Ya	Xb	Yb	angle	ZPP *
	2022,248	4	6	2968,8	3608,0	2013,5	3519,4	185,298	36,906
	4634,911	9	8	4664,4	4015,2	4591,3	4826,7	95,1491	26,148
	4039,583	8	11	4239,0	5436,0	3801,6	5705,5	148,364	6,0169
	3552,035	7	13	3691,9	6564,5	3370,0	6750,2	150,02	4,9790
	3389,894	6	17	3451,5	8518,7	3261,5	8867,1	118,610	5,7341
	4653,425	9	6	4719,8	2786,9	4356,0	3824,0	109,329	24,528
	4184,07	8	9	4276,7	4004,1	3502,3	5330,0	120,288	22,145
	3660,785	7	12	3786,3	5841,1	3382,6	6397,6	125,957	5,6660
	3143,231	6	12	3382,6	6397,6	2897,8	6459,9	172,667	15,018
	3308,578	6	12	3382,6	6397,6	3234,4	6064,3	246,030	17,024
	3101,253	6	16	3129,4	8008,8	2868,2	8679,0	111,291	15,417
	4247,632	8	6	4336,8	2606,5	3883,5	3752,1	111,586	25,294
	3784,595	7	6	3910,5	2569,0	3402,6	3651,8	115,13	21,015

Рис. 3. Значения дирекционных углов

Калькулятор поля

Синтаксис
☐ Скрипт VB ☒ Python

Поля:

- OBJECTID
- Shape
- Вид
- Shape_Length
- НомерЛП
- НомерДороги
- ШиринаЛП
- ШиринаДороги
- ПлощадьЛП

Тип:

- ☒ Число
- ☐ Строка
- ☐ Дата

Функции:

- .conjugate()
- .denominator()
- .imag()
- .numerator()
- .real()
- .as_integer_ratio()
- .fromhex()
- .hex()
- .is_integer()
- math.acos()
- math.acosh()
- math.asin()

☒ Показать кодовый блок

Долгоскриптовый код скрипта:

```
def ZPP (Dl, Dv, L):
    import math
    Z=math.fabs(Dl-Dv)
    if Z > 90:
        alpha = math.fabs(180 - Z)
        zp = (L*25*20*math.sin(math.radians(alpha)))/10000
    return zp
```

ZPP =
ZPP(!angle!,315,!Shape_Length!)

[О вычислениях полей](#) Очистить Загрузить... Сохранить...

Данные загружены. OK Отмена

Рис. 4. Расчет защищенной площади

	Ylp	Ysort	Xsort	Xa	Ya	Xb	Yb	angle	ZPP *
	2022,248	4	6	2968,8	3608,0	2013,5	3519,4	185,298	36,906
	4634,911	9	8	4664,4	4015,2	4591,3	4826,7	95,1491	26,148
	4039,583	8	11	4239,0	5436,0	3801,6	5705,5	148,364	6,0169
	3552,035	7	13	3691,9	6564,5	3370,0	6750,2	150,02	4,9790
	3389,894	6	17	3451,5	8518,7	3261,5	8867,1	118,610	5,7341
	4653,425	9	6	4719,8	2786,9	4356,0	3824,0	109,329	24,528
	4184,07	8	9	4276,7	4004,1	3502,3	5330,0	120,288	22,145
	3660,785	7	12	3786,3	5841,1	3382,6	6397,6	125,957	5,6660
	3143,231	6	12	3382,6	6397,6	2897,8	6459,9	172,667	15,018
	3308,578	6	12	3382,6	6397,6	3234,4	6064,3	246,030	17,024
	3101,253	6	16	3129,4	8008,8	2868,2	8679,0	111,291	15,417
	4247,632	8	6	4336,8	2606,5	3883,5	3752,1	111,586	25,294
	3784,595	7	6	3910,5	2569,0	3402,6	3651,8	115,13	21,015

Рис. 5. Значения защищенной площади

С помощью программы ArcMap нами предлагается два варианта, размещения лесных полос, по которым произведен расчет защищенной площади для каждого участка, чтобы определить вариант размещения с наибольшей защищенной площадью от запроектированных лесных полос (рис. 6, 7).

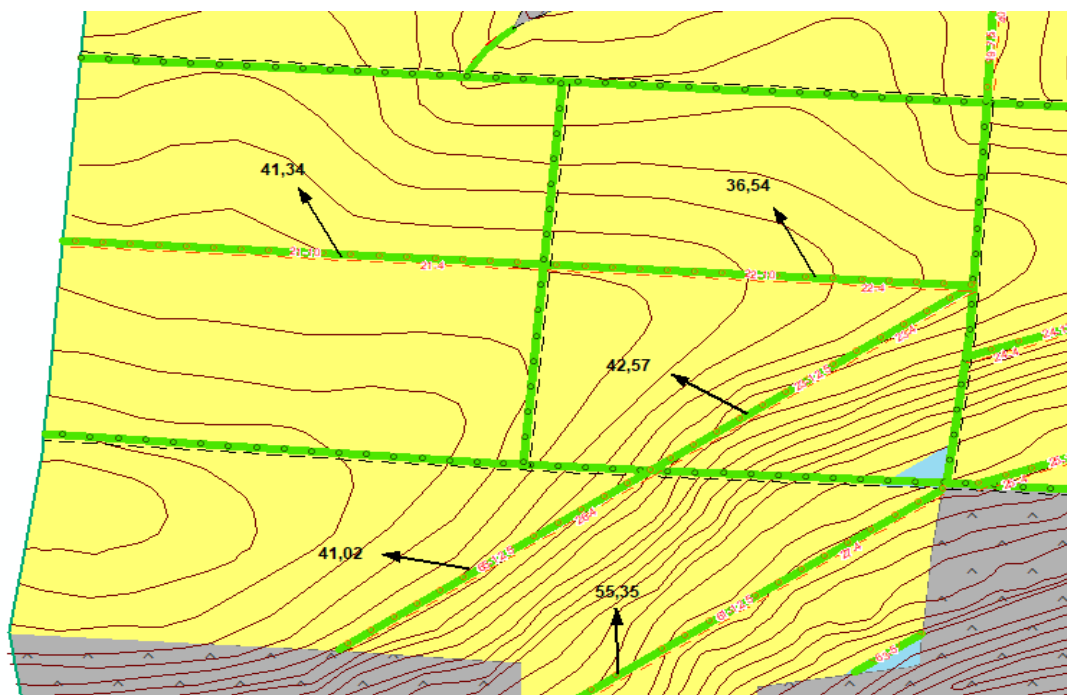


Рис. 6. Вариант 1- Защищенная площадь пашни равна 216,82га

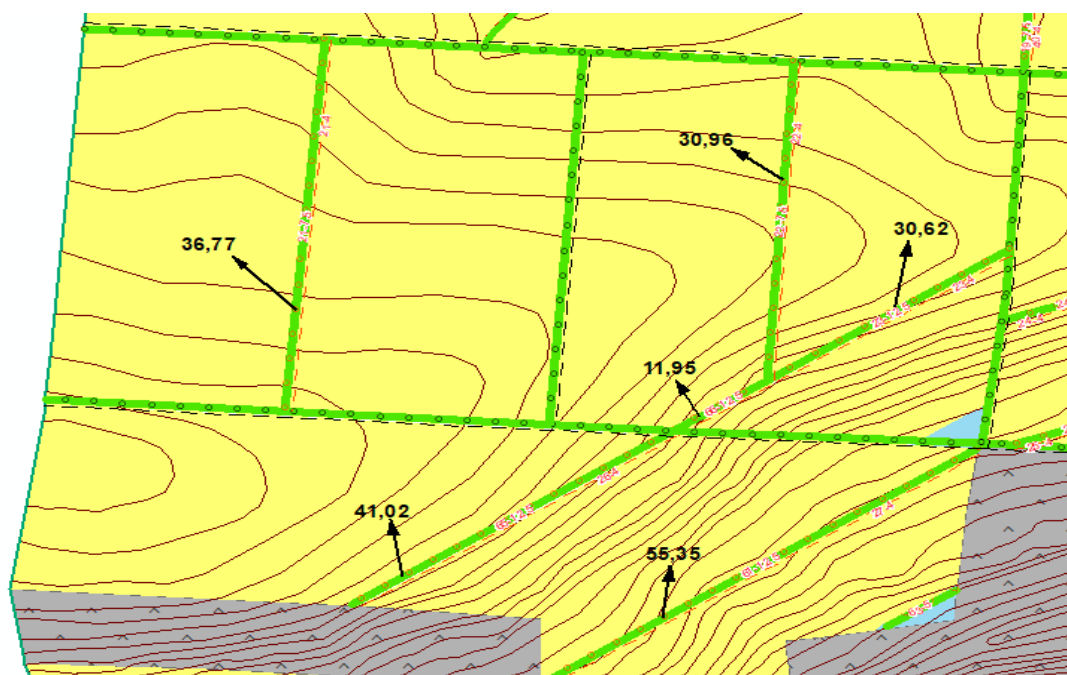


Рис. 7. Вариант 2 – Защищенная площадь равна 206,67га

Следовательно, в первом варианте защищенная площадь пашни больше на 10,15 га и данный вариант для нас более эффективный и мы принимаем его.

С учетом особенностей рельефа местности, почвенной карты на исследуемой территории были запроектированы полевые защитные лесные полосы шириной 10 и 12,5 м, общая площадь которых составляет 44,62 га. Так же на территории пахотных земель были выявлены эрозионно-опасные ложбины (рис. 8). Ширина кустарниковых кулис составляет 5 м. Итого запроектировано кустарниковых кулис 1,97 га.

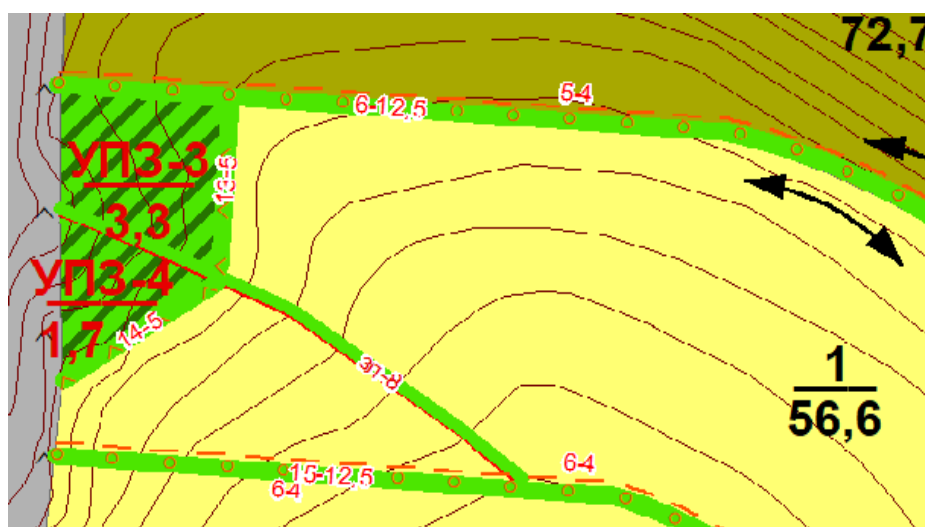


Рис. 8. Проектирование кустарниковых кулис

Хорошая дорожная сеть имеет большое значение, для защиты земель от эрозии, обеспечения рационального использования земель и эффективного ведения производства. Для обеспечения подъезда к каждому рабочему участку проектом предусмотрена дополнительная сеть полевых дорог, ширина которых 4 метра. Их общая площадь составила 12,78 га. Агротехнические мероприятия на пашне включают выделение участков под постоянное залужение, создающих неудобства в обработке почвы.

Площадь пашни, в результате разработки проекта уменьшилась и составит 1710,63га. Всего на пашне будет создано 44,62 га лесных полос, 1,97 га кустарниковых кулис и 12,78 га запроектированных дорог.

Таким образом, предусмотренная система защитных лесных полос и кустарниковых кулис создает оптимальные условия для повышения плодородия почв, устойчивого роста урожайности возделываемых культур. Агролесомелиоративное влияние лесных полос обеспечит получение дополнительной продукции с пашни. В результате запроектированной системы

лесных полос защищенность пашни увеличилась с 38 % на год землеустройства до 85 % по проекту. Разработанная система мероприятий позволит в значительной степени снизить экологически кризисную ситуацию в земледелии хозяйства за счет того, что улучшится устроенность территории, защищенность ее от вредоносных ветров. Все это приведет к росту урожайности сельскохозяйственных культур и ведению рентабельного сельскохозяйственного производства.

Литература

1. Веселовский А.В. ГИС-технологии и проблемы геоинформатики. Географические информационные системы научного центра «минерал»/ А.В.Веселовский // Вестник ОГГГН РАН.- 2014.-№1(7)-С.54-61.
2. Крюкова Н.А., Постолов В.Д., Спесивый О.В. Ландшафтно-экологическое обустройство земель: монография. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. – 218 с
3. Шмалько С.А., Доронин А.П., Петроченко В.М., Тимощук А.С.Существующие и перспективные средства сбора и обработки экологической информации в интересах экологической безопасности деятельности // Труды II Всероссийской научной конференции «Экология и космос» имени академика К.Я. Кондратьева. СПб: ВКА им. А.Ф. Можайского. 2015. С. 286–299.

УДК 528.9(712.4)

*Николаева О.Н., Васильева Е.А.
onixx76@mail.ru*

ОБ ОПЫТЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ УЛИЧНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Сибирский государственный университет геосистем и технологий

Зеленые насаждения, размещаемые вдоль улиц и транспортных путей в населенных пунктах, являются важным компонентом городского озеленения. Действующий ГОСТ 28329-89 «Озеленение городов. Термины и определения» относит их к озелененным территориям специального назначения. Все

городские зеленые насаждения играют важную роль в обеспечении экологической и эстетической комфортности территории города для населения, однако уличное озеленение подвергается особенно интенсивному антропогенному прессингу (загрязнение воздуха и почв выбросами автотранспорта, уплотнение почвы и выламывание веток при незаконных парковках, нарушения крон деревьев при конфликтах с уличным освещением и контактными сетями электротранспорта, и пр.) [2]. Поэтому объекты уличного озеленения нуждаются в особенно тщательной инвентаризации их экологического состояния и детальном подходе к разработке мероприятий по уходу за ними. Решение этой задачи подразумевает регулярный и оперативный сбор достоверной информации о состоянии уличного озеленения. Получение такой информации без значительных затрат финансов и времени на полевые обследования обеспечит использование свободно распространяемых данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1].

Свободно распространяемые (открытые) данные ДЗЗ - это данные ДЗЗ, размещенные в интернете и доступные широкому кругу пользователей без внесения платы и без технологических ограничений. Сегодня в интернете представлено достаточно большое количество геопорталов, с которых можно загружать свободно распространяемые данные ДЗЗ, однако большинство из них являются зарубежными и зачастую не располагают русифицированным интерфейсом. Поэтому для специалистов в области ведения городского хозяйства наиболее удобными источниками свободно распространяемых данных ДЗЗ являются такие общедоступные картографические сервисы, как GoogleMaps, Yandex. Карты и Космоснимки.ру. Выполненный анализ [1] установил:

- свободно распространяемые данные ДЗЗ на всех трех сервисах обновляются с одинаковой периодичностью;
- с точки зрения визуального дешифрования наиболее высоким качеством изображения обладают свободно распространяемые данные ДЗЗ сервиса Яндекс.Карты;
- материалы панорамной уличной фотосъемки обновляются на сервисе GoogleMaps чаще, чем на Яндекс-Картах;
- качество изображения материалов панорамной уличной фотосъемки GoogleMaps и Яндекс-Карт одинаково.

Исходя из этого, свободно распространяемые данные ДЗЗ с картографического портала Яндекс.Карты и материалы панорамной уличной

фотосъемки GoogleMaps были использованы как исходные источники для инвентаризации и оценки состояния уличных насаждений г. Новосибирска и картографирования полученных результатов.

Общая технологическая последовательность выполнения работ представлена на рисунке 1.

Получение свободно распространяемых данных ДЗЗ на район работ может быть осуществлено путем фрагментарного скачивания и последующей сшивки необходимых участков общей мозаики аэрокосмических снимков или посредством использования бесплатного программного обеспечения, предназначенного для скачивания свободно распространяемых данных ДЗЗ и цифровых карт (например, SAS.Планета/SAS.Planet).



Рис. 1. Общая технологическая последовательность геоинформационного моделирования и картографирования уличного озеленения по свободно распространяемым данным ДЗЗ

После получения геопривязанного раstra на район работ выполняется формирование и заполнение баз тематических данных и создание векторных тематических слоев. Важной частью данного этапа является дешифрирование уличного озеленения с детальностью вплоть до отдельных объектов озеленения (деревьев, кустарников и пр.) в их границах. Дешифрирование выполняется с опорой на прямые и косвенные признаки. В процессе дешифрирования важно соблюсти следующие требования:

- обеспечить пространственное подобие выделения границ уличного озеленения. Для этого дешифрирование необходимо выполнять после дешифрирования техногенных объектов городской среды (или после импорта в среду ГИС готовых цифровых слоев с ними), так как это обеспечит согласованность границ уличного озеленения с границами проезжей части улиц и контурами зданий первой линии застройки;

- обеспечить правильность определения положения отдельных деревьев в границах уличного озеленения. Для этого необходимо детально изучить прямые и косвенные дешифровочные признаки каждого дерева (форма кроны, падение тени и пр.), а при необходимости - использовать материалы уличной панорамной фотосъемки для уточнения ситуации. В местах наиболее плотного скопления деревьев, где камеральное дешифрирование затруднительно, могут быть оперативно проведены небольшие по объему полевые работы, заключающиеся в определении координат деревьев посредством GPS.

По завершении процесса дешифрирования уличного озеленения специализированная база данных дополняется семантической информацией об основных характеристиках деревьев, растущих в ее границах [3]. Для этого используются материалы панорамной уличной фотосъемки. Внесение дополнительных сведений об экологической ситуации района работ может осуществляться как путем импорта готовых цифровых слоев или статистических таблиц, так и посредством создания соответствующей базы данных и связанных с ней цифровых слоев «с нуля».

Следующим этапом является оценка состояния каждого конкретного участка уличного озеленения района работ и состояния каждого отдельного дерева в его границах. Оценка выполняется в несколько этапов с применением специально разработанного математического аппарата [4]. На завершающем этапе результаты инвентаризации и оценки состояния уличного озеленения отображаются в виде цифровых схем озеленения, которые являются конечным продуктом, предоставляемым специалистам в области управления зелеными

насаждениями [4, 5]. На рисунке 2 представлен фрагмент цифровой схемы уличного озеленения улицы Титова (г. Новосибирск).

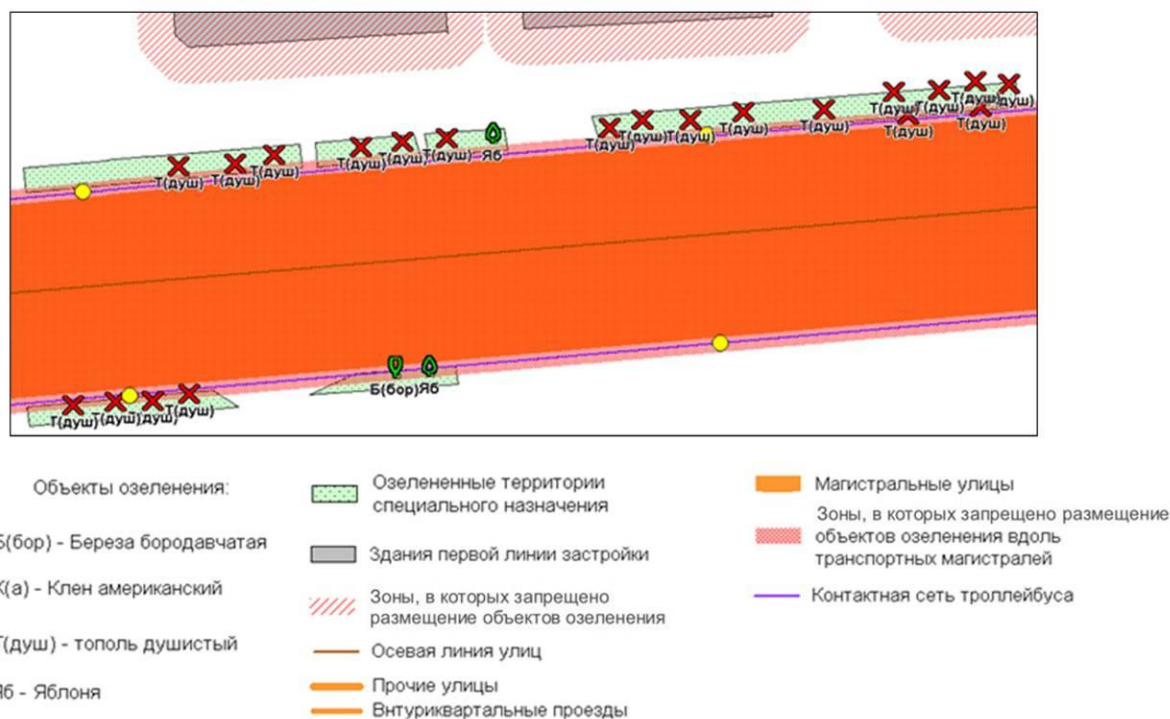


Рис. 2. Фрагмент цифровой схемы озеленения ул. Титова (г. Новосибирск)

В целом разработанная технология инвентаризации и картографирования уличных зеленых насаждений по свободно распространяемым данным ДЗЗ обеспечивает достаточно оперативное и малозатратное получение сведений, достаточных для оценки состояния ОТСН и планирования мероприятий по их поддержанию в оптимальном состоянии.

Литература

1. Васильева Е. А., Николаева О. Н. Инвентаризация озелененных территорий общего назначения с использованием общедоступных данных дистанционного зондирования Земли // ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Томск: ООО «Парус», 2019. – С. 3-5.
2. Муллаярова П. И., Николаева О. Н., Трубина Л. К. Геоэкологическая оценка и картографирование состояния озелененных территорий специального назначения // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 4. – С. 262–274.

3. Николаева О.Н., Трубина Л.К., Васильева Е.А. Геоинформационное моделирование озелененных территорий специального назначения // Материалы междунар. науч. конгр. Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – Т. 4. – № 2. – С. 47-55.

4. Николаева О. Н., Трубина Л. К., Муллаярова П. И., В. И. Татаренко. Цифровое картографическое обеспечение для управления городскими зелеными насаждениями // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 132–141.

5. Трубина Л.К., Баранова Е.И., Чагина Г.С. Геоинформационное картографирование и инвентаризация зеленых насаждений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013: сб. материалов Междунар. научн. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 4, Ч. 2. – С. 82–86.

УДК 528.946

Омаров Р.С.
omarov-r@vfanc.ru

СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И АДМИНИСТРАТИВНОГО ДЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Волгоградский государственный университет
Федеральный научный центр агроэкологии РАН

Актуальность проекта связана с необходимостью обновления функционального зонирования и Генерального плана города Волгограда, а также проведения морфометрического анализа городской территории. Современное содержание функциональных зон будет использоваться для целей градостроительства, территориального планирования, развития городской инфраструктуры, озеленения и т.д. Также функциональные зоны являются удобными территориальными единицами для проведения морфометрического анализа территории города Волгограда.

Цель: разработка структуры и наполнение картографической базы данных функционального и административного деления Волгограда.

Картографической базой данных (КБД) называется совокупность взаимосвязанных картографических данных, организованных по определенным правилам и общим принципам. Одной из главных функций КБД является хранение данных и их использование в различных областях – проектных работах, научной деятельности, в учебных процессах, при государственном и муниципальном управлении и др. [1].

На начальном этапе проектирования базы данных необходимо определить круг источников сбора информации, которая подлежит хранению и обработке. Следовательно, необходимо определить тематику создаваемых карт, их содержание, наполнение таблиц атрибутов, масштабы картографирования и системы координат [2].

Волгоград занимает площадь 565 км² и расположен на юго-востоке европейской части Российской Федерации. Совместно с городами Волжский, Краснослободск и рядом других населенных пунктов образует Волгоградскую агломерацию. Численность населения агломерации составляет около 1,5 млн. человек. Непосредственно сам город состоит из 8 административных районов. Таким образом, территория, которую охватывает наполнение базы данных, включает в себя территорию города Волгограда. На этом этапе выделяются два пространственных уровня – функциональные зоны и административно-территориальное деление. Для картографирования выбран масштаб 1:100000. Все материалы привязаны в системе координат WGS-84 в проекции UTM Zone 38 N.

КБД состоит из двух блоков: базового и тематического. Базовый блок включает в себя Генеральный план Волгограда, космические снимки, публичную кадастровую карту, цифровую модель рельефа SRTM 3 ArcSecond. Наполнение тематического блока состоит из трех разделов: кадастровые данные, границы, геоморфологические характеристики (табл. 1).

В результате все материалы были собраны в виде слоев базы геоданных, реализованной на основе геоинформационного программного обеспечения, например, QGIS. В нем информационная модель базы геоданных для управления и отображения географической информации представлена пространственными объектами – точками, полилиниями, полигонами.

По мере сбора информации проходило накопление базы данных. В Генеральном плане города содержатся данные о пространственном размещении участков функционального зонирования. Во фрагменте карты Open Street Map приводятся пространственно обоснованные границы административно-

территориального деления Волгограда с рассчитанными площадями полигонов. Космический снимок со спутника Sentinel-2 на 06 июля 2018 года был загружен с сайта Геологической службы США. По нему проводилась оцифровка сельскохозяйственных угодий различных типов. На снимок была наложена публичная кадастровая карта, по которой проводилась проверка на соответствие типу землепользования. Цифровая модель рельефа SRTM 3 ArcSecond необходима для геоморфологического анализа территории города: для построения изолинейной карты, для вычисления углов наклона и экспозиций склонов по единицам функционального и административного деления.

Таблица 1

Структура картографической базы данных для геоинформационного анализа функционального и административного деления г. Волгограда

Базовый блок	Тематический блок
Генеральный план города Волгограда	Тип и границы функциональных зон
Космические снимки	Границы объектов, расположенных в функциональных зонах
Карта административно- территориального деления Волгограда (Open Street Map)	Слой границ административных районов с пространственной привязкой
	Площади представленного территориального деления
Цифровая модель рельефа SRTM 3 ArcSecond	Экспозиции склонов
	Углы наклона склонов
	Высотные данные территории города
Публичная кадастровая карта	Тип землепользования

Тематическая часть представлена тремя разделами: «Границы», «Кадастровые данные», «Цифровая модель рельефа» (рис. 1).

Графическая модель формируемой базы данных представлена следующим образом:

1. Раздел «Границы», в котором выделены ячейки функционального зонирования, административно-территориальное деление Волгограда (АТД), а также сельскохозяйственные угодья (С/Х угодья).

2. Раздел «Кадастровые данные», с подразделениями кадастровой информации о типе землепользования конкретного сельскохозяйственного угодья: залежь, пашня, орошаемая пашня, сенокос. Также отдельным слоем выделен участок государственной защитной лесной полосы (ГЗЛП) Волгоград-Элиста-Черкесск [3].

3. Раздел «Цифровая модель рельефа» состоит из подразделов:

- Экспозиции склонов. Для проведения анализа необходимы восемь румбов: северный, северо-западный, восточный и тд.
- Углы наклона склонов. Анализ проводится по четырем градациям: менее 1°, 1-3°, 3-5°, 5-10°.
- Высотные отметки территории города для построения карты рельефа с нанесением горизонталей.



Рис. 1. Тематическая модель КБД морфометрического анализа

Анализ собранных в единую картографическую базу данных позволил сделать следующие выводы:

1. На территории зоны озелененных территорий рекреационного назначения в части Советского и Кировского районов обнаружены сельскохозяйственные угодья различных типов.

2. Собранная база данных поможет провести морфометрический анализ распределения углов наклона и экспозиций склонов по выше представленным единицам территориального деления, который необходим при утверждении норм городского планирования и строительства на землях с различным уклоном, а также для рационального проведения озеленения города и создания рекреационных парковых зон для отдыха населения.

3. Проведение морфометрического анализа позволит, с одной стороны, проектировать нормы городского планирования и озеленения территории, а, с другой, уточнение границ функционального зонирования позволяет дать предложения по внесению изменений в Генеральный план города.

Литература

1. Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И.К. Лурье. - Москва: КДУ, 2008. - 424 с.
2. Омаров, Р.С. Создание картографической базы данных Воинского мемориального кладбища на Мамаевом кургане для разработки инвентарной карты / Р.С. Омаров // Геоинформационное картографирование в регионах России.- Воронеж, 2018.- № X.- С. 119-122.
3. Омаров, Р.С. Уточнение границ зоны озелененных территорий рекреационного назначения Волгограда по данным космической съемки / Р.С. Омаров // Достижения молодых ученых в развитии сельскохозяйственной науки и АПК : материалы VIII-ой международной научно-практической конференции молодых ученых /сост. Н.А. Щербакова // с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Соленое Займище, – 2019. – С. 114-117.

УДК 528.946:58.006

Омаров Р.С.^{1,2}, Хоцкова Л.В.³

omarov-r@vfanc.ru, lyubava77kh@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ПРИ АНАЛИЗЕ ПОЧВЕННО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКОСИСТЕМНОЙ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ТГУ

¹Волгоградский государственный университет

²Федеральный научный центр агроэкологии РАН

³Сибирский ботанический сад Национального исследовательского
Томского государственного университета

Технологии геоинформационного моделирования и картографирования дают возможность обработки и оценки различных картографических и информационных материалов, в том числе – данных дистанционного зондирования. Применяя такие технологии при обработке цифровых моделей рельефа (ЦМР), возможно проведение морфометрического анализа различных территорий исследования.

Целью нашей работы являлось проведение геоморфологического анализа Экосистемной дендрологической территории Сибирского ботанического сада Национального исследовательского Томского государственного университета (ЭДТ СибБС НИ ТГУ). Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) провести геоинформационный анализ цифровой модели рельефа по характеристикам углов наклона и экспозиций склонов;
- 2) оценить пространственное распределение основных типов почв ЭДТ СибБС ТГУ по морфометрическим характеристикам рельефа (уклонам и экспозициям склонов).

Объектом настоящего исследования выступает Экосистемная дендрологическая территория (экспериментальное хозяйство, опытный участок) СибБС НИ ТГУ, являющаяся одним из структурных подразделений Сибирского ботанического сада, представленная в виде зеленого массива на юго-востоке города Томска, площадью 107,4 га, согласно данным Публичной кадастровой карты Росреестра [4]. Данный участок имеет большое разнообразие не только почвенных, но и гидрологических условий, которые используются для искусственного воспроизведения фрагментов различных растительных сообществ Сибири, Европы, Восточной Азии, Северной Америки [3].

В геоморфологическом плане опытный участок представлен тремя главными элементами: V терраса р. Томи, которой принадлежат повышенные участки; склоны верхней и нижней генерации, располагающиеся между I террасой р. Ушайки и V террасой р. Томи; первая терраса р. Ушайки. Общий характер рельефа напоминает собой амфитеатр [1].

Исходными данными для проведения морфометрического анализа послужили почвенный план Экспериментального хозяйства Сибирского ботанического сада (по К.А. Кузнецову, Т.П. Славниной, 1971 г.) и цифровая модель рельефа SRTM 1 ArcSecond. Согласно почвенному плану выделены следующие типы почв:

- C₁-C – Темно-серая лесная оподзоленная;
- C₂-C – Серая лесная оподзоленная;
- C₃-C – Светло-серая лесная оподзоленная;
- C_{1/3}-ТС – Светло-серая лесная оподзоленная смытая;
- ЛЧ-ТС – Луговая черноземная оподзоленная;
- ЧЛ-ТС – Черноземно-луговая оподзоленная;

- Л-ТС – Луговая оподзоленная;
- ЛБ – Луговая болотная;
- ПБ – Перегнойно-болотная [1].

Геоморфологический анализ по почвенному плану ЭДТ выполнен в программном обеспечении QGIS в системе координат WGS-84 в проекции UTM Zone 45N на основе цифровой модели рельефа SRTM 1 ArcSecond [5].

При его выполнении мы воспользовались следующим алгоритмом:

1. Выполнено перепроецирование исходной ЦМР, а также расчет экспозиций и углов наклона. Генерализация растров экспозиции и углов наклона методом Simple Filter.
2. Присвоены ячейкам растра ID румба и ID диапазона угла наклона.
3. Созданы полигоны на основе растровых слоев экспозиции и углов наклона с заполнением таблицы атрибутов.
4. После векторизации нами выполнено пересечение слоев экспозиции и углов наклона со слоем границ типов почв с расчетом площадей фрагментов. Получены центроиды полигонов, которые полностью наследуют таблицу атрибутов от полигонального слоя.
5. По построенным центроидам и границам типов почв проведен подсчет точек в полигоне с атрибутом площади в качестве поля взвешивания [2].

В результате нами были получены данные о распределении основных типов почв по экспозициям и углам наклона склонов (доля площади уклонов и экспозиций склонов в конкретном почвенном контуре). В данном случае – преобладающие уклоны и экспозиции склонов по типам почв (табл. 1).

Согласно приведенным данным в таблице распределения преобладающих уклонов и экспозиций склонов по типам почв и объектов выяснено, что:

– Большая часть площади типов почв располагается на теплых склонах юго-восточной экспозиции, что благотворно сказывается на процессах по выращиванию и адаптации различных видов растений, которым требуется большое количество солнечного света. Также на ЭДТ распространены почвы на восточных и холодных северо-восточных экспозициях, что пригодно для растительных сообществ, устойчивых к холодным температурам. Преобладание теплых экспозиций может способствовать некоторому увеличению температуры воздуха, что хорошо в зимние месяцы, но в летний период может способствовать усилению теплового эффекта.

– Почвы Экосистемной дендрологической территории, преимущественно, расположены на землях с углами наклона склонов в диапазоне 1-3°. Учитывая сложный характер рельефа ЭДТ, также немалое распространение имеют участки с уклонами от 3 до 5° и более. Уклоны более 10° встречаются на склонах, более подверженных влиянию водной эрозии.

Таблица 1

Распределение преобладающих уклонов и экспозиций склонов по типам почв, объектов

Тип почвы/объекта	Преобладающий уклон	Преобладающая экспозиция
C ₁ -С	1-3° (52,86%)	Северо-восточная (43,10%)
C ₂ -С	1-3° (56,07%)	Восточная (37,99%)
C ₃ -С	1-3° (49,39%)	Юго-восточная (31,51%)
C _{1/3} -ТС	3-5° (67,89%)	Восточная (47,06%)
ЛЧ-ТС	1-3° (72,98%)	Восточная (41,19%)
ЧЛ-ТС	1-3° (65,32%)	Юго-восточная (60,03%)
Л-ТС	1-3° (61,43%)	Юго-восточная (54,84%)
ЛБ	1-3° (54,74%)	Юго-восточная (64,54%)
ПБ	1-3° (100%)	Юго-восточная (50,74%)
Питомник овощных культур	3-5° (54,41%)	Юго-восточная (83,82%)

Примечание: в скобках указан процент от общей площади типа почвы или объекта.

Таким образом, при проведении морфометрического анализа почвенного покрова ЭДТ СибБС ТГУ по почвенному плану К.А. Кузнецова, Т.П. Славниной были получены данные о распределении уклонов и экспозиций склонов. Территория опытного участка расположена, преимущественно, на склонах теплых экспозиций – юго-восточных, что благоприятно для мероприятий по выращиванию и адаптации различных видов растений. Также большая часть площади Экспериментального хозяйства расположена на землях с уклоном 1-3°, но учитывая геоморфологические особенности территории, в некоторых ее частях уклоны могут достигать 10-15°.

В дальнейшем, при анализе морфометрических показателей по почвенному покрову и по ландшафтно-экспозиционной планировке ЭДТ возможно произвести оценку лесорастительных условий и, тем самым, предложить варианты рационального использования почвенно-растительных ресурсов опытного участка.

Литература

1. Кузнецов К.А. Почвы Сибирского ботанического сада / К.А. Кузнецов, Т.П. Славнина // Бюллетень Сибирского ботанического сада. – 1971. – Вып. 5. – С. 89-126.
2. Омаров Р.С. Геоморфологические особенности территории Волгограда как базовые характеристики, влияющие на «городской остров тепла» / Р.С. Омаров, С.С. Шинкаренко, О.Ю. Кошелева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2020. – № 1 (57). – С. 147-158.
3. Спирина В.З. Почвы дендрологической территории Сибирского ботанического сада / В.З. Спирина, Д.И. Тарасюк, Л.В. Хоцкова // Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: сборник материалов VII Международной научной конференции, посвященной 90-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ.–Томск, 2020. – С. 95-98.
4. Публичная кадастровая карта России [Электронный ресурс]. – URL: <https://pkk.rosreestr.ru> (дата обращения 16.05.2020).
5. QGIS знакомство [Электронный ресурс]. – URL: <https://qgis.org/ru/site/about/index.html> (дата обращения 13.04.2020).

УДК 528.46 (608.4)

Пеньшин И.Н.

ignat.penshin51@gmail.com

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ ТОЧЕК ПЕШЕХОДНОЙ ПАНОРАМНОЙ СЪЕМКИ

ООО «Хельги Лаб»

Государственный университет по землеустройству

Введение

Геопорталы, агрегирующие и предоставляющие пользователю растровые геопривязанные и ориентированные в пространстве панорамные снимки, являются ключевым элементом в реализации проекта “Умный город” и позволяют Комплексам городского управления решать следующие прикладные задачи:

производить аналитику в области городского планирования без необходимости физического присутствия на исследуемой территории;

производить инвентаризацию объектов инженерной, транспортной, социальной, производственной, жилой инфраструктуры с использованием технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта;

сопутствовать работе ситуационных центров при планировании использования ресурсов городского хозяйства и распределения нагрузки на городские службы [1, 2].

1. Существующие решения и их недостатки

Наиболее востребован способ автомобильной панорамной съемки. При таком подходе в момент фотографирования GNSS-приёмником фиксируется положение транспортного средства в пространстве, затем в навигационной системе происходит определение ближайшей точки, принадлежащей ребру дорожного графа [3]. После этого происходит подмена фактических координат на определенные в навигационной системе. Таким образом, точки фотографирования связаны с дорожным графом, определяющим пространственную маршрутизацию между панорамными снимками (рис.1).

При таком подходе невозможно создать качественную маршрутизацию внутри дворовых территорий, а также парков: низкий приоритет логистической значимости дворовых проездов, стихийных троп и велодорожек зачастую приводит к отсутствию картографической информации о таких объектах. Способ не актуален для территорий с низкой пропускной способностью.

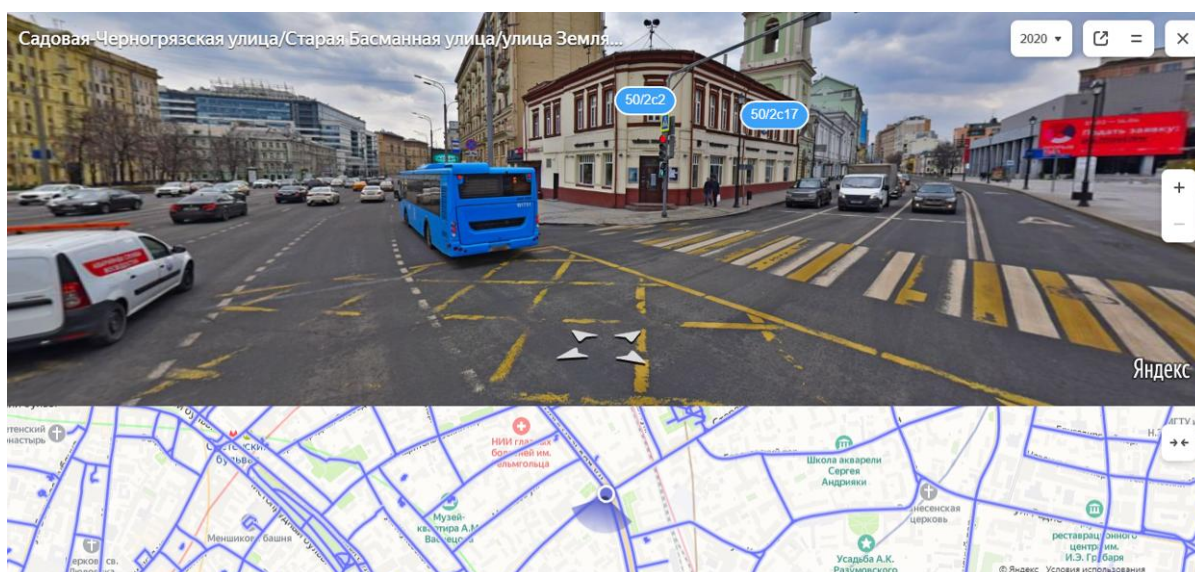


Рис. 1. Просмотр автомобильной панорамной съемки сервиса «Яндекс.Панорамы»

2. Особенности пешеходной панорамной съемки

Пешеходная панорамная съемка обеспечивает мобильность пешеходной группы операторов за счёт удобства транспортирования в район работ и индивидуального планирования маршрутов съёмки. Момент фотографирования определяет оператор исходя из оценки окружающей обстановки и качества навигационного сигнала GNSS-оборудования [4].

Запись показаний инерциальных датчиков в совокупности с данными RINEX и NMEA протоколов GNSS-приёмников обеспечивают:

- субдециметровую точность позиционирования;
- учёт и исправление завалов камеры в момент фотографирования;
- ориентирование панорамных снимков в пространстве.

3. Алгоритм построения сети пространственной маршрутизации

Сеть пространственной маршрутизации соответствует следующим геометрическим условиям, определяющим её конфигурацию:

1. Прямая видимость между точками фотографирования. При выполнении данного условия связи не пересекают объекты кап. строительства;
2. Обозримость соседних точек на панораме говорит о том, что инцидентные точки фотографирования удалены менее чем на 100 м;
3. Область построения сети ограничена проезжей частью. Связующие рёбра не пересекают дороги общего пользования;
4. Между связующими рёбрами с общей точкой начала угол не менее 40° , что позволяет приближать конфигурацию сети к прямоугольному виду;
5. Начальная точка имеет не более 4-5 инцидентных точек, отсортированных в порядке увеличения удаления от данной начальной точки;
6. Возможность прямого и обратного перемещения между инцидентными панорамными снимками.

Выполнение условий данных условий позволяет сформировать сеть пространственной маршрутизации следующей конфигурации (рис. 2):

4. Пользовательский геопортал для анализа и редактирования сети пространственной маршрутизации

Основной задачей геопортала является возможность пользовательского редактирования сети в связи с необходимостью корректировать частные случаи построений, а также создавать связи, нарушающие логику работы алгоритма, однако соответствующие потребностям клиента. Доступный через окно браузера web-интерфейс разработанного геопортала позволяет загружать и отображать массивы пространственных точек панорамной съемки, отображать

и редактировать сеть пространственной маршрутизации с помощью разработанного и представленного алгоритма [5].

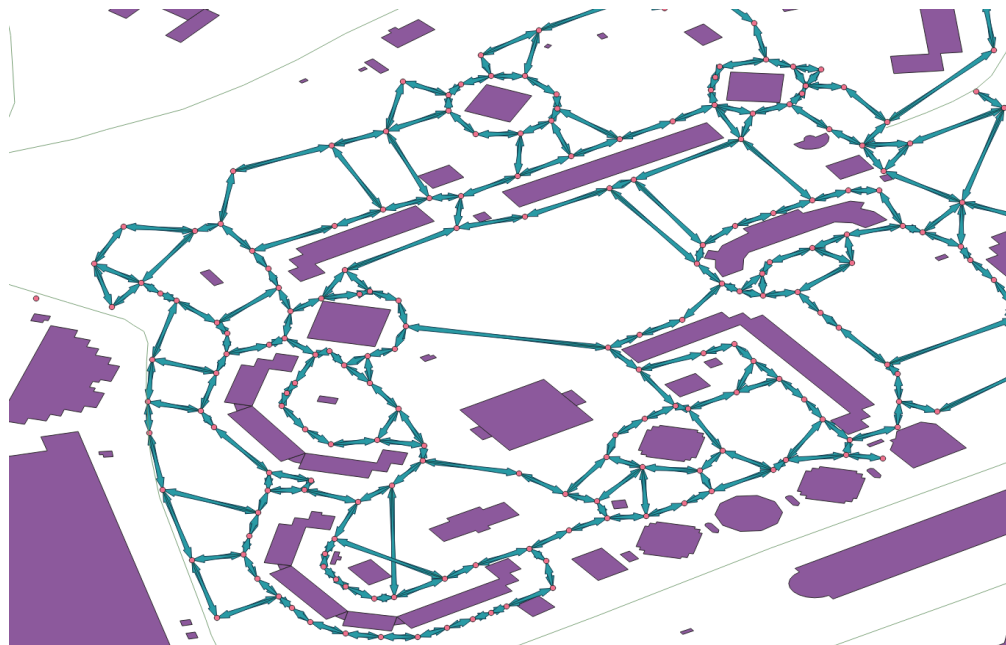


Рис. 2. Конфигурация сети пространственной маршрутизации

Окно просмотра панорам имеет интерактивный блок, отображающий варианты по перемещению пользователя между инцидентными точками фотографирования (рис. 3). Инструментарий геопортала позволяет вносить корректирующие изменения в сеть пространственной маршрутизации, используя интерфейс клиентского приложения – изменения в конфигурации сети вносятся в систему управления баз данных серверной части геоинформационной системы.



Рис. 3. Пользовательский интерфейс разработанного геопортала

Заключение

Представленный способ позволяет эффективно реализовать возможности пешеходной панорамной съёмки в городском пространстве. Работа алгоритма с пространственными объектами основана на библиотеке PostGIS в СУБД PostgreSQL, что позволяет адаптировать алгоритм под различные цели, ГИС и наборы входных данных.

Быстродействие алгоритма для целей панорамной съёмки города Москва оценивается как 1 000 000 точек/3 часа для Intel® Xeon® E5-2640 2.5ГГц (x2) 6ГБ ОЗУ при кластеризации зоны обработки на участки (кварталы).

Задачу можно рассматривать с позиции теории графов как транспортную сеть. В таком представлении актуальным продолжением исследования считаю автоматизацию проектирования геодезических построений для целей сгущения геодезических сетей, а также выноса проектных точек в натуру на строительных площадках.

Литература

1. Нечепуренко М.И., Попков В.К., Майнагашев С.М. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. -550 с.
2. Кошкарев А.В. Эффективное управление пространственными метаданными и геосервисами в инфраструктурах пространственных данных // Пространственные данные. 2008. № 1. С. 28–35.
3. Гаврилова В. В., Гречищев А. В., Лубнин Д. С. Пространственная основа геопорталов //Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – №. 2. – С. 53-56.
4. Ананьев Ю.С. Геоинформационные системы. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 70с.
5. Penshin I. N., Evstratova L. G. Navigation network construction method for survey points using cartographic urban environment information //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 149. – С. 02001.

**СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА
ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СИСТЕМЫ ICARUS**

Институт географии РАН

Мониторинг природных явлений является одной из важных проблем в современном мире. Эта проблема вызвана необходимостью контролировать состояние окружающей среды и часто представляет собой технически сложную задачу. Одним из способов мониторинга является спутниковый мониторинг - система наблюдения за объектами, построенная на основе спутниковых технологий, оборудования радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт. Данные дистанционного зондирования, получаемые с орбитальных платформ, в сочетании с наземными данными представляют исследователям информацию для контроля и изучения тенденций различных долгосрочных и краткосрочных природных явлений. Получение и обработка таких спутниковых данных является важной и актуальной задачей.

Данная работа показывает возможности использования системы ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space) для решения задач спутникового мониторинга динамических объектов. ICARUS является совместным проектом Германии и России, созданным с целью исследования животного мира, в том числе и самых маленьких его представителей, с использованием космических технологий [1, 2]. С немецкой стороны научную часть проекта курирует Институт орнитологии Макса Планка, с российской стороны - Институт географии РАН.

Работа представляет структуру получаемых с помощью системы ICARUS данных и разработанную авторами методику их обработки и организации. Получение данных происходит с использованием формата обмена данными JSON (JavaScript Object Notation). Каждый JSON-файл соответствует данным, накопленным за определенный период времени и переданным с конкретного передатчика (тега), установленного на объекте наблюдения. Характерной

особенностью системы ICARUS является возможность получения не только базовых данных о местонахождении объекта, но и различной информации, касающейся как объекта, так и окружающей среды (например, температура, освещение, влажность, вектор ускорения, вектор магнитной индукции и т. д.), которая, безусловно, будет полезна для научного анализа данных мониторинга.

Для автоматизированной обработки получаемых данных и создании на их основе реляционной базы пространственных данных авторами разработано программное обеспечение. Приложение написано с использованием программной платформы .NET Framework.

Помимо этого, на основании наполняемой базы данных ведется разработка веб-приложения, предоставляющего научной и широкой общественности возможность обращения к получаемым данным спутникового наблюдения и их визуализации.

Литература

1. Беляев М.Ю., Вепплер Й., Викельски М., Волков О.Н., Мюллер У., Питц В., Соломина О.Н., Тertiцкий Г.М. Отработка технологии контроля перемещения животных на Земле с помощью научной аппаратуры, установленной на РС МКС // В сборнике: XXVII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. Сборник материалов. 2020. С. 9-15.

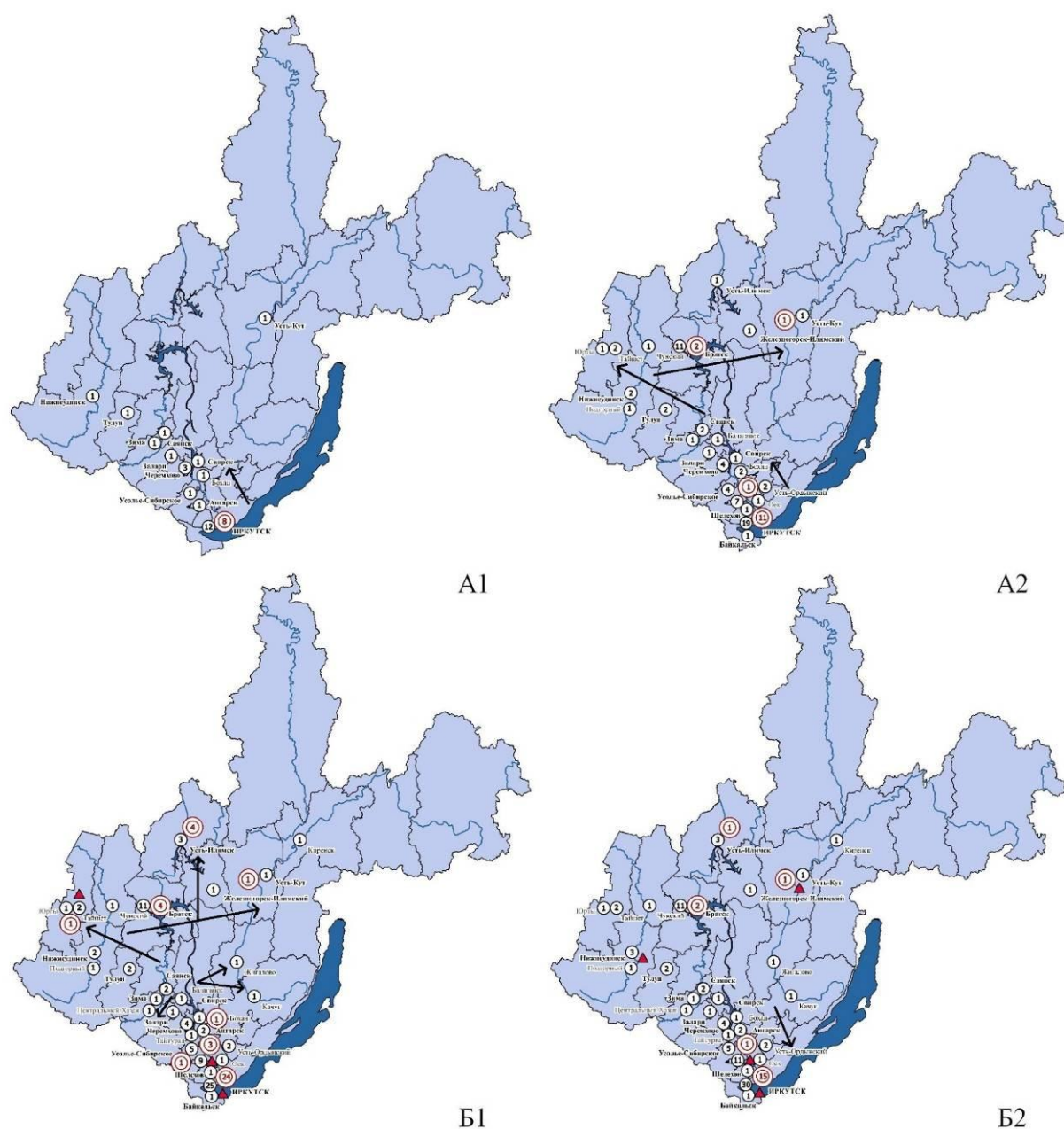
2. Беляев М.Ю., Викельски М., Лампен М., Легостаев В.П., Мюллер У., Науманн В., Тertiцкий Г.М., Юрина О.А. Технология изучения перемещения животных и птиц на Земле с помощью аппаратуры ICARUS на российском сегменте МКС // Космическая техника и технологии. — 2015. — № 10. — С. 38–51.

РЕТРОСПЕКТИВНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Иркутский государственный университет

Пространственная и функциональная структура профессионального образования является неотъемлемой составляющей социально-экономического развития страны и региона. В идеале эта структура должна не только соответствовать текущим тенденциям рынка рабочей силы, но и работать на опережение, формируя условия для дальнейшего развития региона, через повышение общего социально-культурного уровня населения и подготовку квалифицированных кадров, способных обеспечить диверсификацию в развитии экономики, осуществляя подготовку специалистов в науко- и технoемких отраслях хозяйства и отраслях специализации региона. Создание блока ретроспективных карт позволяет проследить особенности и главные направления пространственного развития профессионального образования, а сопряженный с ним экономико-географический анализ выявить наиболее уязвимые звенья системы и возможности ее развития.

Система историко-географических картосхем Иркутской области (рис.1) отражает различные этапы и периоды становления высшего и среднего профессионального образования (ВПО, СПО), развитие которого началось преимущественно в советский период. Изменения в объектной и функциональной структуре высшего и среднего профессионального образования Иркутской области происходили на протяжении всего XX и в начале XXI вв. Длительный период роста числа учебных заведений и усложнения подотраслевой структуры в советский период (рис. А1-2), вызванный индустриализацией региона и освоением северных территорий, сменился стагнацией, а затем ростом в постсоветский период.



Условные обозначения

- 15 Количество вузов
- 30 Количество ссузов
- ▲ Негосударственные профессиональные учебные учреждения
- Основные направления развития учреждений профессионального образования

100 0 100 200 300 400 500 км

Рис. 1. Этапы развития высшего и среднего образования профессионального образования Иркутской области

Тенденции развития последних лет разновекторные: наблюдается рост числа средних специальных учреждений с 53 до 81 и сокращение количества вузов как государственных с 12 до 8, так и частных с 5 до 2. Динамика в высшей школе стала отражением государственной политики, направленной на сокращение числа образовательных учреждений через объединение и реструктуризацию государственных учреждений и закрытие ряда неэффективных вузов. При этом дефицит профессиональных кадров в промышленности, строительстве и сфере услуг способствовал восстановлению притока учащихся и росту числа средних специальных учебных заведений.

Сравнительный анализ динамики учреждений профессионального образования показывает, что ситуация в Иркутской области соответствует общероссийской и положению в других регионах страны в системе высшего образования, в то время как в среднем звене тенденции роста характерны преимущественно для промышленных регионов, в том числе и Иркутской области. При этом развитие территориальной системы СПО Иркутской области идет за счет не только усиления областного центра, но и формирования опорного каркаса подготовки специалистов среднего профессионального звена на периферии, начатого еще в советское время. За последние годы территориальная система СПО области расширилась за счет новых образовательных учебных заведений в городах Усолье-Сибирское, Ангарск, Киренск, поселках Качуг и Жигалово (см. рис. 1, Б1-2).

В целом среднее профессиональное образование в Иркутской области достаточно быстро адаптировалось к новым социально-экономическим условиям, территориальная структура СПО расширилась за счет сети как государственных, так и коммерческих образовательных учреждений (за последние 10 лет их количество возросло почти в 2 раза), продолжается формирование как узкоспециализированных центров (медицинских, педагогических, экономических), так и многопрофильных. Однако рынок труда Иркутской области продолжает испытывать дефицит прежде всего в специалистах среднего звена (по разным оценкам 60-70 %). Утраченные в 90-е гг. позиции в подготовке кадров рабочих специальностей (машинистов, работников строительной сферы и ЖКХ и др.) и востребованность в новых говорит о значимости развития системы среднего специального образования в регионе.

В территориальной структуре ВПО ситуация противоположная – центростремительная вследствие сокращения сети филиалов в муниципальных

центрах. Так, из 22 новых, появившихся в 90-х – начале 2000-х гг. филиалов различных высших учебных заведений 15 были закрыты, при этом большая часть из них – это учреждения периферийных центров – города Усть-Илимск (4), Ангарск (2), Братск (2), Усолье-Сибирское (1).

Динамика другого показателя – численности студентов профессиональных учреждений образования - также разнонаправленная (рис.2). Экономический кризис 90-х гг. в стране уменьшил потребность в рабочих специальностях, сменившись затем умеренным ростом, который отразился на увеличении численности студентов ссузов. Однако, несмотря на значительный рост числа средних специальных учреждений, общая численность студентов пока еще не достигла уровня начала 90-х гг. Динамика же студентов высшей школы является прямым отражением государственной политики, направленной на преодоление «феномена постсоветского высшего образования, вызвавшего иррациональный рост вузов и студентов в период развала экономики» [5], поэтому в последние годы отрицательная.

В целом ретроспективное картографирование позволило установить, что главными векторами пространственного развития профессионального образования в советский период стали основные транспортные линии (Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали), отражающие освоение и социально-экономическое развитие территории Иркутской области. Переходный период 90-х– начала 2000-х гг. ознаменовался ростом числа государственных и частных вузов, усилением многопрофильности их специализации (преимущественно экономической и юридической направленности), значительным расширением территориальной системы филиалов различных региональных вузов.

Наметившуюся в последние годы тенденцию к повышению территориальной концентрации учреждений высшего образования в областном центре в условиях продолжающейся во многих регионах депопуляции населения, вызванной миграционным оттоком и/или естественной убылью, следует рассматривать положительно, при условии стимулирования возвратной миграции специалистов. А с учётом того, что развитие современной территориальной структуры высшей школы России идет в соответствии с интеграцией высшего образования с другими интеллектуальными техническими сферами [1], наиболее благоприятной зоной становится Иркутская агломерация. Однако в опорном каркасе системы высшего образования области, учитывая особенности географического положения

северной периферийной зоны и ее социально-экономического потенциала, должны сохраниться и развиваться структуры ВПО крупных северных городов, таких как Братск.

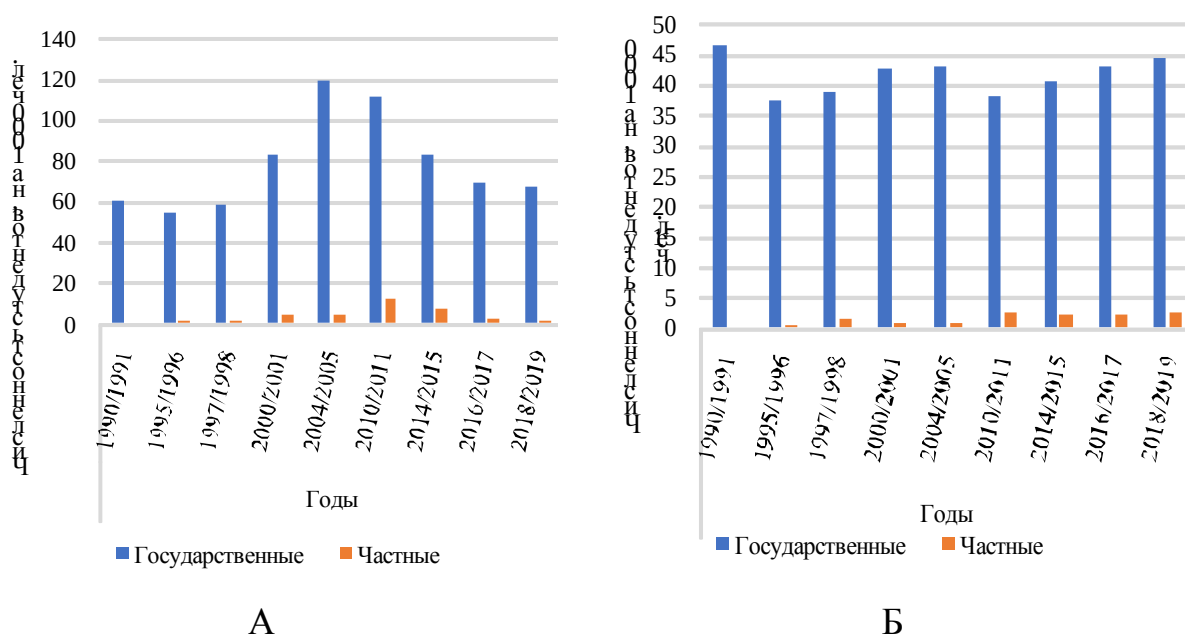


Рис. 2. Динамика численности студентов высших (А) и средних (Б) профессиональных учреждений Иркутской области [4]

Рассредоточение территориальной структуры СПО, в том числе за счет аграрных районов Иркутской области, позволяет предположить, что большую роль в подготовке кадров среднего звена будут играть средние и малые города, поселки городского типа. Введение рыночных механизмов в постсоветский период активизировало развитие преимущественно крупных городов и агломераций, которые нашли конкурентоспособные модели развития, в то время как малые города с узкой специализацией и сокращающимся спросом не смогли сделать этого [2], поэтому территориальная диверсификация в системе среднего специального образования, ориентированная на экономический потенциал данных муниципальных образований, должна сыграть важную роль в сокращении территориального неравенства и развитии периферии региона.

Система негосударственного профессионального образования формировалась в рыночных условиях постсоветского периода, поэтому ее территориальная структура ограничена преимущественно областным центром, где сконцентрированы все коммерческие вузы и большинство ссузов региона. Узконаправленная специализация данных учреждений (экономическое и юридическое), ориентированная на коммерчески востребованные специальности, незначительная доля в подготовке специалистов (3,6 %), а

также падение уровня жизни населения в условиях продолжающегося экономического кризиса и особенности территориальной организации позволяют сделать вывод о том, что на данном этапе развития частные учреждения не в состоянии обеспечить комплексную подготовку профессиональных кадров области и в ближайшем будущем составить явную конкуренцию государственным учреждениям.

Литература

1. Катровский А.П. Развитие территориальной структуры высшей школы России: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Москва, 2003. - 46 с.
2. Коломак Е.А. Развитие городской системы Сибири в постсоветский период: прогнозы и реальность // ЭКО. – 2018. – Т.48, № 7. – С. 57-66.
3. Мазуров С.Ф. Комплексное геоинформационное картографирование административных и хозяйственных территорий и их структур (на примере Байкальского региона): автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2014. - 24 с.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели: Стат.сб. – М.: Росстат, 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13205>.
5. Ханин Г.И. Высшее образование и российское общество / Г.И. Ханин // ЭКО. - 2008. - № 8. – С.75-92.

УДК 528.9

Самсонов Т.Е.

tsamsonov@geogr.msu.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОВМЕЩЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА И ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ О ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Разнообразие источников пространственных данных чрезвычайно велико, в результате чего при составлении карт и выполнении пространственного анализа часто используется разнородная информация. При этом географическое правдоподобие карт во многом зависит от того, насколько точно и топологически корректно совместное распределение явлений представлено в исходных данных. Рельеф и гидрографическая сеть территории генетически и

геометрически связаны друг с другом. Внешне эта связь проявляется в том, что линейные объекты гидрографии следуют по местоположениям на земной поверхности, которые, если рассуждать в терминах геоморфометрии, отличаются высоким значением аккумуляции тока [12]. Совокупность таких местоположений образует сеть так называемых дренажных линий, следующих по днищам долин [6]. Если цифровая модель рельефа (ЦМР) и векторные объекты гидрографии получены из разных источников (например, по радиолокационным и оптическим снимкам), неизбежно возникает ситуация, что линии рек не следуют по днищам долин, представленным в ЦМР, а неравномерно смещены относительно них. Пример такой ситуации показан на рисунке 1. Чтобы обеспечить географическое правдоподобие карт, а также достоверность пространственного анализа на основе таких данных, необходимо их совместить.

Процесс подобного совмещения в геоинформатике традиционно называется *конфляцией* [8]. Несмотря на то, что необходимость совместного использования высотных и гидрографических данных часто возникает в картографических приложениях, до настоящего момента не было предложено автоматизированного решения этой задачи. В области гидрологического анализа проблема обычно решается путём прорезания ЦМР гидрографическими линиями [10] или пересчетом моделей направления и аккумуляции тока [5], однако искомого нами смещения форм рельефа при этом не происходит. В недавно опубликованной работе [2] предложена методика конфляции, основанная на переинтерполяции высот в узлах ЦМР с использованием форсинга высот вдоль гидрографических линий, однако метод показал себя эффективным только при незначительном несоответствии гидрографии и рельефа.



Рис. 1. Несоответствие цифровой модели рельефа и объекта гидрографии

Для решения проблемы автором настоящей работы был разработан метод конфликации ЦМР и объектов гидрографии, обеспечивающий возможность не только их точного совмещения, но также выполнения генерализации ЦМР при условии соответствия уже генерализованной гидрографии [9].

Разработанный метод построен на следующих принципах:

1. Поверхность рельефа, представленная в виде высот результирующей ЦМР, должна быть совмещена с объектами гидрографии, т.е. реки должны следовать дренажным линиям (талвегам) в днищах долин.

2. Конфляция осуществляется путем смещения высотных данных, при этом новые формы рельефа не создаются, существующие не уничтожаются. Гидрографические линии носят опорный характер, т.е. остаются на своих местах.

3. Высотные данные должны быть представлены векторными объектами. Это могут быть либо узлы ЦМР, преобразованные в точки, либо структурные линии, извлеченные из ЦМР. Расчет на векторное представление высотных данных позволяет сделать процедуру конфликации универсальной и пригодной как для сценария простого совмещения ЦМР и линий гидрографии, так и для сценария совмещения в процессе генерализации.

4. Смещение высотных данных в процессе конфликации осуществляется методом резинового листа по направлениям, указываемым векторами-связями трансформации (rubbersheet links). Данные вектора заканчиваются на опорных гидрографических объектах и начинаются на линиях, которые идут по поверхности ЦМР и являются наиболее похожими на опорные линии. Эти пути называются водотоками-контрагентами (counterpart streams) или для краткости просто контрагентами (counterparts). «Похожесть» контрагентов и опорных линий устанавливается на основе различных метрик, производных от расстояния Хаусдорфа.

5. Водотоки-контрагенты должны образовывать топологически корректную сеть, которая по структуре идентична сети опорных линий гидрографии. Метод извлечения контрагентов должен быть устойчивым к ошибкам в ЦМР и опорных линиях, таким как наличие искусственных локальных понижений и некорректное направление оцифровки (вверх по течению), а также быть работоспособным при наличии точек бифуркации (разветвленное русло, дельты, искусственные каналы).

6. Результирующая ЦМР восстанавливается из высотных данных после их трансформации методом резинового листа.

Графическая схема метода представлена на рисунке 2. Метод содержит семь основных этапов и этап постобработки, на котором осуществляется прорезание искусственных локальных понижений и расширение долин.

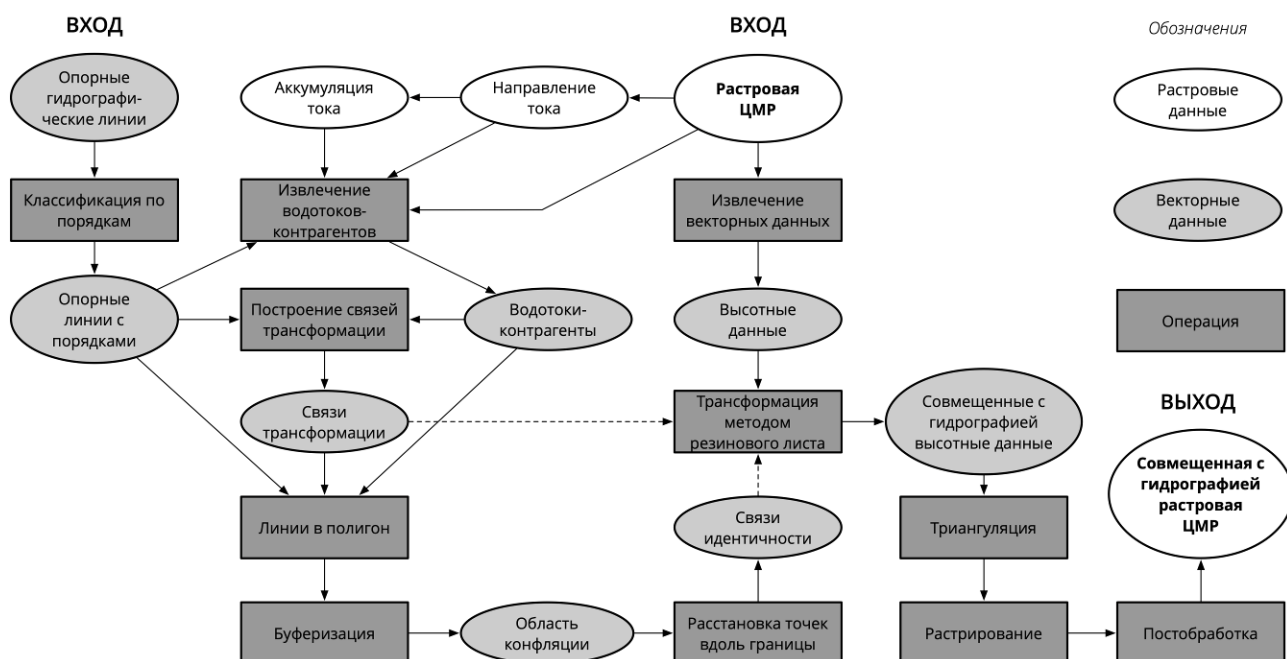


Рис. 2. Технологическая схема совмещения растровой ЦМР и опорных объектов гидрографии

Суть этапов в следующем:

1. Упорядочить все водотоки по методу Хака [4], который идентичен тому подходу, который используется в каталогах рек СССР [1]. В разработанном методе основная река бассейна получает порядок 1 (от истока до устья). Далее ее притоки получают порядок 2 и т.д. Данный подход к классификации удобен тем, что он минимизирует количество иерархических элементов в гидрографической сети и устанавливает явную субординацию между ее элементами. Это позволяет сделать и последовательность поиска контрагентов однозначной — от более важных водотоков к менее важным — а также дать возможность не прерывать контрагент в узлах слияния с притоками (это усложнило бы дальнейшую обработку).

2. Трассировать водотоки-контрагенты по ЦМР. Кандидатом в контрагенты считается путь на поверхности ЦМР, который начинается и заканчивается в пределах заданного расстояния — радиуса захвата (catch radius) — относительно первой и последней точки опорной линии, и имеет направленное расстояние Хаусдорфа до этой линии не превышающее радиуса

захвата. Вначале алгоритм пытается трассировать так называемые контрагенты естественного стока (flowline counterparts) путем трассировки модели направления тока вниз по склону из окрестности начальной точки опорной линии, задаваемой радиусом захвата. Если ни один такой контрагент не достигает окрестности конечной точки гидрографической линии или не укладывается в заданное расстояние, алгоритм переключается на альтернативный метод контрагентов наименьшей стоимости. В этом методе создается стоимостная растровая поверхность, значения которой равны 1 в пикселах ЦМР, принадлежащих дренажной сети (имеющих площадь водосбора больше заданной), и значительно больше за пределами дренажной сети. По этой поверхности решается задача поиска кратчайшего пути между началом и концом опорной линии. Данная задача гарантированно будет решена, поэтому для каждой опорной линии контрагент находится в обязательном порядке.

3. Построить вектора-связи трансформации для метода резинового листа (rubbersheet links), которые соединяют каждый контрагент с его опорной линией. Для построения связей разработан алгоритм, равномерно расставляющий их вдоль обеих линий с шагом, не превышающим разрешение ЦМР.

4. Извлечь высотные данные в виде векторных объектов. Если используется растровая модель, то по умолчанию извлекаются точки узлов ЦМР. В случае когда эта модель должна быть генерализована, извлекаются структурные линии — тальвеги и водоразделы.

5. Выполнить трансформирование высотных данных методом резинового листа. Перед выполнением трансформирования строится так называемая область конфляции (conflation area), которая представляет собой буферную зону площадного объекта, ограниченного опорными линиями, водотоками-контрагентами и связями трансформации. Величина этой буферной зоны устанавливается равной радиусу захвата. Вдоль границы области конфляции размещаются так называемые связи идентичности (identity links), которые фиксируют не сдвигаемые в процессе преобразования точки. Таким образом, за пределами области конфляции высотные данные остаются в неизменном виде.

6. Выполнить построение триангуляционной ЦМР на основе трансформированных высотных данных. На этом этапе получается предварительный вариант ЦМР, совмещенной с опорными линиями.

7. Выполнить растривание триангуляционной ЦМР. По итогам этого этапа получается искомая растровая цифровая модель рельефа, совмещенная с опорными линиями гидрографии.

На этапе постобработки выполняется прорезание долин опорными линиями, а также их искусственное расширение. Эти процедуры необходимы для того чтобы обеспечить хорошую читаемость долин, совмещенных с гидрографией, а также монотонность убывания высот вдоль направления водотока.

Апробация метода выполнялась на примере растровой цифровой модели GEBCO_2019 [3] разрешением 15" и мелкомасштабных векторных объектов гидрографии из базы данных Natural Earth 1:10m [7]. Была выбрана территория в Центральной Европе, расположенная преимущественно в бассейне реки Дунай. Размер ЦМР составил 1358×1007 пикселей, количество гидрографических объектов — 28. Эффективность разработанного метода можно оценить на примере, представленном на рисунке 3. Метод успешно справляется с поставленной задачей как в режиме с генерализацией, так и без неё. Более широкий перечень примеров можно найти в статье [9].

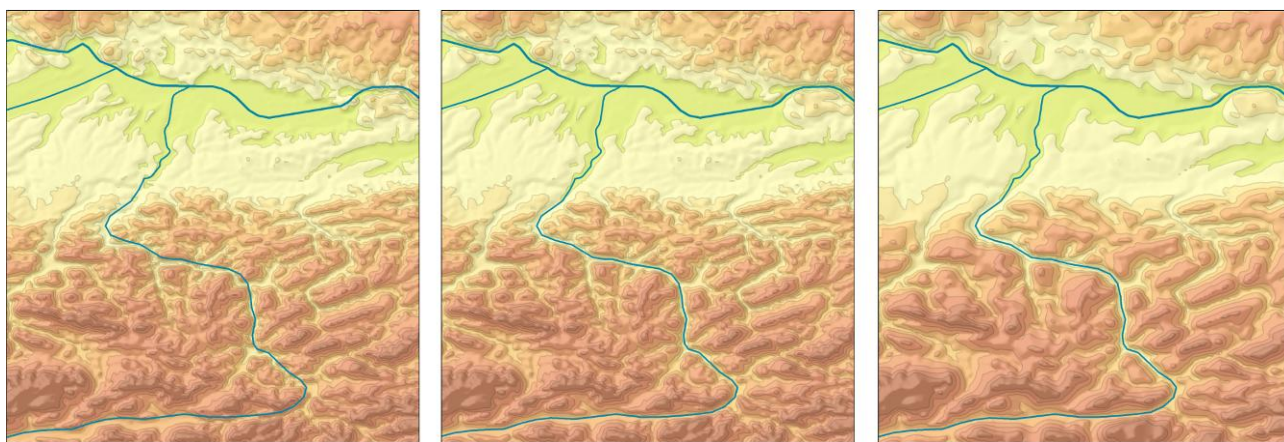


Рис. 3. Пример совмещения рельефа (растровая ЦМР) и гидрографической сети (векторные данные): слева — исходная ЦМР, по центру — совмещение, справа — совмещение и генерализация

По результатам апробации метода были также выработаны рекомендации по использованию его параметров, а также оценка его вычислительной ресурсоёмкости. Так, общее время конфлюции составило 21,5 минуту, из которых только 17 минут отняли процедуры, связанные с получением водотоков-контрагентов. При этом время построения контрагентов минимальной стоимости оказалось индифферентным относительно величины

радиуса захвата, в то время как для контрагентов естественного стока это время возрастает в степенной зависимости относительно величины радиуса захвата.

Помимо этого, была произведена оценка смещений, которым подвергаются высотные данные в процессе конфляции. Для этого были рассчитаны фактические вектора смещений (dx, dy, dz) между положениями точек до и после конфляции, а также длина горизонтального смещения $dxy = \sqrt{dx^2 + dy^2}$. В частности, при разрешении ЦМР порядка 500 м основная масса фактических смещений не превышает размер ячейки, а 95% смещений не превышает трех размеров ячеек (1480 м). 95% вертикальных смещений оказалось меньше 27,42 м, что можно считать приемлемым результатом для ЦМР обзорного разрешения.

Разработанный метод не лишен и недостатков. Так, например, процедура, используемая для поиска контрагентов наименьшей стоимости, может быть ненадежной для участков с активно меандрирующим руслом. Помимо этого, метод пока что не учитывает возможность наличия систематического смещения между гидрографическими линиями и ЦМР. В статье [9] в качестве перспективного устранения данного недостатка предложено использовать предварительную трансформацию ЦМР аффинным преобразованием, которое устраняет систематическое смещение.

Разработанный метод может быть полезен широкому кругу специалистов, которые используют данные о рельефе и речной сети в своей работе. Метод реализован в виде программного модуля для среды ArcGIS и доступен в репозитории GitHub [10]. Ведется разработка аналогичного модуля для среды QGIS. В дальнейшем планируется использовать предложенный метод при получении высококачественных ЦМР обзорного разрешения, совмещенных с данными Natural Earth и предназначенных для мелкомасштабного картографирования.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ 19-77-00071.

Литература

1. Алексеевский Н.И. Масштабные эффекты изменения стока в русловой сети территории / Н.И. Алексеевский, Д.Н. Айбулатов, А.Г. Косицкий // Динамика и взаимодействие атмосферы и гидросферы : География, общество, окружающая среда / под ред. С.А. Добролюбов, Н.С. Касимов, С.М. Малхазова. – Москва: Городец, 2004. – Vol. VI. – P. 345-374.

2. Arundel S.T. Automated extraction of hydrographically corrected contours for the conterminous United States: the US Geological Survey US Topo product / S.T. Arundel, P.T. Thiem, E.W. Constance // Cartography and Geographic Information Science. – 2018. – Vol. 45. – Automated extraction of hydrographically corrected contours for the conterminous United States. – № 1. – P. 31-55.
3. GEBCO Compilation Group. GEBCO 2019 Grid [Электронный ресурс] / GEBCO Compilation Group. – Режим доступа: https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/. (дата обращения: 10.11.2020).
4. Hack J.T. Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland : Shorter Contributions to General Geology / J.T. Hack. – Washington: U.S. Geological Survey, 1957.
5. Lindsay J.B. The practice of DEM stream burning revisited / J.B. Lindsay // Earth Surface Processes and Landforms. – 2016. – Vol. 41. – The practice of DEM stream burning revisited. – № 5. – P. 658-668.
6. O’Callaghan J.F. The extraction of drainage networks from digital elevation data / J.F. O’Callaghan, D.M. Mark // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. – 1984. – Vol. 28. – № 3. – P. 323-344.
7. Natural Earth. Free vector and raster map data at 1:10m, 1:50m, and 1:110m scales [Электронный ресурс] / T. Patterson, N.V. Kelso, et al. – Режим доступа: <https://www.naturalearthdata.com>. (дата обращения: 10.11.2020).
8. Saalfeld A. Conflation. Automated map compilation / A. Saalfeld // International Journal of Geographical Information Systems. – 1988. – Vol. 2. – № 3. – P. 217-228.
9. Samsonov T.E. Automated Conflation of Digital Elevation Model with Reference Hydrographic Lines / T.E. Samsonov // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – Vol. 9. – № 5 (334). – P. 1-40.
10. Samsonov T. tsamsonov/generalize-dem: Generalize DEM: ArcGIS Python toolbox for automated structural generalization and conflation of digital elevation models [Электронный ресурс] / T. Samsonov. – Режим доступа: <https://github.com/tsamsonov/generalize-dem>. (дата обращения: 10.11.2020).
11. Saunders W. Preparation of DEMs for use in environmental modeling analysis / W. Saunders // ESRI user conference. – 1999. – P. 24-30.
12. Wilson J.P. Environmental applications of digital terrain modeling : New analytical methods in earth and environmental science / J.P. Wilson. – First edition. – Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2018. – 336 p.

ВЫЯВЛЕНИЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ПОЗДНЕРИМСКОГО ВРЕМЕНИ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ

¹Воронежский государственный университет

²Липецкий государственный педагогический университет

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационные системы (ГИС), дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и машинное обучение становятся всё более важными инструментами в археологии. При этом одно из приоритетных направлений их использования состоит в выявлении мест расположения древних памятников [11], однако, в регионах России такие подходы применяются еще недостаточно. В этой связи интересен опыт осуществления предиктивного моделирования в Липецкой области. Цель исследования заключалась в выявлении потенциальных мест расположения поселений позднееримского времени, датируемых серединой III – началом IV в. н.э. и объединяемых в группу памятников типа Каширки–Седелок [4]. Они представлены исключительно селищами, распространенными с севера на юг от верхнего течения р. Красивая Меча (Тульская область) до р. Девица (Воронежская область). В Липецкой области сосредоточена основная часть выявленных в Верхнем Подонье памятников этого времени, однако, их полевое изучение проходило неравномерно. Раскопки на памятниках проводились преимущественно во время охранно-спасательных работ в зонах хозяйственного освоения [3]. В регионе обнаружено более ста памятников позднееримского времени и сложно оценить, как много мест расположения поселений остается еще не открытыми.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Метод максимальной энтропии в анализе географического распространения объектов – это технология машинного обучения, в основе которой принцип минимизации относительной энтропии в пространстве ковариат между плотностью распределения по точкам встреч объекта и

плотностью, рассчитанной по слоям-предикторам [9, 15, 16]. Такой подход может служить для прогнозирования размещения археологических памятников и уже зарекомендовал себя в работах зарубежных авторов [7, 8, 10, 13 и др.], а в отечественную практику археологических исследований вводится впервые [6]. Для создания модели размещения поселений по методу максимальной энтропии требуется обучающая выборка их известных локализаций и слои-предикторы, характеризующие географические свойства исследуемой территории.

Выявленные на сегодняшний день в регионе памятники типа Каширки–Седелок использовались для подготовки обучающей выборки точек. Сведения о местоположении 148 известных памятников (в том числе 107, обнаруженных в пределах Липецкой области) были внесены в специально подготовленную географическую базу данных. Исходными материалами служили сведения археологических отчетов и собственных исследований авторов. Для каждого памятника получены географические координаты точки его расположения, с указанием класса точности их определения от 1 до 4: 1 – точно, установлено по ГНСС-навигатору и (или) спутниковым снимкам высокого разрешения, проверено авторами на местности; 2 – точно, координаты взяты из отчетов, без проверки в поле; 3 – не точно, по описаниям местоположения из отчетов, 4 - не точно, местоположение в отчете описано неясно.

Для осуществления моделирования были подготовлены 7 геоинформационных слоев-предикторов на основе тематических карт и данных ДЗЗ. В частности, по данным SRTM [12], взятых в редакции с коррекцией влияния растительного покрова [14], получили слои высот, уклонов и экспозиции местности, русловую сеть и соответствующий ей слой близости водотоков; ареалы подстилающих пород были оцифрованы по карте четвертичных отложений М 1:500000 [1]; почвенный покров – по карте М 1:200000 [5]; ландшафтную стратификацию территории получили по карте парагенетических природных комплексов М 1:1000000 [2]. Данные карты были векторизованы и затем переведены в растровые слои по ячейкам данных SRTM, то есть с разрешением приблизительно 90 метров на пиксель, что позволило создать однородный набор растров-предикторов. Подготовку всех пространственных данных выполняли в геоинформационной среде QGIS 2.18.

Моделирование потенциально пригодных территорий для поселений позднееримского времени по методу максимальной энтропии осуществляли в программе MaxEnt 3.4.1 [17]. В качестве вводных данных использовали выборку точек 51 памятника, координаты которых отнесены к классу точности

1 и 2, и набор подготовленных слоев-предикторов: «подстилающие отложения», «абсолютная высота», «уклон местности», «экспозиция склона», «близость водотока», «тип почв», «тип ландшафта». Коэффициент регуляризации при слоях установлен 0,25. Для оценки прогностического качества модели служил стандартный показатель AUC (площадь под ROC-кривой), для расчета которого использовались остальные 56 точек, с более низким качеством пространственной привязки (классы 3 и 4). Статистический вклад параметров среды в итоговую модель оценивали по показателю важности при пермутации [15, 16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Методом максимальной энтропии нами была создана модель потенциального размещения памятников позднеримского времени в Липецкой области. Оценка надежности модели AUC составила 0,969 по обучающей выборке точек и 0,895 – по тестовой выборке точек, что является очень высокими показателями. В качестве основного результата моделирования мы получили растровый слой на всю территорию Липецкой области с разрешением пикселя около 90 м. Для каждой ячейки этого слоя по использованным параметрам вычислен процент вероятной пригодности её условий для поселений рассматриваемого времени. Поскольку, известные памятники с точной локализацией (51 точка, классы точности 1 и 2) расположены в ячейках со средней вероятностью 66 % (± 34 SD), мы взяли данную величину в качестве порогового значения. Все пиксели с вероятностью пригодности менее 66 % считали условно непригодными территориями. Соответственно, мы выделили около 4 тысяч отдельных потенциально пригодных участков размерами от 0,4 га до 2 тыс. га и общей площадью 25986 га, что составляет всего 1 % от исследуемой территории (рис.1).

Выявленные места потенциального расположения поселений сосредоточены преимущественно по долинам рек Дона, Красивой Мечи, Сосны, Сновы, а также небольших правобережных притоков реки Воронеж. Часть из этих территорий, в частности расположенных в долине р. Дон, севернее впадения в него Красивой Мечи, а также по рекам Снова, Репец, Олым и Пальна представляются перспективными для проведения специальных разведочных работ. Кроме того, модель предсказывает высокую вероятность нахождения поселений в долине р. Рановы, однако, несмотря на благоприятные условия, по данным археологической разведки, памятников

рассматриваемого времени там не выявлено. Это может быть связано как с недоучетом моделью каких-либо лимитирующих факторов, так и с недостатком популяционного ресурса и удаленностью этих территорий от основной зоны расселения рассматриваемой культуры.

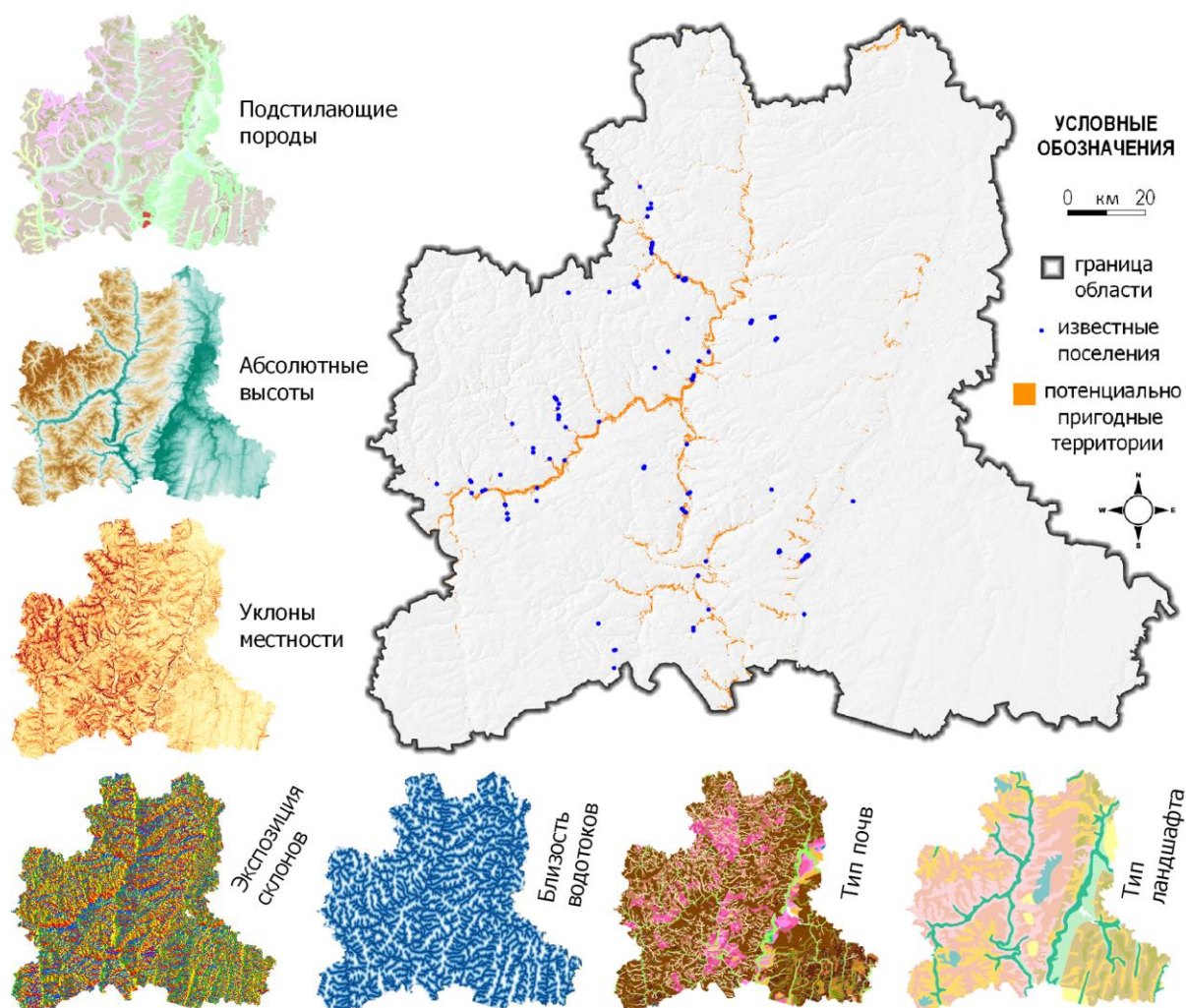


Рис. 1. Картограмма размещения известных памятников середины III – начала IV в. н.э. в Липецкой области и потенциально пригодных для них территорий (с вероятностью от 66 % и выше по методу максимальной энтропии). Миниатюры иллюстрируют слои-предикторы, использованные для моделирования.

По типам современного землепользований выявленные потенциальные территории распределяются приблизительно следующим образом: под землями сельскохозяйственного назначения – до 75 % потенциальных территорий, под застройкой и землями личных подсобных хозяйств – около 18 %, под лесными массивами – приблизительно 5,4 %, оставшиеся 2 % приходятся на полосы отвода дорог (табл. 1). Приведенные оценки рассчитаны с использованием открытых векторных данных OpenStreetMap.

Таблица 1

Распределение территорий потенциального размещения памятников
позднеримского времени в структуре современного землепользования
Липецкой области

Вид землепользования	Площадь потенциальных территорий	
	гектаров	% от общей
Земли сельскохозяйственного назначения	19453	74,9
Земли населенных пунктов	4609	17,7
Земли государственного лесного фонда	1402	5,4
Полосы отвода железных и автодорог	522	2,0
Всего	25986	100

Оценка статистического веса использованных параметров среды по показателю «важность при пермутации» показывает, что наибольший вклад в выполненный прогноз обеспечивают слои «тип ландшафта» (46 %) и «близость водотока» (17 %), слои «абсолютная высота местности» и «подстилающие отложения» вносят еще по 13% каждый. Предикторы «тип почв», «экспозиция склона» и «уклон местности» идут следом по убыванию вклада и обеспечивают в сумме оставшиеся 11 %. Необходимо отметить, что приведенные количественные оценки вклада использованных факторов среды в размещение исследуемых поселений носят очень условный характер и сильно зависят от внутренних взаимосвязей данных-предикторов [16]. При учете этого обстоятельства, обнаруживается, что определяющий вклад в прогноз вносят сильно коррелирующие между собой параметры «высота местности» и «близость водотока». MaxEnt «застрахован» от эффекта мультиколлинеарности таких взаимосвязанных предикторов за счет встроенного непараметрического инструмента регуляризации и не требует предварительного статистического отбора предикторов, но ограничивает возможности анализа их вклада в модель [9].

Таким образом, на примере моделирования потенциальных мест расположения в Липецкой области поселений позднеримского времени, было показано, что объединение геоинформационных технологий, дистанционного зондирования, методов машинного обучения и широкого набора пространственных данных обеспечивает эффективный познавательный и прогностический аппарат, способный существенно дополнять данные

классических методов археологии. Примененный подход предиктивного моделирования на основе метода максимальной энтропии является сравнительно новым в обозначенной сфере. Полевая проверка результатов моделирования, позволит корректировать методический аппарат исследования и способна обеспечить надежность результатов моделирования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-49-480006.

Литература

1. Геологическая карта четвертичных отложений Липецкой области. Масштаб 1: 500000 / Составители З.К. Барашкова, Р.В. Красненков, ред. С.М. Шик. // Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Центральный региональный геологический центр. Межрегиональный центр по геологической картографии. – 1998 г.
2. Дроздов К.А. Физико-географическое районирование Липецкой области: карта, масштаб 1:1000000 / К.А. Дроздов // Атлас Липецкой области. – М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1994. – с. 23.
3. Земцов Г.Л. История полевого изучения памятников позднеримского времени на территории Липецкой области / Г.Л. Земцов // Манускрипт. – 2018. - № 11-2 (97). – С. 201-205.
4. Обломский А.М. О ритмах развития лесостепного Поднепровья и Подонья в позднеримское и гуннское время // Археология Центрального Черноземья и сопредельных территорий. Липецк: Изд-во Воронеж. пед. ин-та, 1999. С. 127-134.
5. Почвенная карта Липецкой области. Масштаб 1:200000 / Под. ред. Л.Н. Кульчицкая // Государственный агропромышленный комитет РСФСР. Всероссийское производственное проектное объединение по использованию земельных ресурсов. Центральночерноземный государственный проектный институт по землеустройству, Липецкий филиал. – 1987 г.
6. Сарычев Д.В. Моделирование размещения археологических памятников методом максимальной энтропии (на примере поселений позднеримского времени Липецкой области) / Д.В. Сарычев, Г.Л. Земцов, Е.В. Фабрициус // Археология и геоинформатика. Четвертая Международная конференция. Тезисы докладов (21-23 мая 2019 г.). – М.: ИА РАН, 2019. – С. 85-86.

7. Banks W.E. The application of ecological niche modeling methods to archaeological data in order to examine culture-environment relationships and cultural trajectories / W.E. Banks // *Quaternaire*. – 2017. – V. 28/2. – URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/7966>
8. Bevan A. Models of Settlement Hierarchy Based on Partial Evidence / A. Bevan, A. Wilson // *Journal of Archaeological Science*. – 2013. – p. 1-28.
9. Elith J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists / J. Elith, S.J. Phillips, T. Hastie, M. Dudik, Y.E. Chee, C. J. Yates // *Diversity and Distributions*. – 2011. – № 17. – P. 43-57.
10. Galletti C. S. Maxent Modeling of Ancient and Modern Agricultural Terraces in the Troodos Foothills, Cyprus / C.S. Galletti, E. Ridder, S.E. Falconer, P.L. Fall // *Applied Geography*. – 2013. – 39. – p. 46-56.
11. GIS and archaeological site location modelling / Edit. by M.W. Mehrer, K.L. Wescott. – CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. – 454 p.
12. Jarvis A. Hole-filled seamless SRTM data V4 / H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara // International Centre for Tropical Agriculture (CIAT) [Internet]. – 2008. – URL: <http://srtm.csi.cgiar.org>. (20.02.2019).
13. Oyarzun M.C. Predicting Archaeological Site Locations in Northeastern California's High Desert using the Maxent Model / M.C. Oyarzun // A Thesis Presented to the Faculty of the USC Graduate School, University of Southern California. Master of Science (Geographic Information Science and Technology). – 2016. – URL: <https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/2016/07/Oyarzun-Megan.pdf>
14. Paiva R. Bare-Earth SRTM / R. Paiva, F. O'Loughlin. [Internet]. – 2015. – URL: <https://doi.org/10.5523/bris.10tv0p32gizt01nh9edcjzd6wa>. (20.02.2019).
15. Phillips S.J. Maximum entropy modeling of species geographic distributions / S.J. Phillips, R.P. Anderson, R.E. Schapire // *Ecological Modeling*. – 2006. – Vol 190/3-4. – P. 231-259.
16. Phillips S.J. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation / S.J. Phillips, M. Dudík // *Ecography*. – 2008. – V. 31, №. 2. – P. 161-175.
17. Phillips S.J. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1) / S.J. Phillips, M. Dudik, R.E. Schapire. [Internet]. – URL: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. (20.02.2019).

ОЦЕНКА АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ЛИПЕЦКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Воронежский государственный университет

На современном этапе состояние атмосферного воздуха в городах является одной из важных проблем. Аэротехногенное загрязнение воздушного бассейна промышленными предприятиями и автотранспортом имеет прямое негативное воздействие на состояние окружающей среды, и несет риски для здоровья населения городов. Особенно остро данная проблема имеет место в крупным промышленных центрах с большим количеством и мощностями предприятий различных отраслей.

Город Липецк является крупным центром промышленности с развитыми отраслями производства. Основной отраслью специализации города является металлургия полного цикла. На территории Липецка находится один из крупнейших металлургических комбинатов Российской Федерации – Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК), оказывающий основное влияние на загрязнение атмосферного воздуха. В 2018 году валовые выбросы НЛМК составили 275,9 тыс. тонн загрязняющих веществ [2].

Помимо металлургии, промышленная структура города Липецка характеризуется рядом развитых отраслей промышленности: химической, машиностроительной, производство строительных материалов и др. Предприятиями, оказывающими наибольшее воздействие на воздушную среду города, являются «Липецкая ТЭЦ-2», ООО «Йокохама Р.П.З.», ОАО «Полимер», АО «Липецкцемент», завод по производству стекольных изделий ООО «ЧСЗ-Липецк», АО «Индезит Интэрнешл» и ряд других.

Доля автомобильного транспорта в общем объеме загрязнения атмосферы достигает 30%. На фоне увеличения количества автомобильного транспорта в городе данный показатель продолжает расти [2].

Для контроля и мониторинга состояния атмосферного воздуха в городах, а также для принятия решений по снижению негативного воздействия от

загрязнения атмосферы необходимо проведение зонирования территории по основным загрязнителям. Географические методы исследования позволяют решать эту проблему с помощью картографирования территории и последующего анализа аэротехногенного загрязнения городской среды различными поллютантами.

Геоинформационное картографирование дает возможность оценить состояние воздушной среды в городе и выявить районы, характеризующиеся наибольшим загрязнением. Такие исследования проведены рядом отечественных ученых из разных регионов страны [1,3,4]. Результаты такого рода работы могут служить базой к более глубокому анализу ситуации в городах и поиску эффективных решений к снижению нагрузки на воздушную среду.

Для оценки аэротехногенного загрязнения в городе Липецке нами было проведено измерения концентраций основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Измерения проводились в соответствии с «Руководством по контролю за загрязнением атмосферы» [5], с помощью переносного газоанализатора ГАНК-4 (А), который позволяет получать концентрации поллютантов в атмосферном воздухе исследуемой территории. Замеры концентраций загрязняющих веществ проводились в 61 мониторинговой точке (рис. 1) на всей территории города, в теплый летний период (июнь) 2020 года.

В ходе проведенного исследования нами были измерены максимально разовые концентрации следующих загрязняющих веществ: диоксид серы (SO_2), оксид углерода (CO), оксид азота (NO) и диоксид азота (NO_2). Полученные результаты послужили базой для создания геоинформационного картографического материала по аэротехногенному загрязнению города Липецка. Картографический материал был создан на платформе геоинформационной системы QGIS 3.10 с помощью интерполяции методом обратных взвешиваний. Созданный картографический материал дает возможность оценить основные ареалы загрязнения поллютантами.

Диоксид серы (SO_2) – вещество 3 класса опасности, поступает в атмосферу в процессе сгорания топлива с содержанием сернистых соединений. Основными источниками являются металлургические предприятия, в особенности агломерационное производство, ТЭЦ и другие предприятия с производственными процессами горения. ПДК м.р. диоксида серы в атмосфере составляет 0,5 мг/куб. м. Загрязнение воздушной среды города Липецка данным веществом показано на рисунке 2.

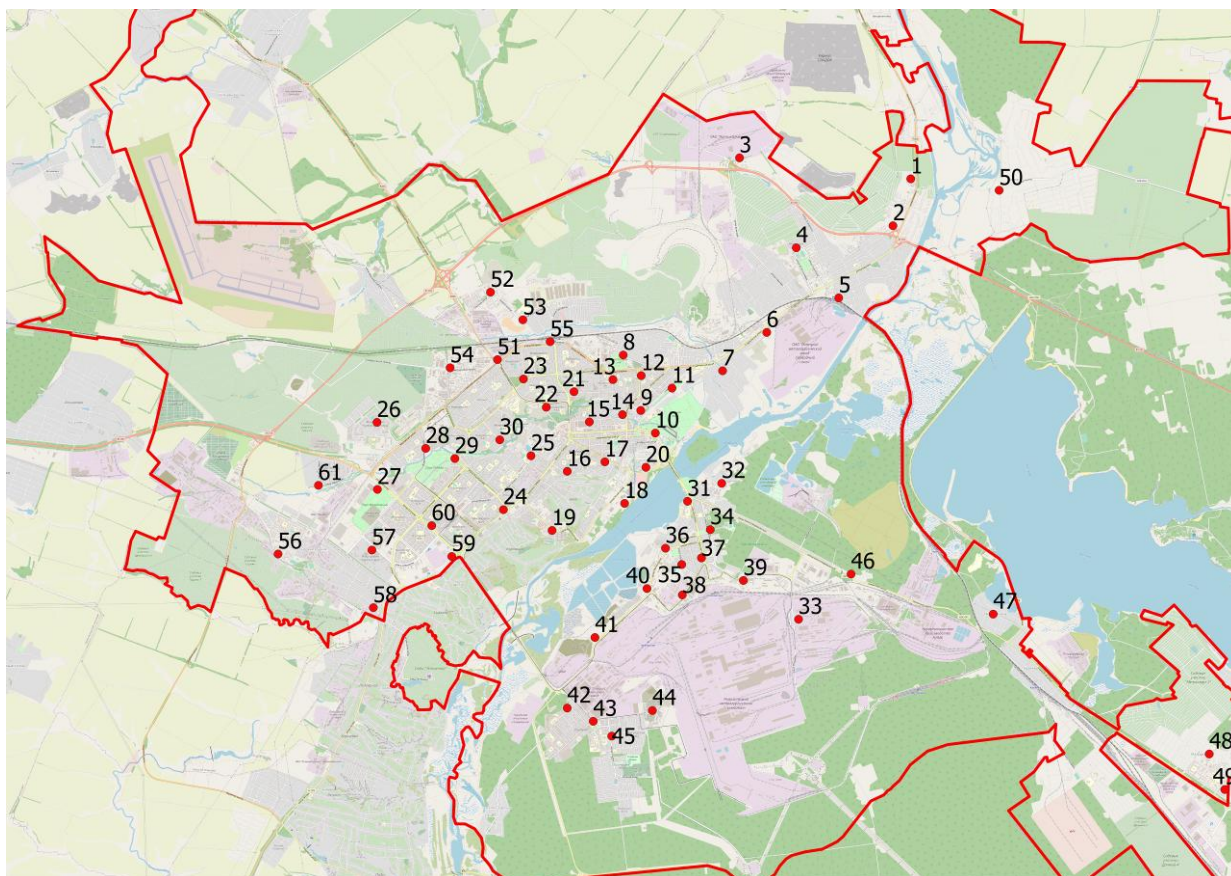


Рис. 1. Точки измерения концентраций загрязняющих веществ на территории города Липецка

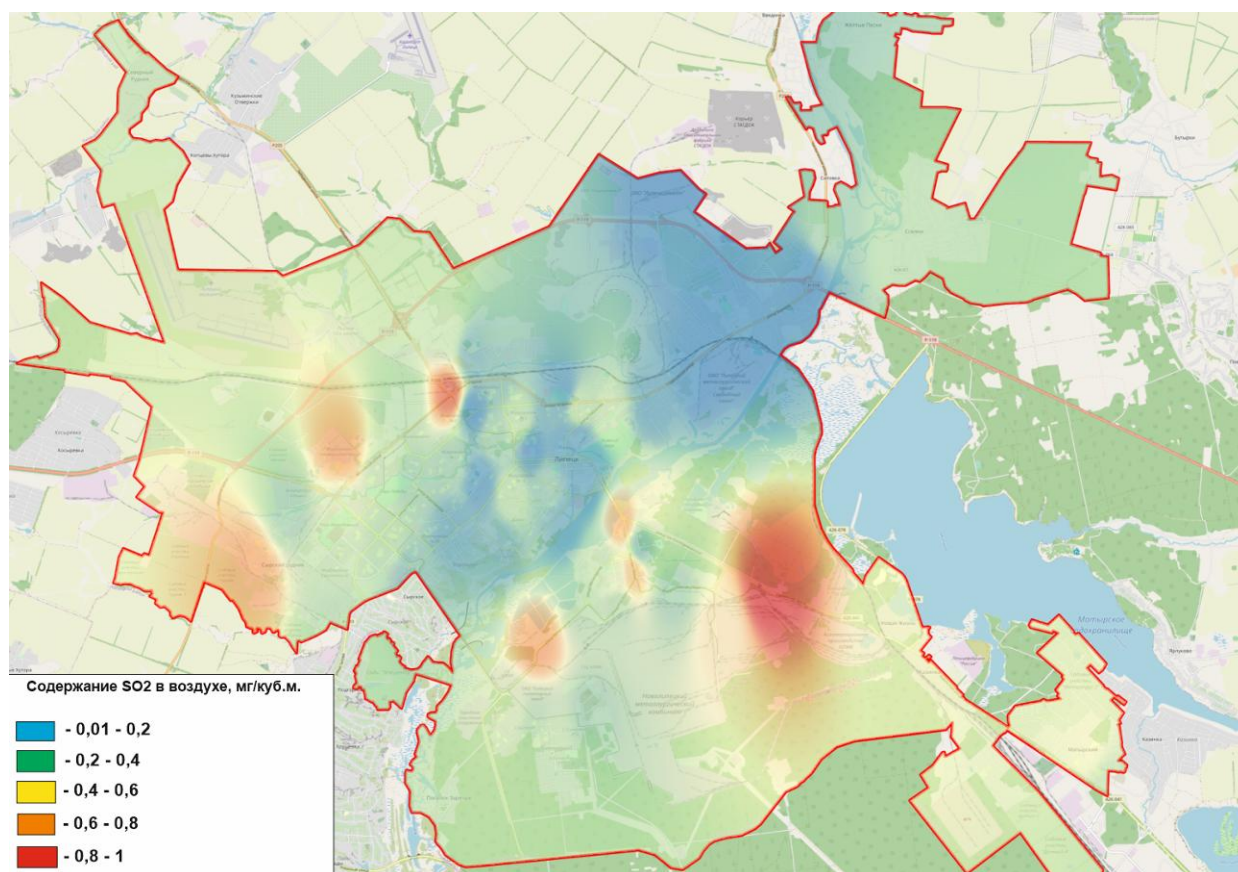


Рис. 2. Загрязнение воздушной среды г. Липецка SO₂

Анализ карты показывает, что практически на всей территории города наблюдается повышенный уровень концентраций диоксида серы. Наиболее загрязненные участки находятся на юго-востоке, в непосредственной близости от Новолипецкого металлургического комбината (район агломерационного цеха) и «Липецкой ТЭЦ-2». Здесь был зафиксирован максимальный уровень концентраций диоксида серы – 1,1 мкг/куб. м., что превышает ПДК м.р. более чем в два раза (точка №46).

Превышение ПДК м.р. также было зафиксировано в точках № 26 (0,7 мг/куб. м.), 31 (0,65), 37 (0,6), 41 (0,7), 51 (0,8), 56 (0,7). В некоторых точках фиксировались концентрации подпороговых величин ПДК. Участками, подверженными загрязнению, также явились южные (район Тракторного завода) и западные районы города.

Относительно благополучными районами являются некоторые участки в центре, а также северная часть города. Минимальные значения концентраций фиксировались в точках № 2 (0,017 мг/куб.м.), 3 (0,025), 4 (0,012), 5 (0,02) и ряде других.

Оксид углерода (СО) – вещество 4 класса опасности, поступает в атмосферу от промышленных предприятий, в основном от предприятий черной металлургии, а также от автотранспорта. В металлургических процессах при выплавке 1 млн. тонн стали образуется 320-400 тонн оксида углерода. ПДК м.р. оксида углерода в атмосфере составляет 5,0 мг/куб. м. Загрязнение воздушной среды города Липецка данным веществом показано на рисунке 3.

Содержание оксида углерода в атмосферном воздухе города Липецка характеризуется содержанием в пределах ПДК. За весь период исследования превышения ПДК не фиксировалось. Максимальные показатели концентраций были получены в точках №42 (1,3 мг/куб. м.), 43 (1,3), 44 (1,6), 45 (1,2), 55 (1,5).

В пространственном отношении наибольшие концентрации СО наблюдаются в южной части города (район НЛМК и Тракторного завода), что характеризуется близким нахождением металлургического комбината. Остальная часть города характеризуется благоприятной обстановкой по оксиду углерода.

Оксид азота (NO) – вещество 3 класса опасности, поступает в атмосферу при сгорании топлива. Основными источниками являются ТЭЦ, промышленные предприятия, автотранспорт. ПДК м.р. оксида азота в атмосфере составляет 0,4 мг/куб. м. Загрязнение воздушной среды города Липецка данным веществом показано на рисунке 4.

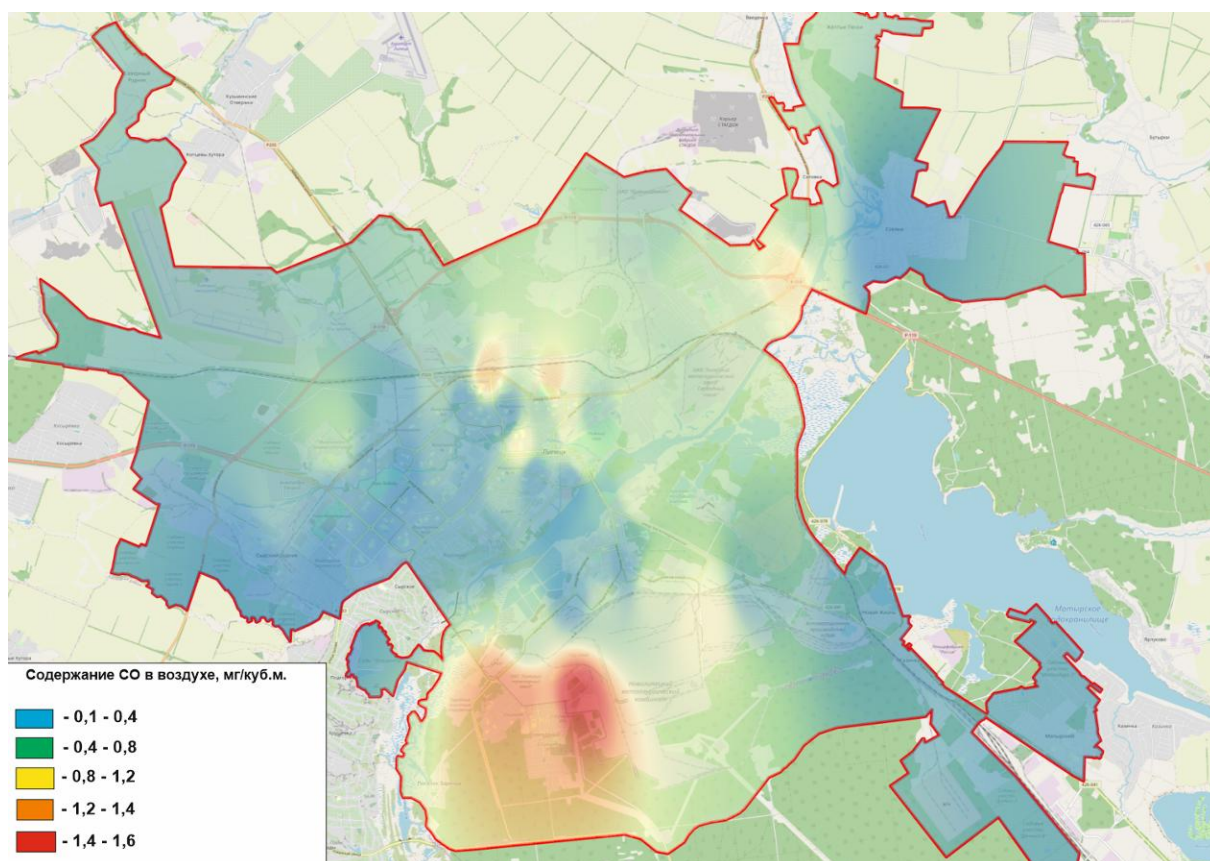


Рис. 3. Загрязнение воздушной среды г. Липецка СО

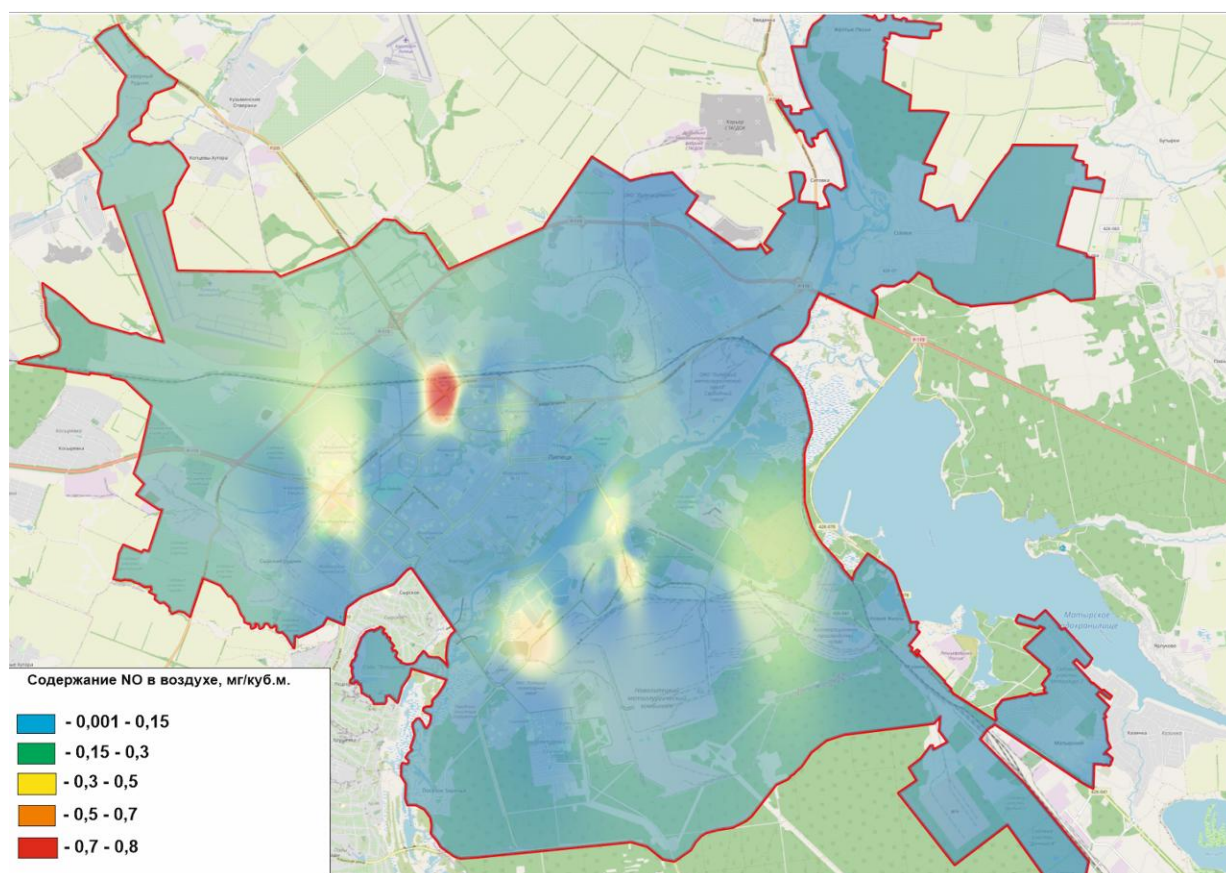


Рис. 4. Загрязнение воздушной среды г. Липецка NO

Содержание оксида азота в атмосферном воздухе города Липецка в период проведения исследования характеризуется низкими показателями. Однако, были зафиксированы превышения ПДК м.р. в некоторых точках. Максимальные концентрации были зафиксированы в точке №51 (0,7 мг/куб. м.) – на одном из самых оживленных перекрестков города. Значения концентраций, равные ПДК были получены в точках №27, 37 и 41 и характеризуются близким расположением к оживленным автомобильным дорогам. В целом, территория города загрязнена оксидом азота незначительно и преимущественно в зоне влияния автодорог.

Диоксид азота – вещество 3 класса опасности, поступает в атмосферу при сгорании топлива от предприятий промышленности и автотранспорта, в атмосфере участвует в процессах образования фотохимического смога. ПДК м.р. диоксида азота в атмосфере составляет 0,2 мг/куб. м. Загрязнение воздушной среды города Липецка данным веществом показано на рисунке 5.

За весь период исследования значений концентраций диоксида азота выше ПДК м.р. не наблюдалось. Однако в некоторых точках мониторинга концентрации диоксида азота колебались в пределах, близких верхней границы ПДК (0,150-0,180 мг/куб. м.). Это точки № 44, 51, 57. Анализируя содержание диоксида азота в пространственном аспекте, видно, что загрязнению подвержена южная часть города (район Тракторного завода, район НЛМК), а также некоторые участки около основных автомобильных дорог (точка № 51). Остальные районы города характеризуются низкими концентрациями диоксида азота в атмосфере.

В заключение необходимо отметить основные выводы проведенного исследования.

1. Для оценки состояния атмосферного воздуха в городе Липецке нами проведены измерения концентраций основных загрязняющих веществ: диоксид серы (SO_2), оксид углерода (CO), оксид азота (NO), диоксид азота (NO_2). Замеры концентраций были произведены в 61 мониторинговой точке по всей территории города.

2. Исследование показало загрязнение воздушной среды диоксидом серы на большей территории города. Показатели концентраций данного поллютанта находятся на уровне от 0,5 до 0,9 долей ПДК м.р., а максимальные значения превышают таковое более чем в два раза (1,1 мг/куб. м.). Такие показатели были зафиксированы в районе непосредственного влияния агломерационного цеха НЛМК и близости ТЭЦ-2. Наиболее подвержены

загрязнению диоксида серы левобережные районы города (район НЛМК и Тракторного завода), а также западные. Наименьшие показатели загрязнения характерны для северных частей Липецка.

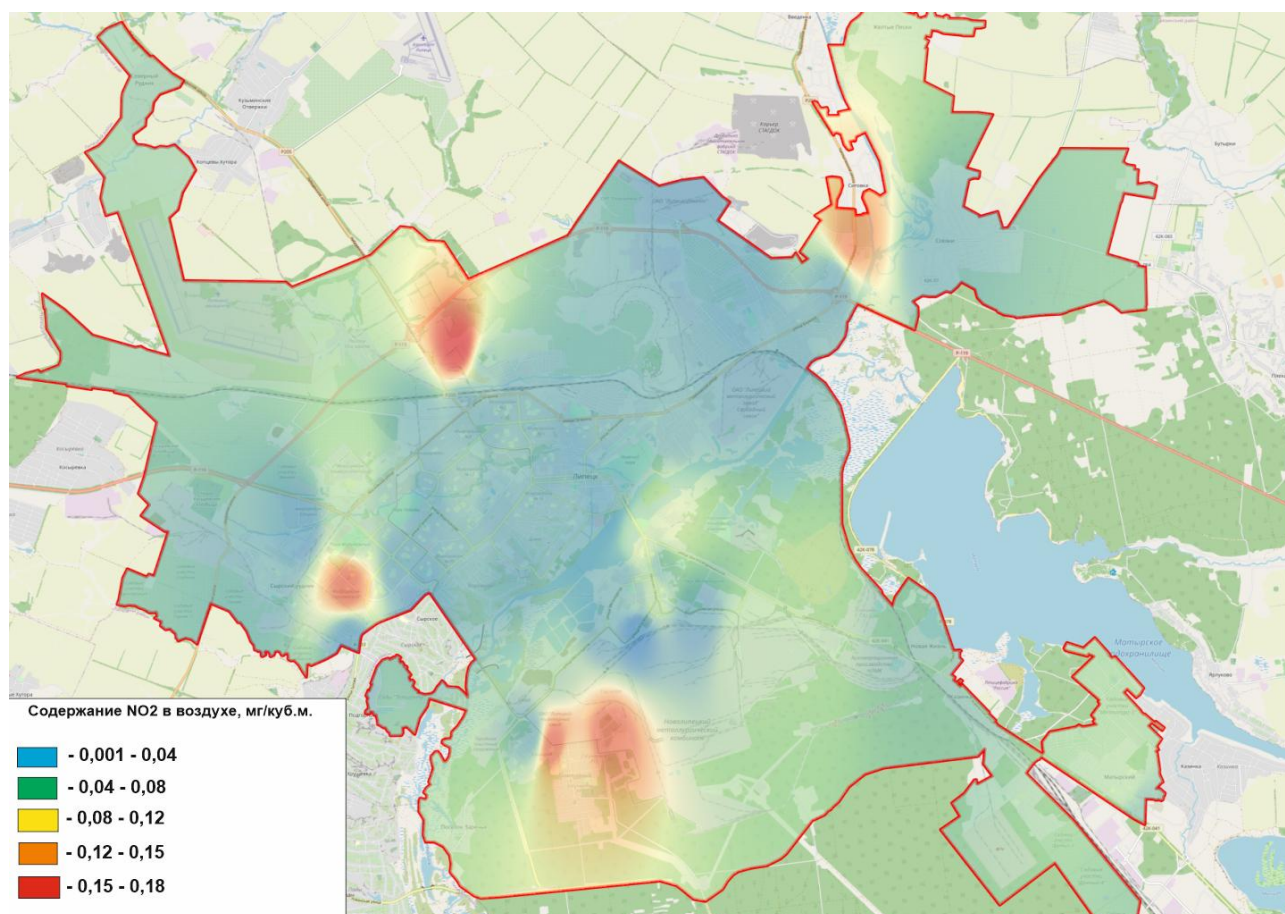


Рис. 5. Загрязнение воздушной среды г. Липецка NO₂

3. Содержание оксида углерода в атмосферном воздухе города за весь период исследования не превышало ПДК м.р. и составляло не более 0,4 долей ПДК. Максимальные показатели фиксировались в районе Тракторного завода и НЛМК (1,3 – 1,6 мг/куб. м.).

4. Оксиды азота (NO и NO₂) характеризуются не высокими концентрациями на территории города Липецка. Однако, концентрации оксида азота в некоторых мониторинговых точках превышал ПДК м.р. или был равен этому показателю (макс. значение – 0,7 мг/куб. м.). Диоксид азота не превышал предельно допустимых значений, но имеются точки с предпороговыми значениями концентраций. Повышенные концентрации оксидов азота в городе приурочены, в основном, к оживленным автомобильным дорогам, а для диоксида азота также характерно присутствие в атмосферном воздухе южных районов города (район НЛМК и Тракторного завода),

5. На территории Липецка можно выделить основные ареалы аэротехногенного загрязнения поллютантами. Наиболее подвержены негативному воздействию южные и юго-восточные районы города, непосредственно примыкающие к крупным промышленным предприятиям (НЛМК, ТЭЦ-2). Эти районы характеризуются превышениями предельно допустимых значений по диоксиду серы, а также повышенным содержанием оксида углерода и диоксида азота по сравнению с остальными частями города Липецка. Для контроля и принятия мер по снижению аэротехногенного загрязнения на воздушную среду необходимо дальнейшее изучение и мониторинг состояния атмосферного воздуха города.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-35-90024.

Литература

1. Гаджибеков М.И. Геоинформационное картирование загрязнения атмосферного воздуха в Республике Дагестан / М.И. Гаджибеков, Р.Т. Раджабова, Н.О. Гусейнова, Б.М. Курамагомедов, К.А. Абдулаев // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2015. – №2. – с. 101-104.
2. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Липецкой области в 2018 году». – Липецк. – 2019. – 224 с.
3. Медико-экологический атлас города Воронежа / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др. / Русское географическое общество, Воронежский государственный университет, Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. – Воронеж, 2019. – [Электронный ресурс]: URL: <http://www.geogr.vsu.ru/atlas.htm>
4. Ротанова И.Н. Геоинформационное картографирование в геоэкологических исследованиях региона: подходы и опыт на примере Алтайского края / И.Н. Ротанова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2005. – Том 4. – с. 205-211.
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). – Москва, 1991. – 694 с.

СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАССЕЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Одним из важнейших факторов для анализа и составления эффективной стратегии управления регионом являются сведения о его населении. Значительный вес имеют не только социально-демографические показатели, но и особенности территориального распределения населения.

Регион исследования имеет ряд особенностей в структуре расселения. Севастополь занимает обширную территорию и имеет нерегулярную «хуторную» систему расселения [1] с концентрацией населения (85%) в ядре региона - городе Севастополе. Пространственная организация осложняется хаотичной застройкой, сильно расчлененным рельефом и специфическим административно-территориальным делением региона.

Главная задача работы – детализация стандартной модели расселения, основанной на административно-территориальном делении, с представлением её в виде реальных ареалов местообитания людей и составления детализированной карты плотности населения [7].

Ввиду недоступности электронной базы данных БТИ региона о распределении населения по жилищному фонду, для моделирования использованы открытые данные, представленные на сайте ЦИК России [2]. Традиционно избирательные участки располагаются на базах школ или в административных зданиях. Эти объекты социальной инфраструктуры можно принять за индикатор для выделения микрорайонов или кварталов. Пространственная база данных сформирована списком адресов всех жилых домов региона, закрепленных за одним из 190 избирательных участков, для которых известно число проголосовавших избирателей на выборах президента РФ 2018.

С помощью инструмента геокодирования была составлена адресная база данных, сгруппированная по признаку принадлежности к одному из 190 избирательных участков в полигоны Вороного (рис 1). Принцип работы этого

алгоритма основан на построении срединных перпендикуляров триангуляционной сети Делоне, что позволяет построить ребра полигонов на равноудалённом расстоянии соседних точек. Затем полигоны вручную преобразовывались под селитебную зону для отображения реальных ареалов расселения.

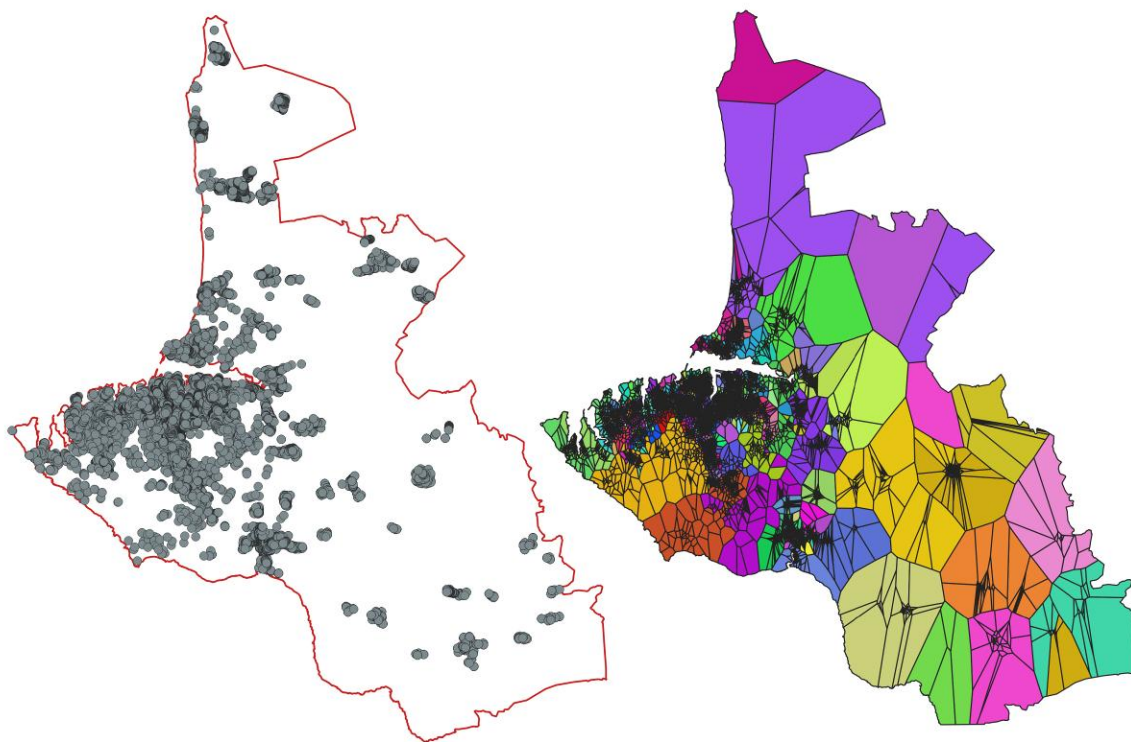


Рис. 1. Геокодированные адреса (слева), преобразованные в полигоны Вороного (справа)

Для каждого из десяти муниципальных округов (далее МО) Севастополя высчитывалась разница между численностью населения по переписи города Севастополя 2014 года с 100% охватом населения [4] и суммой числа избирателей на участках, входящих в конкретный МО. Разница в численности распределялась по избирательным участкам по принципу пропорции в зависимости от числа избирателей. Таким образом, была получена приближенная к реальности численность населения для каждого из 190 полигонов-участков. Данные нормировались по показателям численности населения за 2019 год по административным районам с официального сайта правительства [6].

На основе полученных пространственных и статистических данных составлена дазиметрическая модель с ареалами, приближенными к реальным площадям расселения и рассчитанной плотностью (рис 2).

Для всей исследуемой территории составлена регулярная гексагональная сетка с размером ячеек 500х500 м. С помощью инструментов пространственного анализа рассчитывалась численность проживающих людей и плотность населения в пределах границ ячеек сетки (рис 3) [7].

Получившаяся сеточная модель отображает точечное распределение населения по территории. Используемая база данных не позволяет считать её достаточно корректной, т.к. явка населения никогда не бывает максимально возможной и нормирование данных по пропорции дает искаженные результаты в половозрастной структуре микрорайона. Стоит отметить, что подобный метод с использованием данных с избирательных участков корректно применять только для регионов с высокой явкой на выборы. Для региона исследования полученные результаты соответствуют реальной обстановке плотности застройки и населения в микрорайонах и населенных пунктах. Подобная модель дает больший потенциал для анализа в сравнении с общей плотностью в пределах административно-территориальных единиц. Она также может интегрироваться с другими тематическими слоями для интегрального анализа разных демографических, социально-экономических и природных особенностей региона [5].

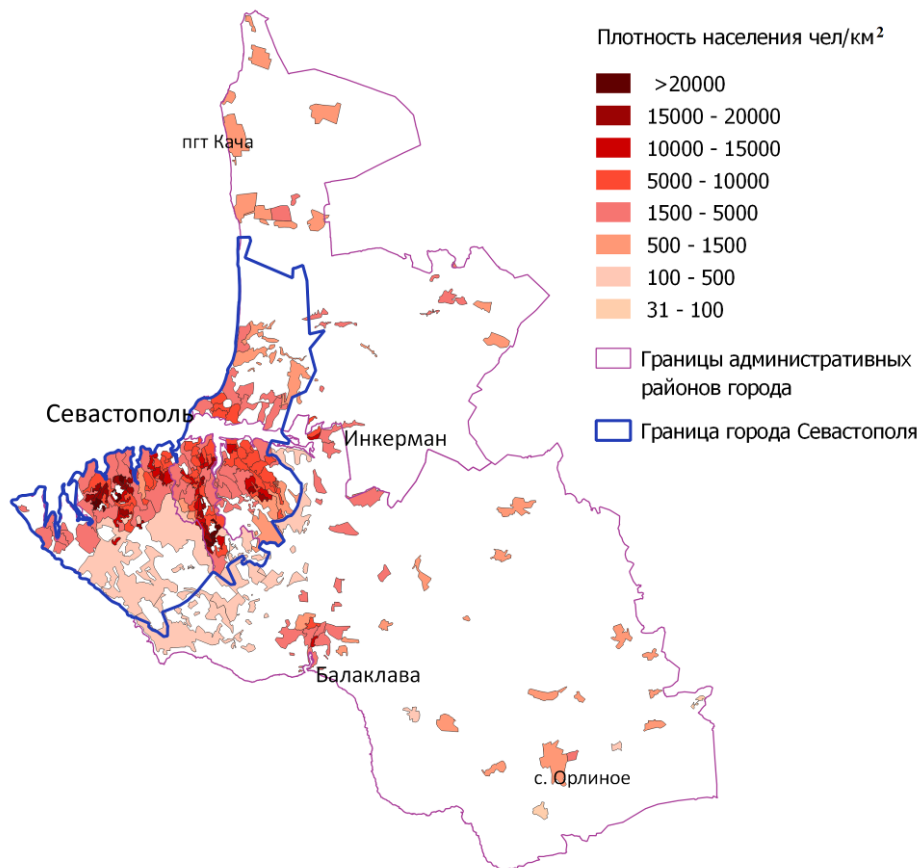


Рис. 2. Дазиметрическая модель плотности расселения. Составлено автором

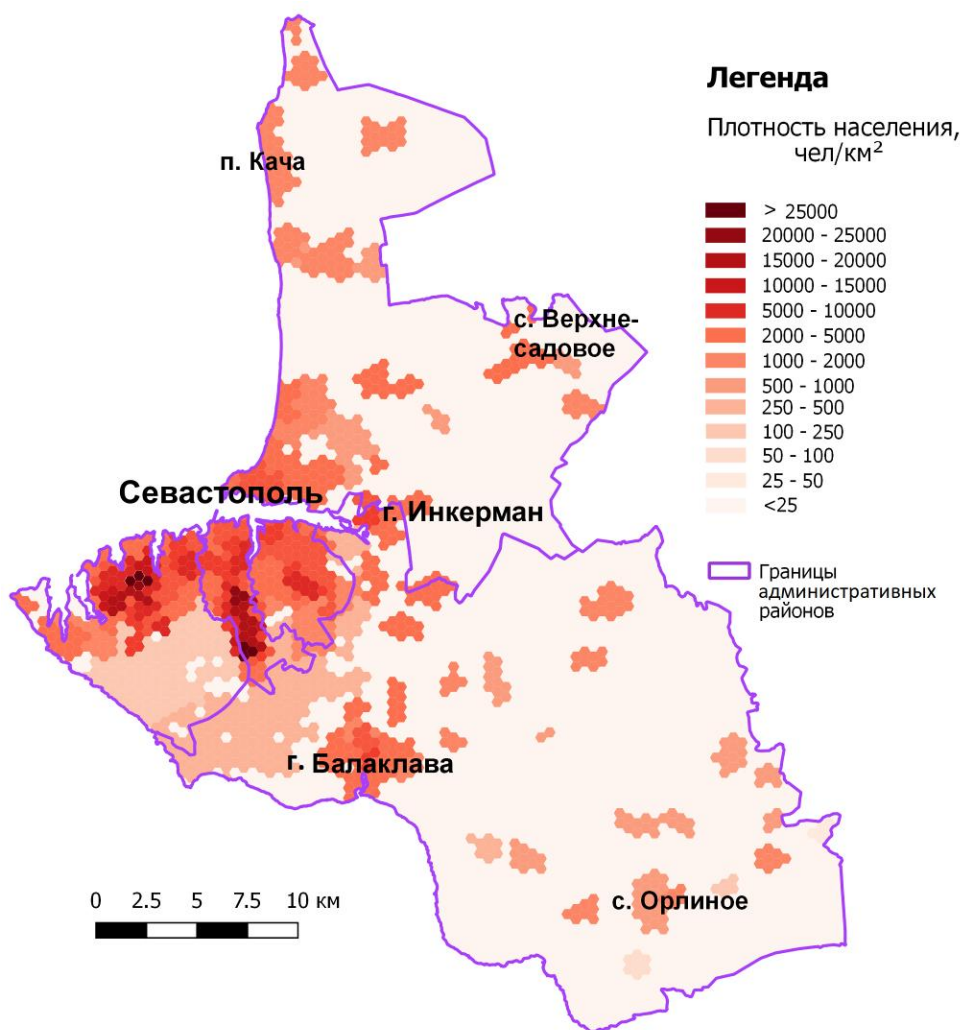


Рис. 3. Сеточная модель плотности населения с шагом 500*500 м.

Составлено автором

Литература

1. Новиков А.А. Физико-географические и социально-экономические аспекты формирования функциональных зон г. Севастополя: статья/ Новиков А.А., Новикова А.М.// Геополитика и экогеодинамика регионов: сб. статей. – ФГАОУ ВО КФУ, 2014. – С. 675-680. – URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/6062404/> (дата обращения: 27.02.2020). – Текст: электронный.
2. Официальный сайт Центральной избирательной комиссии Российской Федерации: сайт. – URL: <http://www.cikrf.ru/izbiratel/quantity/> (дата обращения: 20.01.2020). – Текст: электронный.
3. Пелихович Ю.В. Основы градостроительства и планировка населенных мест для студентов направления «Землеустройство и кадастры»: курс лекций/ Ю.В. Пелихович. – ФГБОУВО Ставропольский ГАУ, 2016.

4. Перепись населения в Крымском федеральном округе со 100 процентным охватом населения 2014 года: документ. – URL: <https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/> (дата обращения: 25.02.2020). – Текст: электронный.

5. Полян П.М. Территориальные структуры - урбанизация - расселение: теоретические подходы и методы изучения/ П.М. Полян. – М., Новый хронограф, 2014.– С. 794.

6. Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и городу Севастополю: сайт. – URL: <https://crimea.gks.ru/> (дата обращения: 08.01.2020). – Текст: электронный.

7. Яблоков В. М. Геоинформационные модели расселения населения и их применение: статья/ В. М. Яблоков, С.А. Тимонин // ArcReview. Совместное издание ООО Дата +, Esri CIS и Esri. – 2011. – № 3. – С. 7–8. – URL:<https://www.esri-is.ru/news/arcreview/> (дата обращения: 16.01.2020). – Текст: электронный.

УДК 911.2:504.06

Спесивый О.В., Чеботарев П.М.
olspes@yandex.ru

ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

К числу важнейших категорий природопользования относится природно-ресурсный потенциал. В настоящее время существует ряд подходов к оценке природно-ресурсного потенциала: экономический, социальный, производственный, физико-географический и комплексный. Основными результатами экономической оценки являются количественные показатели величины и использования потенциала на базе единого критерия, системно-структурный анализ, оценка ситуации в области охраны и возобновления природных ресурсов. В социальных оценках потенциала видное место принадлежит медико-биологическим и социальным критериям.

Технологические оценки используются при решении проектных, плановых и конструкторских задач в строительстве, рекреационном хозяйстве и других отраслях. В физико-географических оценках основное внимание уделяется характеристике, сравнению, классификации и районированию компонентов природно-ресурсного потенциала по их фактической качественной структуре на ландшафтном уровне. При анализе литературных источников отмечается разнообразие подходов, терминов и трактовок, способов расчета показателей, которые применяются при проведении экологических исследований. При этом каждый из подходов требует адаптации к конкретным территориям и условиям [4].

Применительно к почвенно-земельным ресурсам оценка их потенциала включает качественную (бонитировку) и экономическую (кадастровую). В ходе бонитировки оцениваются важнейшие свойства и признаки, обуславливающие естественное плодородие. Набор данных показателей в различных почвенно-климатических зонах может варьировать, важнейшими из них являются: мощность гумусового горизонта, процентное содержание гумуса в почве, валовые запасы гумуса, азота, фосфора и калия, механический состав, кислотность, сумма поглощенных оснований, степень насыщенности почвы основаниями и др. Эти показатели устойчиво коррелируют с урожайностью сельхозкультур. Баллы оценки почвенных разновидностей требуют корректировки в зависимости от условий местности, т.е. крутизны склона, влияющей на эрозионные процессы, свойств подпочвенных пород и др. Другой подход основан на определении бонитета по урожайности основных культур. При экономической оценке учитываются показатели урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности земель по видам угодий, исчисленной по стоимости валовой продукции растениеводства в кадастровых ценах, окупаемости затрат, как отношения стоимости валовой продукции к затратам на ее производство, дифференциального дохода - части чистого дохода, выражающей стоимость дополнительного прибавочного продукта. Также учитываются технологические свойства (сопротивление почвообрабатывающим орудиям, контурность участка), его местоположение и удаленность от хозяйственного центра [5, 6].

Сбор выше перечисленных данных представляет собой сложную и трудоемкую задачу. В связи с чем активно исследуются возможности дистанционного зондирования в данном направлении. По нашему мнению, возможно применение данных спектральной съемки для расчета

вегетационного индекса и оценки урожайности сельскохозяйственных культур, а на ее основе - и оценки почвенно-ресурсного потенциала. Оценка земель предусматривает сбор и анализ большого объема пространственно координированных данных. Поэтому для повышения эффективности оценочных работ и доступности актуальной информации для заинтересованных лиц и структур также необходимо внедрение геоинформационных технологий и разработка методов их применения [2].

В качестве объекта исследования был выбран Калачеевский район Воронежской области. Это определяется комплексом физико-географических и экономико-географических характеристик, обуславливающих средние для области значения ряда показателей в районе: агроклиматических условий, показателей состояния земельных ресурсов, сельскохозяйственного землепользования. Район расположен на юго-востоке области на Калачеевской возвышенности. Он граничит с Воробьевским районом на севере, Петропавловским на юге, с Павловским и Верхнемамонским на западе, на востоке с Ростовской и Волгоградской областями. Экономику района определяет агропромышленный комплекс, в состав которого, кроме обрабатывающих предприятий, входят 30 сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности и 148 крестьянских хозяйств. Они используют 176,9 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из них 133 тыс. га пашни. Основные культуры, производимые в районе: озимая пшеница, ячмень, горох, овёс, кукуруза, гречиха, сахарная свекла, подсолнечник, картофель, овощи, кормовые культуры [8].

Для расчета вегетационного показателя мы использовали данные, полученные в результате обработки многоспектральных космоснимков в ГИС пакете QGIS (см. рис 1 - 3). Это свободная кроссплатформенная геоинформационная система. Плюсом данного продукта является его доступность и функциональность. Так же есть возможность установки дополнительных модулей, которые находятся в свободном доступе и расширяют перечень решаемых задач.

Вегетационный показатель рассчитывался на основе космоснимков, в которых присутствует NIR канал (т.е. ближний инфракрасный с длиной волны 0,76 – 0,90 мкм).

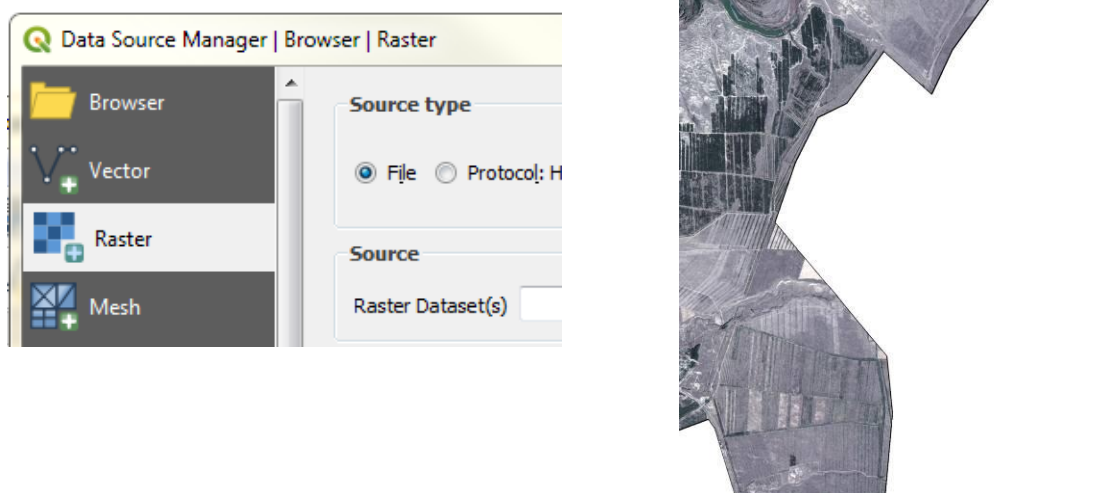


Рис. 1. Открытие исходного растра (RGB) в QGIS

Для расчета индекса NDVI используем калькулятор растра (меню «Растр»→«Калькулятор растра»), где указываем стандартную формулу NDVI [1]:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

Время обработки зависит от размера растра и технических характеристик компьютера, по окончании процедуры в проект автоматически добавляется растр с рассчитанным показателем (см. рис. 2).

В результате расчета получаем градиентный растр, который после настройки классификатора приобретает вид псевдоцветного изображения (см. рис. 3). При необходимости растровый данные можно преобразовать в векторные используя операцию «Растр→Вектор». В этом случае полученные данные будут иметь вид полигонального слоя разбитого по значениям пикселей.

Значения NDVI между -1 и 0 соответствуют поверхностям без растительности, которые имеют коэффициент отражения в красном, который больше, чем коэффициент отражения в NIR. Это могут быть такие поверхности, как оборудование, вода или почва. Величина почвы близка к 0. Значения растительности варьируются от 0,1 до почти 1, чем выше значение NDVI, тем больше их биомасса. NDVI дает мощную информацию и облегчает визуализацию продуктивности земель и урожайности [1].

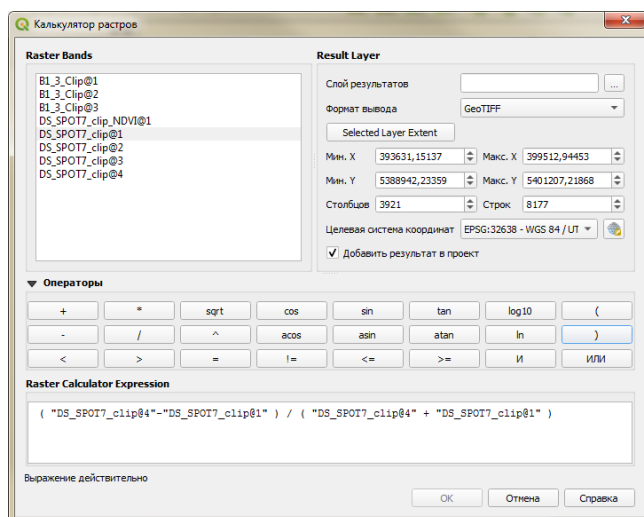


Рис. 2. Расчет показателя NDVI в QGIS

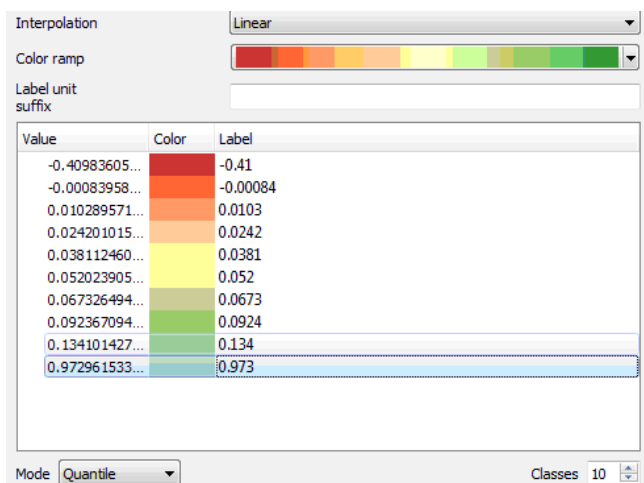


Рис. 3. Классификация псевдоцветного растра по индексу NDVI в QGIS

Как уже отмечалось ранее, значения NDVI в период максимальной вегетации (начало колошения) коррелируют с урожайностью и зависят от конкретного сорта и также агроклиматических и метеорологических условий в конкретном месте и конкретный год. Чтобы сократить влияния конкретных времени и места необходимы расчеты среднегодовых значений NDVI [2] (см. рис. 4).

Для прогнозирования урожайности по этим данным необходимо знать максимальную потенциальную урожайность (см. рис. 5). Для посевов пшеницы при возделывании по интенсивной технологии, значение NDVI во время пика достигает 0,80-0,88 (по данным Центра точного земледелия РГАУ – МСХА им. К.А.Тимирязева). При таком значении NDVI урожайность будет максимальной для данного сорта. Если в фазу колошения NDVI достигает значения всего 0,60-0,65, то это значит, что урожайность будет ниже максимальной на 25-30 % [7].

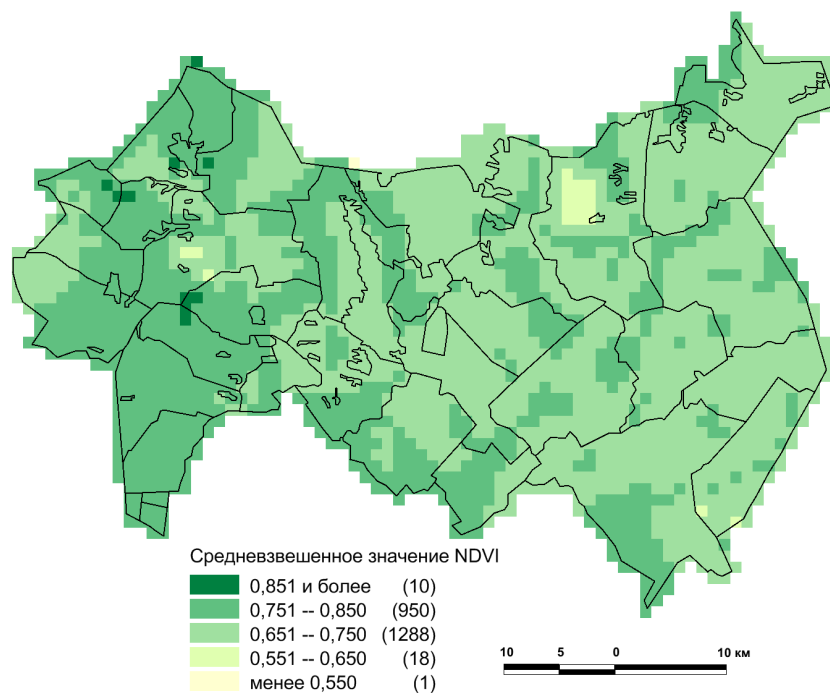


Рис. 4. Средневзвешенное значение NDVI

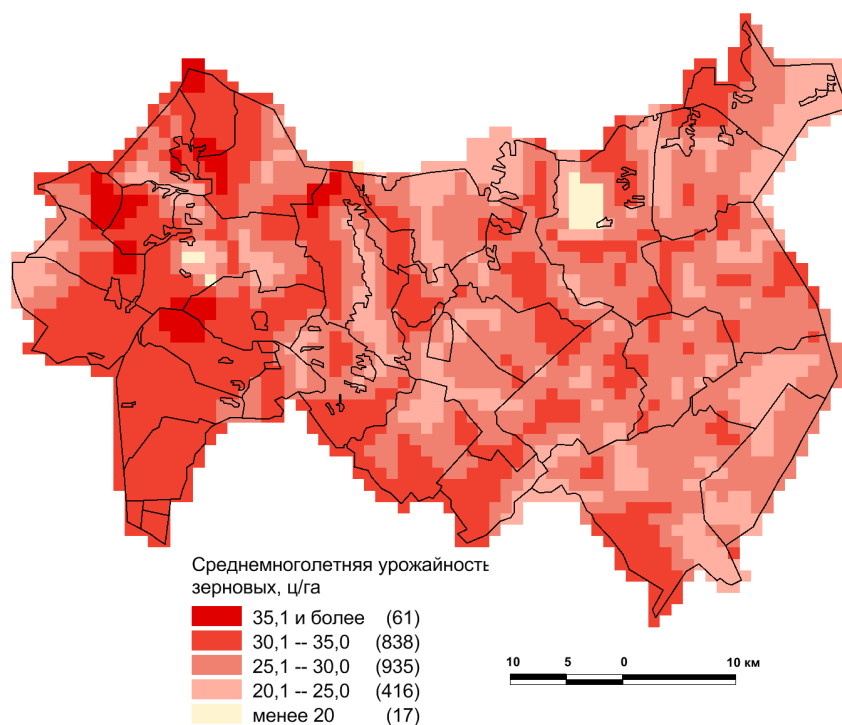


Рис. 5. Среднегодовая урожайность зерновых, ц/га

Полученная таким образом среднегодовая урожайность может быть пересчитана в бонитет почвы (см. рис. 6):

$$B = \left(\frac{U_V}{U_{KP}} \right) * 100, \quad (2)$$

где B - балл бонитета почвы по урожайности; U_V - фактический показатель урожайности; U_{KP} - количественный показатель урожайности, принятый за 100.

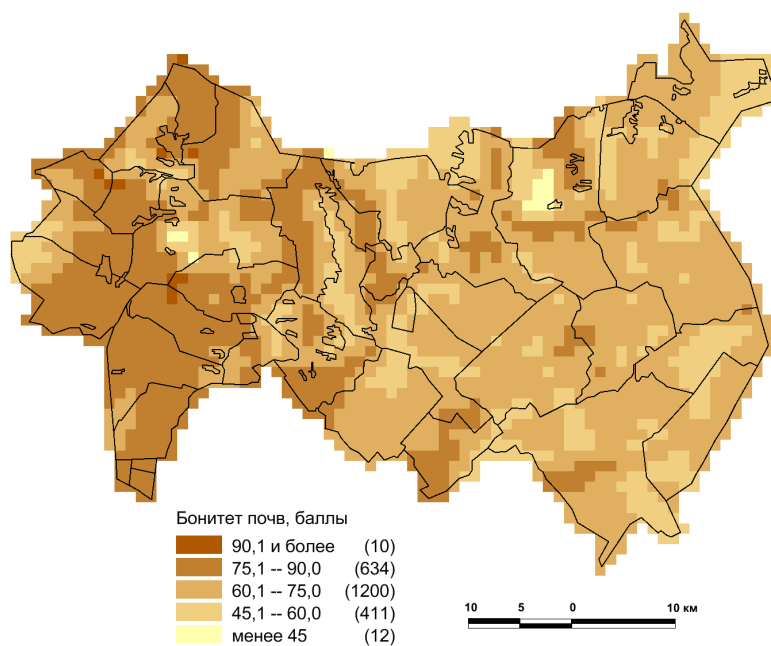


Рис. 6. Бонитет почвы по урожайности, баллы

На основе полученного балла бонитета возможна дифференциация нормативного показателя кадастровой стоимости сельскохозяйственных земель с учетом данных определения кадастровой стоимости правительством Воронежской области (для земель сельскохозяйственного назначения в Калачеевском районе 5,69 руб/кв.м) [3, 5] (см. рис. 7).

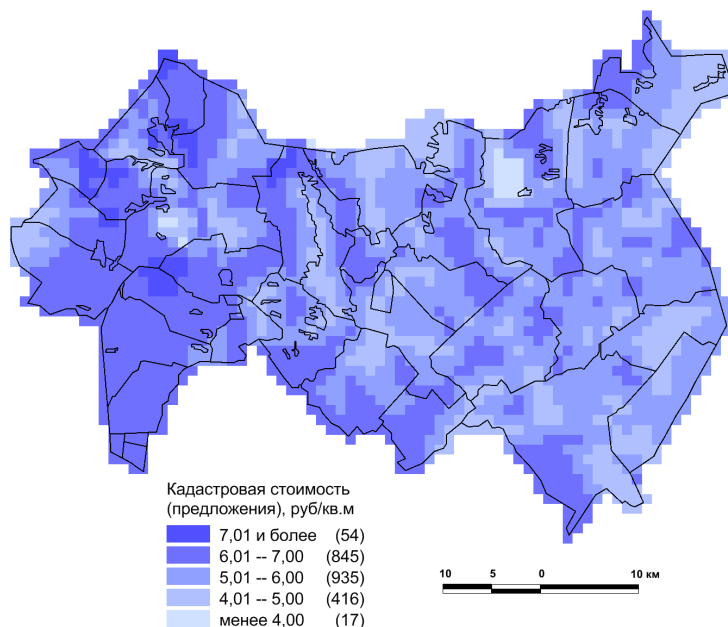


Рис. 7. Уточненная кадастровая стоимость (предложения), руб/кв.м

Таким образом, используя ГИС пакеты MapInfo и QGIS, удалось провести анализ данных многоспектральных снимков и рассчитать показатель NDVI. На основе данного показателя были рассчитаны значения среднемноголетней урожайности земель, бонитета почвы и уточнена кадастровая стоимость земель.

На картосхемах четко выделяются северо-западная с более высокими и юго-восточная с более низкими значениями почвенно-ресурсного потенциала части района. Данный опыт показал эффективность использования ДДЗ и ГИС на всех этапах оценки почвенно-ресурсного потенциала. Данный подход существенно упрощает территориальное планирование рационального землепользования и управления земельными ресурсами в целом.

Литература

1. John Weier, David Herring. Measuring by Vegetation (NDVI & EVI) // NASA Earth Observatory. August 30, 2000. URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/>
2. Мурынин А.Б., Бондур В.Г., Игнатьев В.Ю., Гороховский К.Ю. Прогнозирование урожайности на основе многолетних космических наблюдений за динамикой развития вегетации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 4. С. 245-256.
3. Об утверждении результатов определения кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области / Постановление Правительства Воронежской области №827 от 31 октября 2016 г. // официальный сайт Правительства Воронежской области. URL: <http://govvrn.ru>
4. Региональное природопользование: методы изучения, оценки и управления. Учеб. пособие / П.Я Бакланов и др. М.: Логос, 2002. С. 158.
5. Спесивый, О.В. Дифференциация показателей кадастровой стоимости земель на основе качественной оценки / О.В. Спесивый, П.В. Демидов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2010. № 3 (26). С. 97-101.
6. Спесивый, О.В. Модель управления качеством земельных ресурсов с применением геоинформационных технологий / О.В. Спесивый, Н.А. Крюкова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2010. № 12. С. 44-52.
7. Страшная А.И., Тарасова Л.Л., Богомолва Н.А., Максименкова Т.А., Береза О.В. Прогнозирование урожайности зерновых и зернобобовых культур в Центральных Черноземных областях на основе комплексирования наземных и спутниковых данных // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2015. № 353. С. 128-153.
8. Чеботарев П.М. Оценка деградации земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области [Электронный ресурс] / П.М. Чеботарев, О.В. Спесивый // Современные проблемы науки и образования. 2012. №3. URL: <http://www.science-education.ru/103-6354>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛНОГО РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКАХ

¹Санкт-Петербургский горный университет

²Государственный гидрологический институт

Интенсивное загрязнение мирового океана является одной из наиболее актуальных глобальных экологических проблем современности. В первую очередь данный факт обуславливается тем, что 2 из 17 основных целей устойчивого развития ООН на 2016-2030 гг. («Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех» и «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития») напрямую зависят от решения данной проблемы [1].

Загрязнение поверхностных водных объектов сточными водами – это значительная часть глобального загрязнения мирового океана, особенно остро эта проблема стоит для территорий с развитой промышленностью и высокой плотностью населения [7]. Попадая в поверхностные водные объекты со сточными водами, загрязняющие вещества способны мигрировать на тысячи километров в растворенном виде, а также накапливаться в донных отложениях, формируя тем самым вторичные источники загрязнения, которые могут интенсифицироваться через продолжительный отрезок времени в результате изменения окислительно-восстановительной или кислотно-основной обстановки [4].

Только в 2018 году в Российской Федерации в природные поверхностные водные объекты было сброшено более 40 млрд. м³ сточных вод, из которых более 32% классифицированы как загрязненные [2]. В соответствии с законодательством РФ контроль соблюдения экологических нормативов при сбросе сточных вод осуществляется в так называемом контрольном створе – участке реки, расположенном в 500 метрах ниже по течению реки. Таким образом, на расстоянии 500 метров, между местом сброса и местом контроля формируется зона полного разбавления сточных вод за счет смешения их с

условно чистой водой водного объекта [6].

Так как полное разбавление сточных вод в водотоке напрямую зависит от гидрологических особенностей и извилистости этого водотока, а в большинстве случаев водоток является нелинейной системой, то концентрация загрязняющего вещества в контрольном створе будет изменяться в зависимости от удаленности точки отбора проб от берега. В таком случае детальное моделирование процесса полного разбавления сточных вод в поверхностных водотоках является актуальной природоохранной задачей и может быть полезной как для водопользователя, с целью определения требуемой степени очистки сточных вод и недопущения превышения экологических нормативов в контрольном створе, так и для контролирующих организаций, с целью выбора оптимальной точки для отбора контрольных проб воды.

На сегодняшний день существует пять утвержденных в РФ методик расчета кратности разбавления сточных вод в поверхностных водотоках [5], однако оценить условия нелинейности водотока в процессе расчета наилучшим образом позволяет метод А.В. Караушева [3]. Данный метод представляет собой разбиение рассматриваемого участка водотока на минимальные квадраты расчетной сеткой с фиксированным шагом, и решение линейного уравнения турбулентной диффузии в каждом квадрате расчетной сетки. В данном методе принимается допущение, что нелинейный участок водотока является линейным в каждом отдельном квадрате расчетной сетки, а изменяется только направление вектора, в котором изменяется концентрация загрязняющего вещества. Таким образом, выполнив расчет, можно получить поле концентрации загрязняющего вещества в каждом квадрате расчетной сетки в пределах всего рассматриваемого участка, от места сброса сточных вод до контрольного створа.

Моделирование процесса полного разбавления сточных вод в поверхностных водотоках проводилось на примере реки, расположенной в Мурманской области и в которую осуществляется прибрежный сброс сточных вод с хвостохранилища обогащения апатит-нефелиновых руд. Река имеет ширину 19 м, среднюю глубину на расчетном участке – 1,6 м и среднюю скорость течения – 2,46 м/с. Расход сточных вод составляет 24,8 м³/с, а исходная концентрация загрязняющего вещества – 100 мг/дм³.

Расчет полного разбавления сточных вод в рассматриваемом водотоке выполнялся в программе Microsoft Excell по методике А.В. Караушева [3]. Для расчета кратности разбавления вся расчетная область потока делится

плоскостями, параллельными координатным, на расчетные клетки – элементы. По оси X таких элементов k , по оси Z – m . Каждому элементу присваивается свой индекс по соответствующим осям координат. Изменение индекса на единицу показывает переход от одного элемента к соседнему. Значениям концентрации в каждом элементе присваиваются те же индексы (рис. 1).

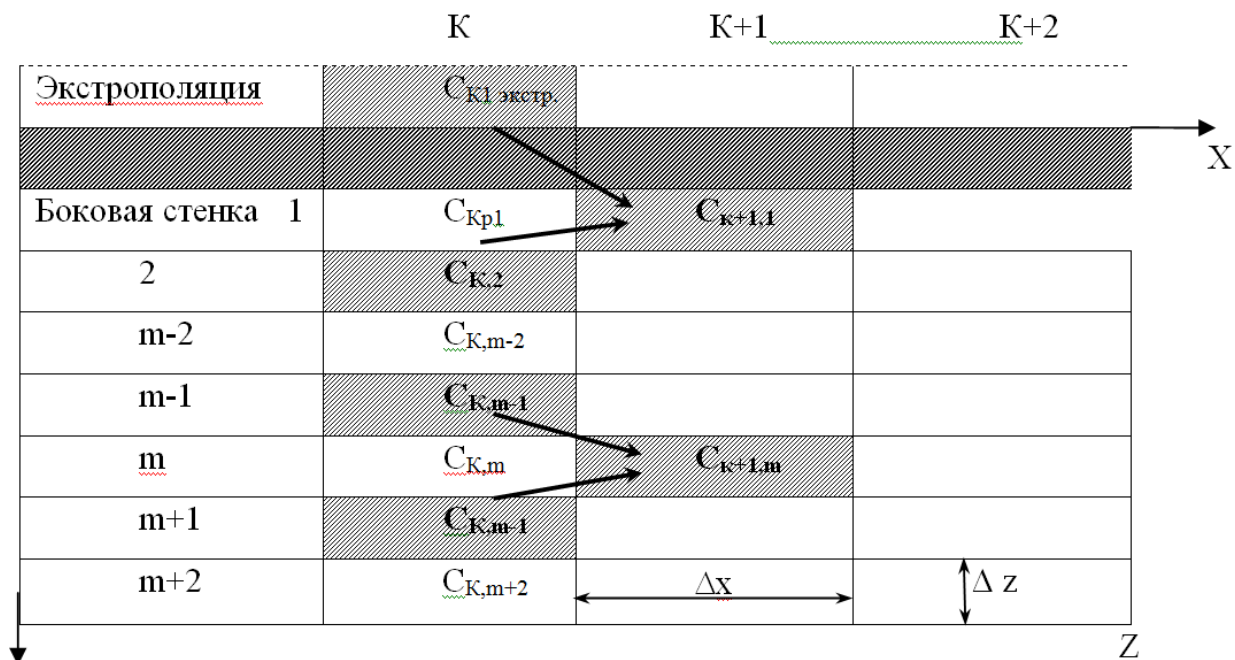


Рис. 1. Сетка к расчету кратности разбавления сточных вод
Методом А.В. Караушева

Таким образом, при расчете турбулентной диффузии весь участок потока, от нулевого створа до расчетного делят на клетки со сторонами ΔX и ΔZ , получая расчетную сетку.

Клетки, попавшие в водоток со сточными водами в начальном поперечнике (нулевой створ), заполняются числами, выражающими концентрацию загрязняющего вещества в сточной воде, остальные клетки – заполняются числами, отражающими естественную концентрацию загрязняющего вещества в водотоке с учетом кратности разбавления.

На основании полученных расчетным путем данных произведено моделирование процесса полного разбавления сточных вод в поверхностном водотоке средствами программного продукта MatLab (рис. 2).

Полученная в программном продукте MatLab расчетная модель процесса разбавления сточных вод была также обработана в программном продукте Golden Software Surfer (рис. 3) с целью визуализации моделируемого процесса и формирования картографической модели процесса полного разбавления сточных вод в водотоке.

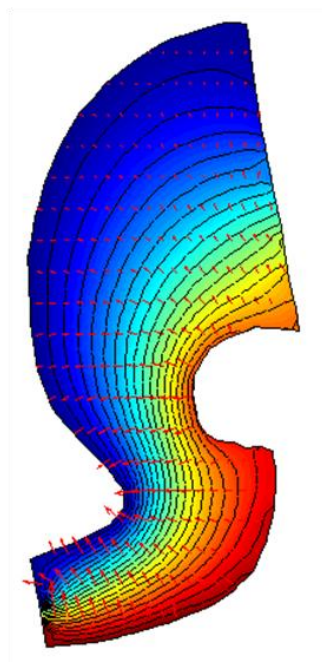


Рис. 2. Моделирование процесса полного разбавления сточных вод в поверхностном водотоке в программе MatLab

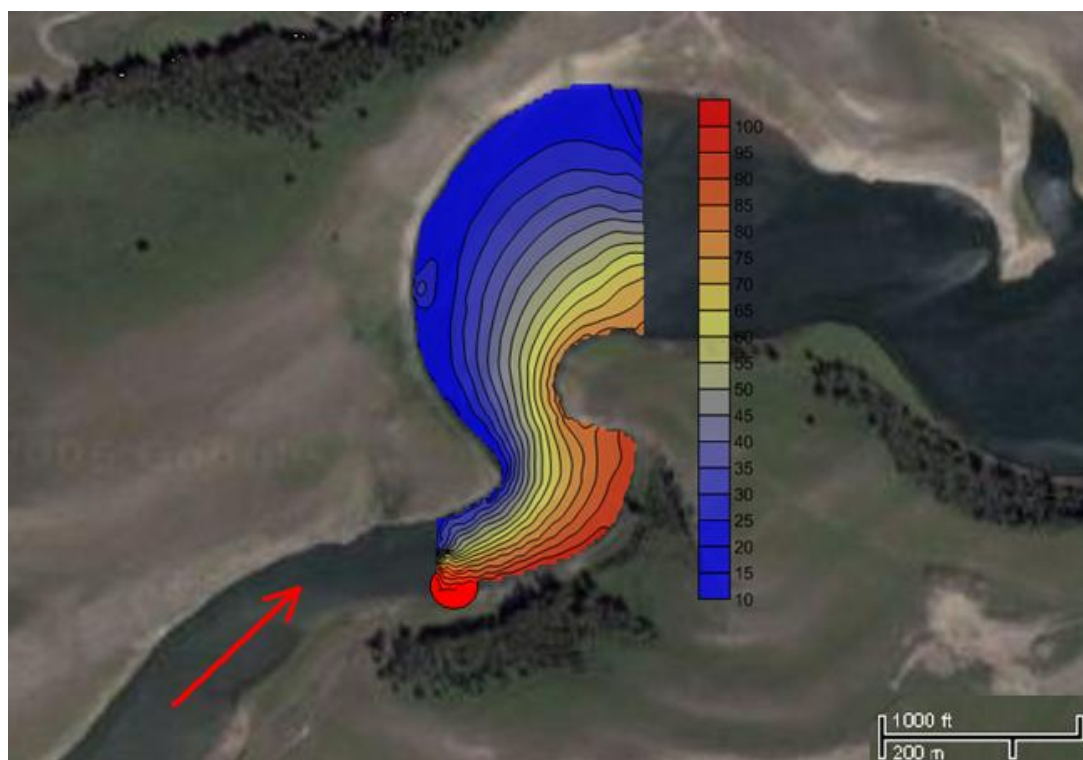


Рис. 3. Картографическая модель процесса полного разбавления сточных вод в водотоке

Таким образом, полученная картографическая модель позволяет наглядно визуализировать процесс полного разбавления сточных вод в поверхностном водном объекте и достоверно оценить концентрацию загрязняющего вещества в любой точке расчетного участка водного объекта.

Литература

1. Бобылева С.Н., Григорьева Л.М. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год. – М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. – 298 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в 2018 году». <http://gosdoklad-ecology.ru/2018/vodnye-resursy/vozdeystvie-na-vodnye-resursy/>
3. Караушев А.В. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 285 с.
4. Матвеева В.А., Петрова Т.А., Чукаева М.А. Очистка дренажных вод хвостохранилищ АО «Апатит» от молибдена. Обогащение руд. М.: Руда и металлы, 2018. – С.42-47.
5. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 17 декабря 2007 года №333 «Обутверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей»
6. РД 52.24.309-2016 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши».
7. Соколов Э.М., Шейнкман Л.Э., Дергунов Д.В. Обеспечение экологической безопасности горных предприятий по водному фактору на основе нейросетевого моделирования. Записки Горного Института, Т. 211. – Спб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. – С. 96-104.

УДК 911; 631/635; 502/504; 574.4

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.

viktrofi@mail.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
им. В.Р. Вильямса

Основы ландшафтного подхода к изучению земель, заложенные В.В. Докучаевым, Л.С. Бергом, Б.Б. Плыновым и др., применительно к природным кормовым угодьям были развиты Л.Г. Раменским, разработавшим основы учения о комплексном почвенно-геоботаническом исследовании земель и

природных типах сельскохозяйственных земель. В основу изучения и оценки пастбищных и сенокосных земель Л.Г. Раменским положен принцип синтетической комплексной характеристики территории по топологическим (местоположение в рельефе), экологическим (условия местообитания растительности), ботаническим и хозяйственным признакам основного производственного значения [2].

Природные кормовые угодья (пастбища и сенокосы) представляют собой особый вид земельных ресурсов, являющихся объектом землепользования и средством производства в сельском хозяйстве. Это сельскохозяйственные угодья, имеющие природный травостой и используемые для производства кормов.

При изучении, оценке и картографировании они рассматриваются главным образом с продукционной точки зрения, как источники корма для животноводства. Основными характеристиками, определяющими фактическое значение природных кормовых угодий как источников корма, являются их типологический состав и площади, продуктивность и качество корма, допустимая степень и целесообразные сроки использования, хозяйственное состояние угодий. Сезонные пастбища оцениваются также с учетом изменения продуктивности по сезонам и пригодности для выпаса разных видов скота [4].

Комплексный подход к картографированию природных кормовых угодий близок к картографированию природных территориальных комплексов (объектов ландшафтоведения). В.Б. Сочава справедливо относит карты кормовых угодий к специализированным ландшафтным картам, которые в отличие от универсальных ландшафтных карт, в равной мере характеризующих все условия природных территориальных комплексов, уделяют особое внимание кормовым особенностям геосистем, важным для хозяйственных целей [3].

Районированию здесь принадлежит особая роль. Главная методологическая функция районирования заключается в том, что оно обеспечивает необходимую связь изучения природных кормовых угодий с ландшафтами и экологией территории [1, 4–6].

Районирование также предваряет работы по аэрокосмическому картографированию природных кормовых угодий, определяет необходимое количество ключевых участков для проведения наземных исследований. Районы являются оптимальным ареалом экстраполяции тематических характеристик изучаемых объектов [4–6].

Литература

1. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география и вопросы практики. – М.: Мысль, 1966. – 256 с.
2. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 621с.
3. Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Избранные труды. – Новосибирск: Наука, 1986. – 345 с.
4. Трофимов И.А. Аэрокосмическое картографирование и мониторинг природных кормовых угодий России / И.А. Трофимов, Е.П. Яковлева // Достижения науки и техники АПК, 1999. № 2. – С. 25–28.
5. Трофимов И.А. Районирование природных кормовых угодий Карта м 1 : 1000000 // Природные ресурсы Калмыцкой АССР. Атлас. – М.–Элиста: ГУГК, 1986. – Л. 5.
6. Трофимова Л.С. Агроландшафтно-экологическое районирование природных кормовых угодий Европейской части России / Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Том 4. Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов /под редакцией академика РАН В.Г.Сычева, Л. Мюллера. – М.: изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. – С. 51–56.

УДК 911; 631/635; 502/504; 574.4

Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.
viktrofi@mail.ru

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРМОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
им. В.Р. Вильямса

Информация является важнейшим ресурсом сбалансированного развития взаимоотношений общества и природы. Геоинформационное моделирование для целей планирования рационального природопользования позволит обеспечить максимальную согласованность и соответствие сельскохозяйственного производства с природными условиями и качеством

земель, экологическим состоянием агроландшафтов и охраной окружающей среды. В зависимости от того, насколько детально учтены в моделировании и использовании природные особенности преобразуемых территорий, находится степень сохранности их ландшафтных комплексов [1–3].

Существенные достижения в области рационального использования кормовых агроэкосистем могут произойти за счет совершенствования информационного обеспечения природопользования, в том числе земле- и пастбищепользования. Совершенствование методов получения информации и комплексной оценки состояния кормовых экосистем необходимо для рационального использования природных ресурсов, адаптивного сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Игнорирование той или иной стороны изучаемых кормовых экосистем ведет к существенным научно-информационным потерям и не вскрывает их агрогеоэкосистемной сущности.

С целью моделирования оценки состояния и динамики кормовых экосистем необходимо создание по результатам аэрокосмического картографирования и мониторинга серии из семи типов карт, интегрированных в специальную тематическую информационную оценочную систему, которая является важнейшим условием управления природными кормовыми угодьями.

Новая серия карт, предназначенных для управления природными кормовыми угодьями, представляет собой целостную систему моделей, которая включает карты районирования и оценки экологического состояния изучаемой территории, типологические карты природных кормовых угодий, карты динамики продуктивности природных пастбищ и сенокосов, карты негативных процессов и их динамики, карты реакции природных кормовых угодий на антропогенные воздействия, карты прогноза поведения природных кормовых угодий, карты систем мероприятий и технологий рационального использования, улучшения и охраны природных кормовых угодий [4, 5].

Предлагаемая система картографических моделей полностью характеризует потенциал, состояние, динамику и поведение агрогеосистем природных кормовых угодий. Тематическая информационная система в свою очередь может быть блоком ГИС. Обогащенная достижениями экологических, географических, биологических и сельскохозяйственных наук она становится незаменимым инструментом в процессе принятия сбалансированных хозяйственных решений.

Литература

1. Мильков Ф.Н. Состояние и общие задачи охраны ландшафтов / Ф.Н. Мильков, В.Б. Михно // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2013. № 1. – С. 232–237.
2. Николаев В.А. Основы учения об агроландшафтах // Агроландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1992. – С. 4–57.
3. Трофимов И.А. Методологические основы аэрокосмического картографирования и мониторинга природных кормовых угодий. – М.: Россельхозакадемия, 2001. – 74 с.
4. Трофимов И.А. Мониторинг динамики кормовых угодий. Калмыкия / И.А. Трофимов, В.И. Кравцова // Космические методы геоэкологии. Атлас. – М.: Географический ф-т МГУ, 1998. – Л. 56.
5. Трофимов И.А. Продуктивность и сезон использования кормовых угодий. Состояние кормовых угодий в связи с опустыниванием. Калмыкия. Карта / И.А. Трофимов, В.И. Кравцова // Космические методы геоэкологии. Атлас. – М.: Географический ф-т МГУ, 1998. – Л. 55.

УДК 551.58:528.9(57)

Труханов А.Э.
antontr.meteo.97@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КЛИМАТА АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Иркутский государственный университет

Сегодня мы с трудом можем себе представить углубленное, обширное исследование в области любой науки без применения геоинформационных технологий. ГИС-технологии находят широкое применение и в области географических наук, например, при изучении изменений климатической системы как всего Земного шара, так и отдельного макро-, микрорегиона. Помимо этого, ГИС-технологии являются мощным инструментом пространственного анализа распределения значений климатологических параметров, вследствие чего составляются тематические карты [3].

В качестве объекта исследования выступает Азиатская территория России (АТР) – это обширный по площади географический объект, состоящий из сложных форм рельефа. К тому же, данный макрорегион недостаточно изучен с точки зрения исследования климата по сравнению с Европейской территорией России.

Следует подчеркнуть, что из-за сложной орографии объекта исследования климатические изменения неоднородны. В зимний период практически на всей АТР отмечается тенденция к похолоданию (до $-0,6$ °C/10 лет) в течение нескольких лет, однако среднегодовая температура на территории России растет более чем в 2,5 раза быстрее глобальной [1]. Средняя скорость потепления в широтной зоне 60° - 120° составляет $0,3$ °C/10 лет. Максимальное повышение температуры воздуха (до $0,9$ °C/10 лет) отмечается в Верхнеленском районе Иркутской области [4], а в полярных областях скорость роста достигает $0,8$ °C/10 лет [2]. Исходя из этого, Азиатская Россия вызывает очевидный интерес, т.к. в данном регионе наиболее ярко проявляются глобальные изменения климата.

Исходными данными для исследования послужили среднесуточные температура воздуха 92 метеорологических станций в зимний период за 1947-2016 гг. После статистической обработки огромного массива данных, нам необходимо отобразить полученные результаты путем построения тематических карт. Для решения данной задачи использовалось программное обеспечение Quantum GIS (QGIS) версии 3.4.13.

В работе проводилось геоинформационное картографирование изменений средних температур декабря, января и февраля за весь период исследования (сравнения происходили с климатической нормой), а также проводилось картографирование коэффициентов линейного тренда и температурных аномалий (2σ и -2σ).

Так, для оценки состояния и изменений современного климата АТР на примере температуры воздуха были построены карты изотерм для всех месяцев зимнего сезона. Полученные карты дали возможность сравнить пространственное распределение температуры воздуха за два периода: 1947-2016 (общий период исследования) и 1961-1990 гг. (климатическая норма). В качестве примера в данной статье приводятся карты января.

Составленные карты позволяют заключить, что январь является самым холодным зимним месяцем исследуемого региона. Температура воздуха в январе изменяется в широком диапазоне от -9 °C до -47 °C. Сравнительный

анализ карт за два периода (рис. 1, рис. 2) показал, что изотермы смещаются на север, северо-восток в Уральском и в Западно-Сибирском регионе. На Дальнем Востоке изменения не столь значительны.

В рамках исследования экстремальных температур воздуха в зимний период был проведен пространственно-временной анализ коэффициентов линейного тренда. В декабре (рис. 3, а) среднестатистическое поле с максимальным значением в центре перераспределяется на центральные районы Красноярского края. В то время как в январе (рис. 3, б) тренд на исследуемой территории изменяется в пределах от $-0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет на ст. Марково до $0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет на ст. Усть-Мома (Якутия).

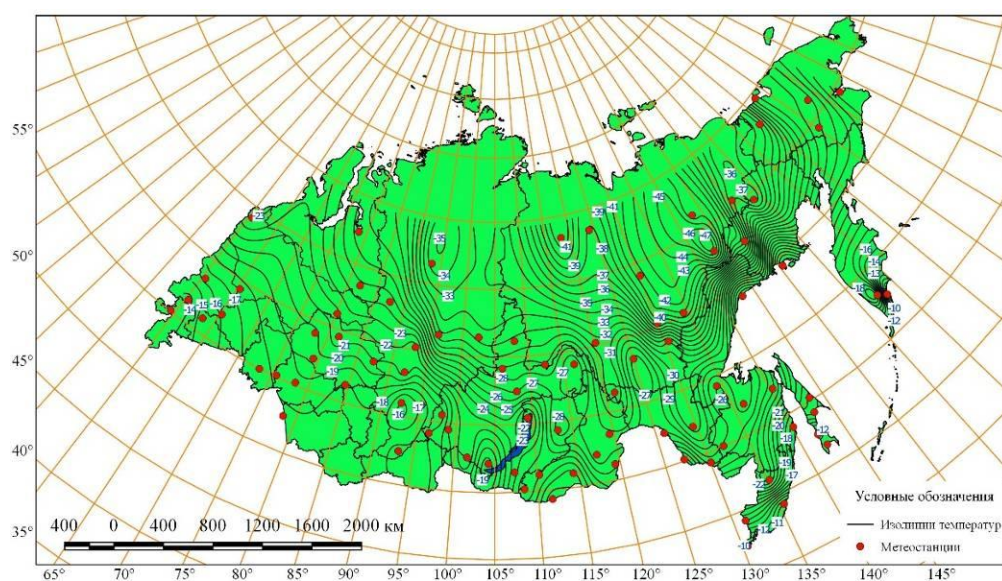


Рис. 1. Карта средних январских температур за период с 1947 по 2016 гг. на территории Азиатской территории России

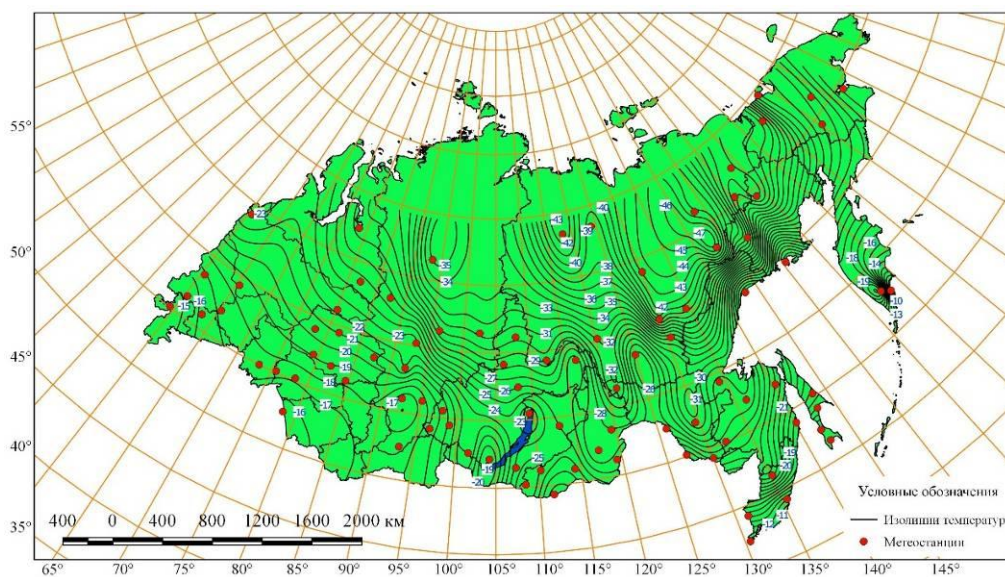


Рис. 2. Карта средних январских температур за период с 1961 по 1990 гг. (климатическая норма) на территории Азиатской территории России

На карте распределения коэффициентов линейного тренда (рис. 3, в) отчетливо видно обширный очаг положительных трендов со значением $0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет в центре. Данный очаг располагается над северо-восточными районами Иркутской области и южными районами Якутии.

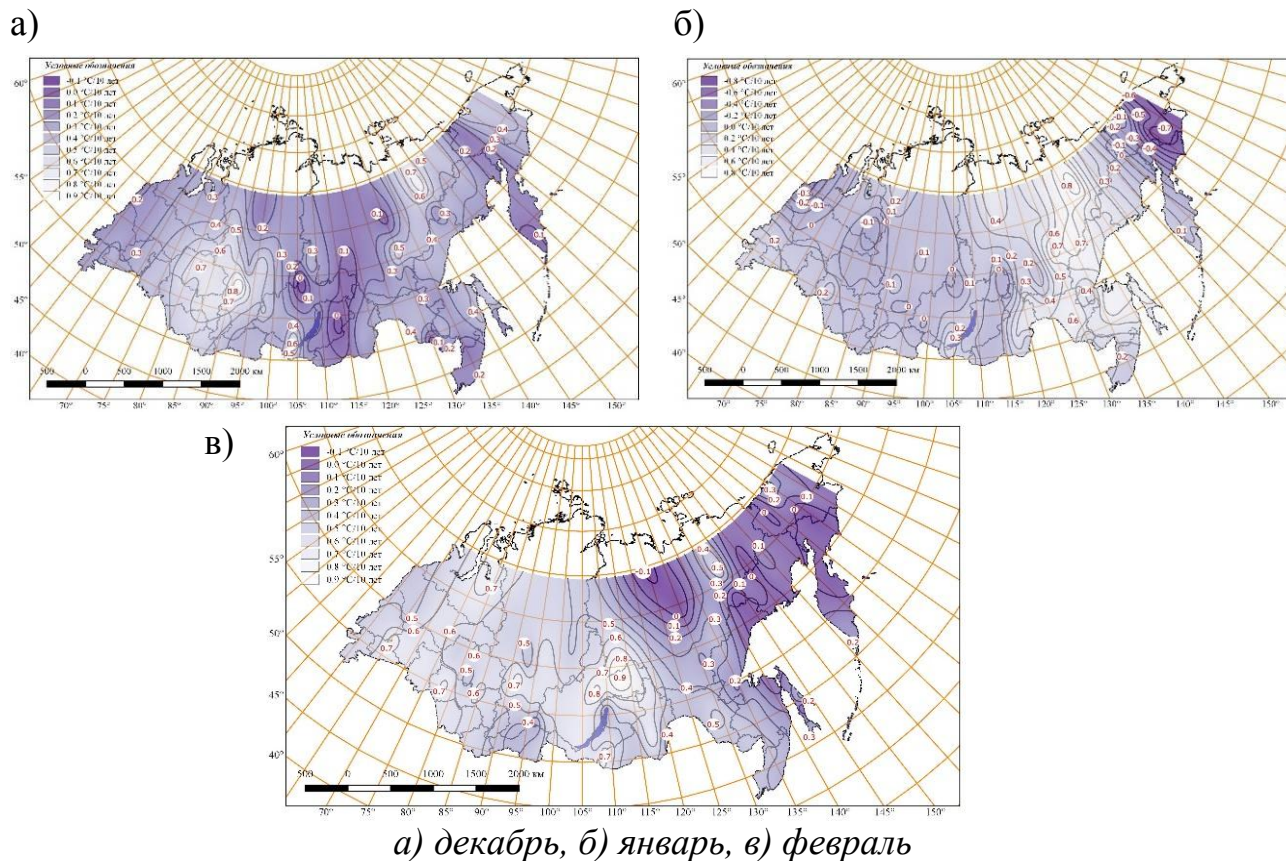
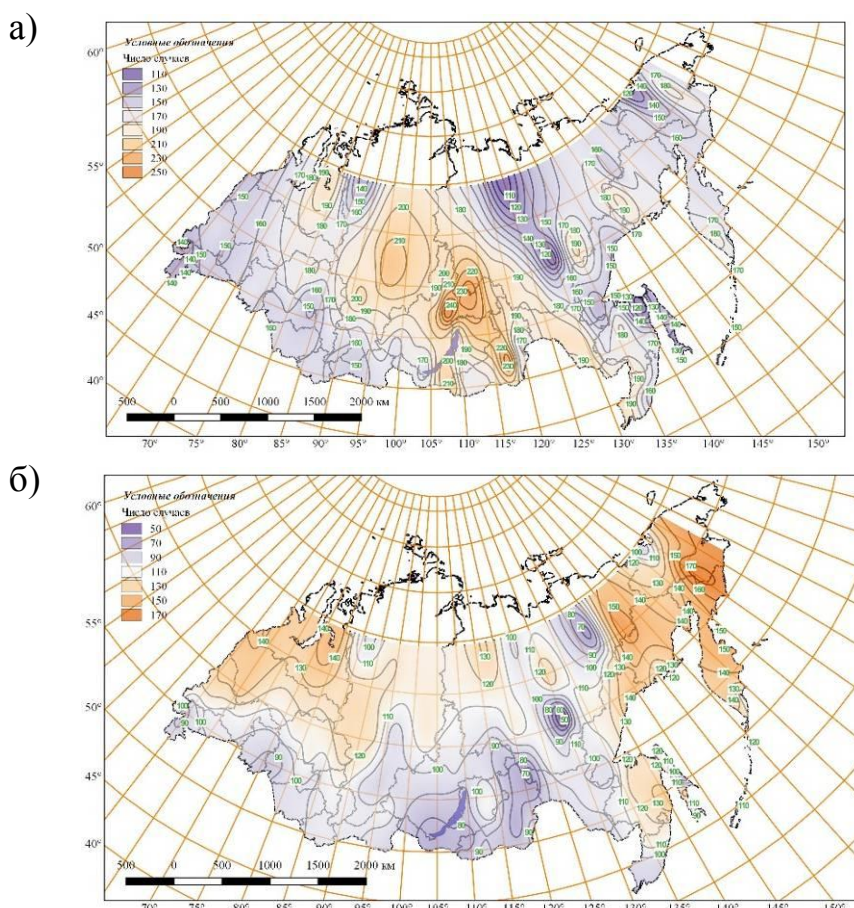


Рис. 3. Распределение коэффициентов линейного тренда зимней температуры на Азиатской территории России за период 1947-2016 гг.

Для того, чтобы оценить температурные аномалии, наблюдаемые на территории данного макрорегиона, был взят относительный показатель экстремальности зим – среднеквадратическое отклонение. Базовый период, который определён для исследования (70 лет) был поделен на пополам: с 1947 по 1981 гг. и с 1982 по 2016 гг., после была посчитана сумма числа случаев за два периода по положительным (2σ) и отрицательным аномалиям (-2σ). Полученные результаты были нанесены на карту Азиатской России.

Карты, приведенные в данной работе, отражают пространственное распределение суммы числа случаев отрицательной аномалии в феврале (рис. 4, а, б). Можно отметить, что на территории Иркутской области, Красноярского края, Республики Бурятия и Забайкальского края во второе 34-летие (1982-2016 гг.) изменяется тенденция распределения числа случаев – вместо очагов с максимальными значениями, которые наблюдались в 1947-1981 гг.,

наблюдаются очаги с минимальными значениями, данные которых колеблются от 70 до 110 случаев на вышеуказанных территориях. Очаги с минимальным значением в центральной части АТР сохраняют свое месторасположение (метеостанции расположены в Якутии) от периода к периоду, но значения у них разные: станции Тегюльтя, станция Усть-Мома и станция Усть-Нюкжа 50 и 70 случаев соответственно (за 1982-2016 гг.) и на станции Джарджан зафиксировано 108 случаев (1947-1981 гг.).

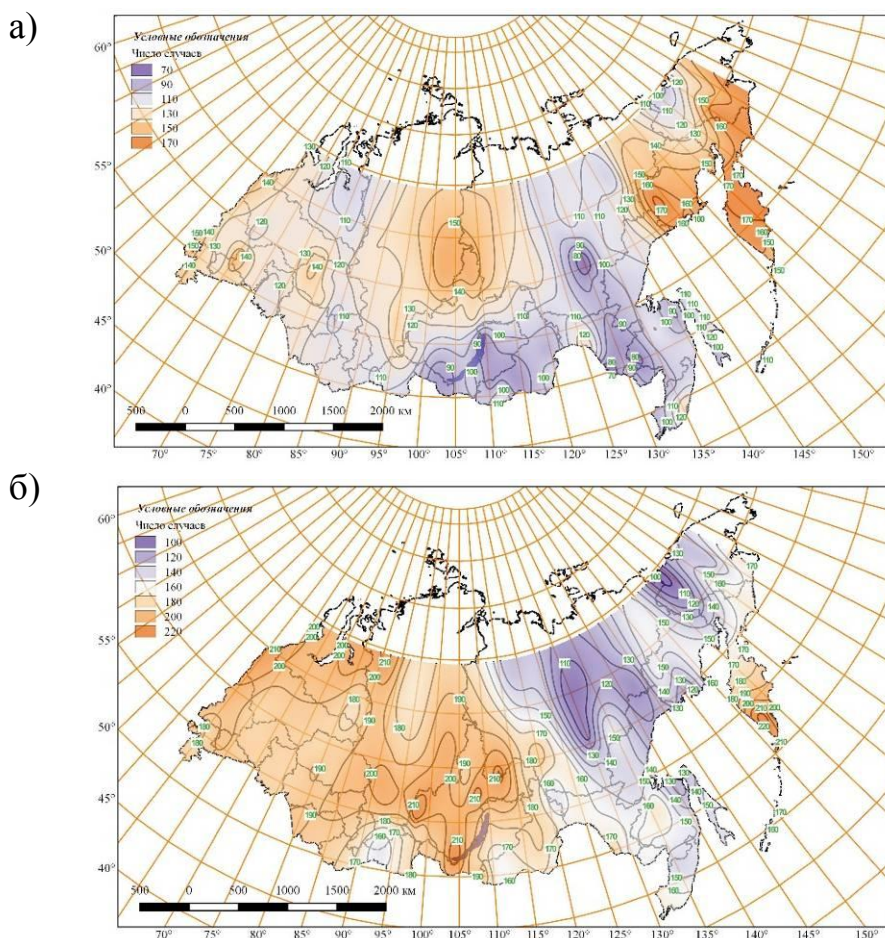


а) 1947-1981 гг. б) 1982-2016 гг.

Рис. 4. Пространственное распределение суммарного числа случаев с отрицательными аномалиями в феврале

Максимальное число случаев положительной аномалии (2σ) в первый период (рис. 5, а) наблюдается на территории Красноярского края, Иркутской области, Якутии (обширный очаг), а также на территории Чукотского АО и Камчатского края. Зона с минимальным числом случаев данной аномалии температуры воздуха расположена на территории Прибайкалья и Забайкалья, а самое минимальное число случаев для аномалии 2σ отмечается в Благовещенске (70 случаев). Переходя к пространственному анализу суммы числа случаев положительной аномалии температуры воздуха за второй период

(1982-2016 гг.) можно отметить следующее, что максимальные значения суммы числа случаев занимают еще больше пространства, чем в первый период и распространяются от Урала до Якутии, охватывая центральные и южные районы Камчатского края (рис. 5, б).



а) 1947-1981 гг. б) 1982-2016 гг.

Рис. 5. Пространственное распределение суммарного числа случаев с положительными аномалиями в феврале

Таким образом, изменение зимней температуры воздуха в сторону повышения на большей части Азиатской России является неоспоримым фактом. Наиболее ярко выражены изменения в Красноярском крае, Республике Якутия, в западных районах Бурятии и некоторых районах Иркутской области. Безусловно, стоит дальше работать над выяснением причин, вызывающих эти климатические изменения.

Помимо этого, ГИС-технологии существенно облегчают работу исследователя, особенно если он обрабатывает и анализирует большие массивы данных на обширной территории. Важно также отметить, что на современном рынке труда ценится специалист, владеющий навыками работы с геоинформационными технологиями.

Литература

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: Росгидромет, 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://climatechange.igce.ru> (дата обращения 10.10.2019).
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год [Текст]. – М.: Росгидромет, 2017. – 70 с.
3. Ивлиева Н. Г. Об опыте применения ГИС-технологий для изучения изменений среднегодовой температуры воздуха на территории Европейской части России / Н. Г. Ивлиева, В. Ф. Манухов, Р. Б. Шайкунова // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2019. – Т. 25. – №. 2. – С. 121-132.
4. Кочугова Е. А. Циркуляционные механизмы формирования температурных аномалий на территории Азиатской России [Текст] / Е. А. Кочугова, О. П. Осипова, А. Э. Труханов // География и природные ресурсы. – 2020. – Т. 162. – №. 3. – С. 34-42.

УДК 551.242.11

Урманов Д.И., Маневич А.И., Лосев И.В.

ai.manevich@yandex.ru

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОАКТИВНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Геофизический центр РАН
Горный институт НИТУ «МИСиС»

В настоящее время в мире, в связи с развитием атомной энергетики и ядерных технологий, как никогда актуальна проблема изоляции высокоактивных радиоактивных отходов. Сегодня большинство исследователей и международных организаций едины во мнении, что наилучшим решением этой проблемы с учетом современного технологического развития человечества, является создание специальных подземных глубоких хранилищ, в которых долгоживущие высокоактивные радиоактивные отходы

(РАО) будут надежно изолированы на весь период их потенциальной опасности.

В 2018 году в Красноярском крае начато строительство первого и единственного на территории стран СНГ пункта глубинного захоронения РАО в породах Нижне-Канского массива. К 2025 году планируется завершение строительства подземной исследовательской лаборатории и начало программы десятилетних исследований выбранного участка.

Эксплуатация пунктов подземной изоляции РАО невозможна без всесторонних и продолжительных исследований геологического массива. Одним из ключевых аспектов долговременной безопасности изоляции РАО в геологических формациях является низкая опасность развития разрушительных геодинамических явлений и процессов, в первую очередь таких как землетрясения, разломообразование и современные движений земной коры.

Развитие опасных геодинамических процессов и явлений определяется закономерностями напряженно-деформированного состояния изучаемого участка недр. Моделирование напряженно-деформированного состояния с использованием геоинформационных систем позволяет получить необходимые данные для исследования геодинамического режима района и оценки инженерных критериев безопасности эксплуатации пункта подземной изоляции РАО.

Одна из нерешенных проблем изучения местных и региональных закономерностей напряженно-деформированного состояния – это отсутствие единого информационного пространства получаемых данных. Обычно данные создаются и хранятся с использованием разных подходов и программного обеспечения, что в последствии не дает возможности их совместного анализа. Для решения этой проблемы необходимо получать данные в ГИС-формате, который позволяет преобразовывать их в другие форматы и системы координат.

Применяемый метод основан на моделировании напряженно-деформированного состояния блочных гетерогенных массивов, нарушенных системой тектонических разломов [1 - 3]. Кратко он сводится к следующему: блочный гетерогенный породный массив, состоящий из упруго-изотропных блоков, моделируется слоем, который нарушен произвольно ориентированными разломами. Среда внутри блока принимается изотропно-упругой, внешнее поле тектонических напряжений задается исходя из геолого-геофизических предпосылок. Тектонический разлом моделируется упруго-

изотропной средой с модулем упругости существенно ниже пород окружающего массива. Вычисления производятся на основе метода конечных элементов, реализованные на языке программирования Python, с использованием библиотеки SfePy.

Для реализации вычислений был запрограммирован модуль для численного моделирования напряженно-деформированного состояния геологической среды, нарушенной тектоническими разломами в плоской постановке задачи. С помощью данного модуля, были получены новые распределения полей напряжений для района Нижне-Канского массива (рис. 1, 2). Эти данные были добавлены в ГИС-базы данных созданные на основе ArcGIS. На основе этих расчетов было показано, что области низкой интенсивности напряжений являются перспективными с позиции более безопасного размещения РАО с позиции тектонической стабильности геологической среды.

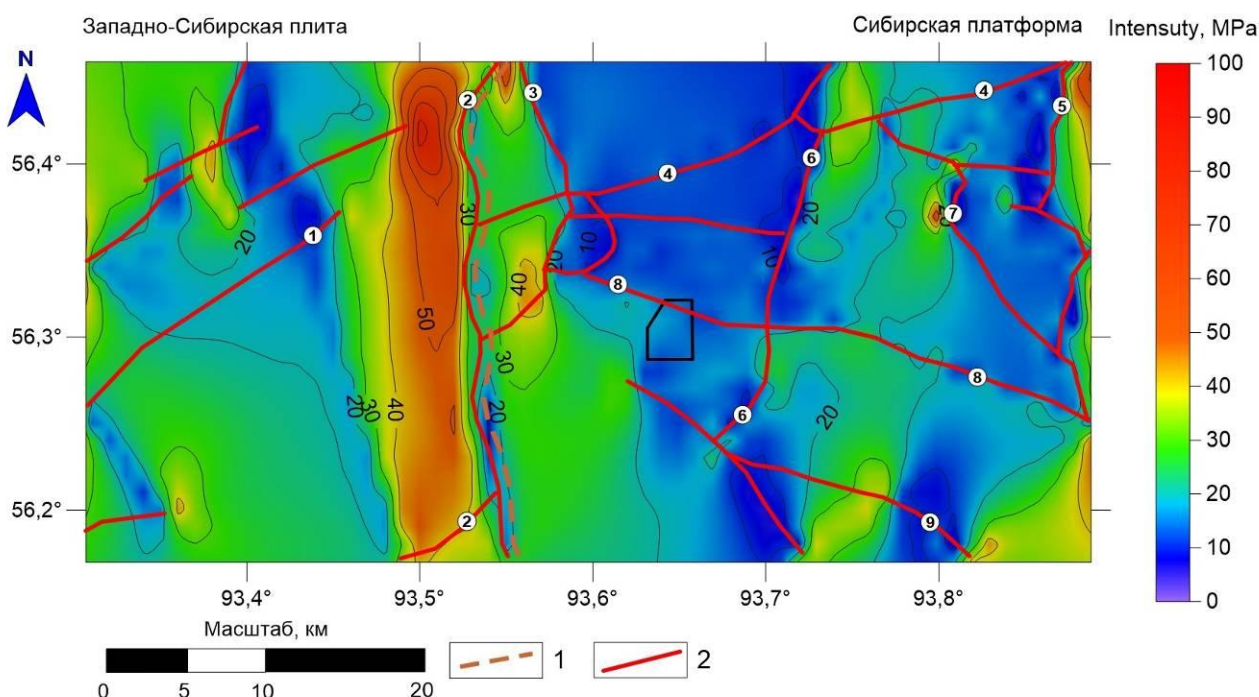


Рис. 1. Интенсивность напряжений района Нижне-Канского массива. 1 – граница контакта Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты; 2 – крупные тектонические разломы; Цифрами на рис. 1 и рис. 2 обозначены основные тектонические разломы: 1 – Первый Красноярский разлом; 2 – Муратовский разлом; 3 – Атамановский разлом; 4 – Канско-Атамановский разлом; 5 – Малотельский разлом; 6 – Правобережный разлом; 7 – Большетельский разлом; 8 – Шумихинский разлом; 9 – Байкальский разлом

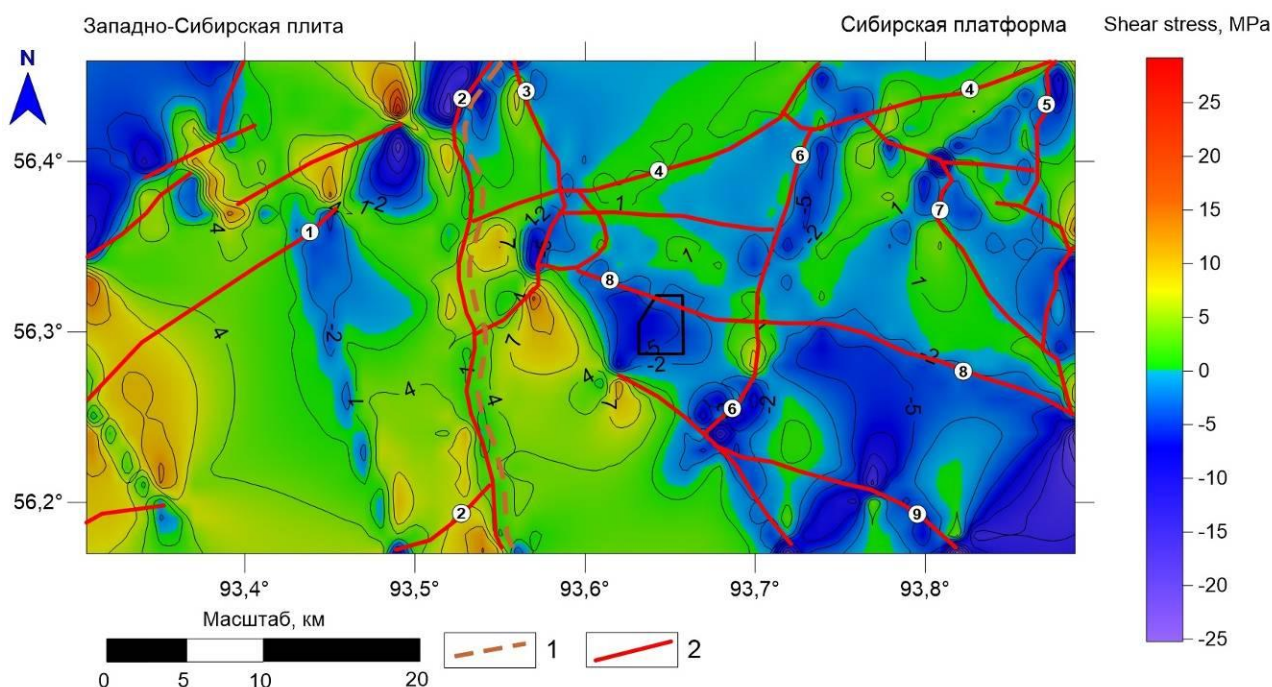


Рис. 2. Напряжения сдвига района Нижне-Канского массива. 1 – граница контакта Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты; 2 – крупные тектонические разломы

Данные результаты необходимо учитывать при поставке комплексных геофизических исследований, в подземной исследовательской лаборатории в пределах Нижне-Канского массива.

Литература

1. Morozov V.N., Kolesnikov I.Yu., Tatarinov V.N. Modeling of danger levels of stress-strain state in structural blocks of the Nizhnekansky granitoid massif (to the choice of radioactive waste disposal sites) // *Geoecology*. 2011. №6. p 524-542.
2. Morozov V. N., Kolesnikov I. Yu., and Tatarinov V. N. Modeling the Hazard Levels of Stress-Strain State in Structural Blocks in Nizhnekanskii Granitoid Massif for Selecting Nuclear Waste Disposal Sites // *Water Resources*. 2012. Vol. 39. No. 7. p. 756–769. DOI:10.1134/S009780781207007X.
3. Morozov, V. N., Tatarinov V. N., Manevich A. I., Losev I. V. Analogy method to determine the stress-strain state of structural-tectonic blocks of the Earth's crust for the disposal of radioactive waste // *Russian Journal of Earth Science*. 2019. Vol. ES6001. p. 1-11. DOI:10.2205/2019ES000687.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Волгоградский государственный университет

Проблемы исследования расселения сельского населения относятся к числу основополагающих, оказывающих влияние на многие аспекты общественного развития. В современной мировой экономико-географической науке доминируют исследования, отражающие классические методологические подходы. К числу известных (переведенных на русский язык) зарубежных работ по проблемам расселения необходимо отнести работу Голда Д. [2]. В ней отмечается, что расселение населения отражает длительное доминирование определенных ценностей, отражающих постоянное влияние внешних воздействий на личные эмоции, первичные эмоциональные реакции, поведенческие реакции. Одним из направлений исследований является проблема оценки транспортной доступности сельских территорий, которая учитывается при развитии всех видов хозяйственной деятельности. Представленная работа является частью комплексных исследований сельских территорий Волгоградской области, проводимых авторами [1, 3-5].

Оценка транспортной доступности была проведена в двух разрезах. Во-первых, оценка условий транспортной доступности сельских поселений по отношению к областному центру – г. Волгограду. Основу методического подхода составляет вычисление времени, в течение которого пассажир достигнет целевого населенного пункта. При этом мы опирались на федеральные автодороги и исходили из средней скорости передвижения по ним в 60 км/ч. Основным инструментарием для проведения расчетов и картографической визуализации результатов анализа послужила программная среда ArcGis 10.3, методом – интерполяция данных расчетного времени в пути для всех сельских населенных пунктов области. Результаты анализа позволили провести зонирование сельских территорий по отношению к г. Волгограду:

1. Зона непосредственного влияния (наиболее благоприятная), расположенная в пределах 1,5 часовой доступности, охватывает 113 сельских населенных пунктов.

2. Зона формирующего влияния (благоприятная), с показателем транспортной доступности до 3 часов. В ее пределах расположены 122 населенных пункта.

3. Зона экономического влияния (ограниченно благоприятная зона), в пределах которой находятся 227 сельских населенных пункта. Транспортная доступность от Волгограда – до 4 часов.

4. Зона хозяйственного влияния (неблагоприятная зона), для которой транспортная доступность достигает 7 часов. В этой зоне находится большинство из проанализированных населенных пунктов – 799.

Вторая составляющая оценки транспортной доступности – выявление условий транспортной доступности сельских поселений по отношению к районным центрам. В этом случае за основу принята сетка административно-территориального деления региона, также в основе анализа лежит метод интерполяции. При расчете временной доступности учитывалась сеть дорог с твердым покрытием. Так были выделены населенные пункты с транспортной доступностью (рис. 1): менее 30 минут – 279 пунктов; от 30 до 45 – 324 пункта; более 45 минут – 667 пунктов.

Таким образом, в ходе исследования была произведена оценка транспортной доступности сельских территорий региона на двух уровнях: региональном и районном. В результате были выявлены зоны разной степени благоприятности условий хозяйственного развития. Стоит отметить, что транспортная доступность относительно районного центра кроме временных затрат, отражает и неравномерность развития транспортной сети, в частности наличия дорог с твердым покрытием, в районах.

Полученные данные территориальной доступности сельских территорий Волгоградской области используются в дальнейшей комплексной оценки ресурсного потенциала сельских территорий.



Рис. 1. Транспортная доступность сельских поселений Волгоградской области по отношению к районным центрам

Исследование выполнено при финансовой поддержке Администрации Волгоградской области в рамках соглашения о предоставлении из областного бюджета грантов в форме субсидий от 29.11.2019. № 7.

Литература

1. Вишняков Н.В. Социально-экономическая ретроспектива заселения и освоения района малой излучины реки Дон на примере бассейна реки Большая Голубая / Н.В. Вишняков, Д.А. Семенова // Проблемы региональной экологии. – 2016. – № 1. – С. 92-100.
2. Голд Дж. Психология и география: Основы поведенческой географии: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1990. – 304 с.

3. Хаванская Н.М., Аляев В.А., Семенова Д.А. Геоинформационный анализ потенциала человеческих ресурсов аграрных территорий Волгоградской области / Н.М. Хаванская., В.А. Аляев, Д.А. Семенова // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2020. – Т. 22. – № 2. – С. 109-118.

4. Хаванская Н.М., Аляев В.А., Семенова Д.А. Картографические методы исследования системы сельского расселения Волгоградской области / Н.М. Хаванская., В.А. Аляев, Д.А. Семенова // Природные системы и ресурсы. – 2019. – Т. 9. – № 4. – С. 64-71.

5. Хаванская Н.М., Солодовников Д.А. Геоинформационное картографирование численного состава сельских поселений Волгоградской области / Н.М. Хаванская, Д.А. Солодовников // В сборнике: Цифровая География. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах. Пермь, 2020. – С. 117-119.

6. Шинкаренко, С.С. Анализ пастбищных ресурсов Волгоградской области в геоинформационной системе / С.С. Шинкаренко, О.Ю. Кошелева., Д.А. Солодовников, А.М. Пугачева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2019. – № 1 (53). С. 123-130.

УДК 528

Шурыгина А.А., Самсонов Т.Е.
ashurygina@geogr.msu.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТОЧНЫХ (ГРИДОВЫХ) СИСТЕМ В ГЕОИНФОРМАТИКЕ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Увеличение скорости получения и объема накопления пространственных данных неминуемо требует развития теории и технологии их интеграции, анализа и визуализации. Активно развивающимся способом представления пространственных данных являются дискретные глобальные сеточные (гридовые) системы, ДГСС или DGGS (Discrete Global Grid Systems, DGGS), призванные разрешить трудности, возникающие при работе в традиционных

геоинформационных системах. В данном обзоре мы описываем идею и разновидности ДГСС, преимущества их использования при обработке пространственных данных, тематики исследований ДГСС и нерешённые задачи, основные технологические реализации и перспективы внедрения ДГСС в геоинформационные исследования.

ДГСС появились в 1980-х годах [5] как упрощённая, геодезически обоснованная модель Земли для работы с пространственными данными на глобальном уровне. Стандартизация ДГСС прошла только в 2017 г. на основе критериев, сформулированных М. Ф. Гудчайлдом и Дж. Кимерлингом в 1990-х [14].

Дискретные глобальные гридовые системы в своей основе имеют одно из пяти Платоновых тел — оно выступает аппроксимацией сферической модели Земли (рис. 1). Каждая плоская грань такого тела разбивается установленным способом на фигуры равной формы и площади. Полученные ячейки проецируются на сферу, реже — на эллипсоид [6, 19]). Установлено, что при таком подходе ячейки разбиения не получаются равными по форме и площади, поэтому для минимизации искажений рекомендуется использовать усечённый икосаэдр (рис. 2), грани которого представляют собой 20 шестиугольников и 12 пятиугольников [26].

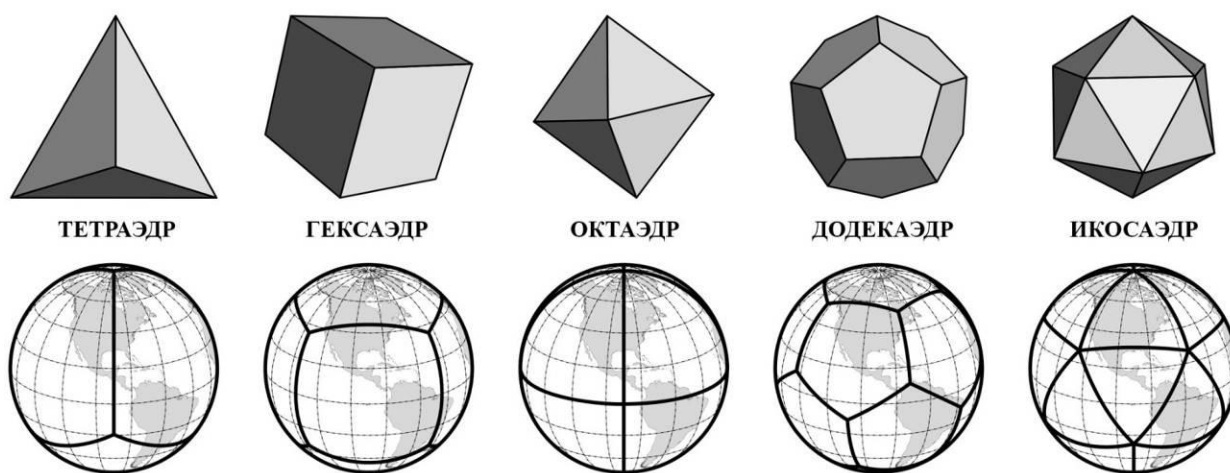


Рис. 1. Платоновы тела и их отображение на сфере

Основные свойства ДГСС заключаются в методе разбиения граней исходного тела. Для замощения поверхностей применяются треугольники, квадраты, ромбы и шестиугольники. При выборе формы ячейки важно учитывать характер соседства между ними: треугольник является самой сложной фигурой в этом смысле, так как имеет соседей по рёбрам и по

вершинам, напротив, у шестиугольника число соседей и их местонахождение определяется однозначно. Другое свойство — фрактальность, способность к саморазбиению на подобные фигуры. Шестиугольник, в отличие от треугольника или квадрата, нельзя замостить такими же фигурами меньшего размера. Связанный с этим свойством уровень апертуры характеризует ДГСС в целом: это число многоугольников более детального разбиения поверхности, которое помещается внутри ячейки соседнего, менее детального иерархического уровня.

Открытый консорциум по пространственным данным (Open Geospatial Consortium, OGC) определяет ДГСС как систему отсчёта (spatial reference system), использующую иерархическое разбиение поверхности относимости на ячейки. Дискретные глобальные сети согласно стандарту OGC должны обеспечивать три группы функций:

- Квантование — пересчёт пространственной составляющей данных других моделей в координаты ячеек ДГСС.
- Определение пространственных отношений ячеек — для навигации по сети и установления топологических отношений объектов.
- Интероперабельность — возможность взаимодействия с внешними системами.

При современном запросе на скорость обработки и представления большого объёма пространственных данных дискретные глобальные сети выступают привлекательным решением по нескольким причинам.

Центроиды ячеек ДГСС имеют фиксированное пространственное положение на определённом иерархическом уровне и обращение к ячейке происходит по целочисленному индексу. С одной стороны, это значительно уменьшает объём памяти, выделяемый для хранения информации и помогает согласовывать данные: объекты или их части, попадающие в ячейку, имеют одинаковые координаты [2, 12]. Кроме того, хранение информации в отдельных ячейках, взаимное расположение которых известно, позволяет использовать параллельное и распределённое вычисление, значительно увеличивающие скорость обработки данных [<http://www.pyxisinnovation.com/Developers/DGGS>]. Учитывая иерархичность системы, привязка данных может осуществляться на таком уровне разрешения, который соответствует точности определения координат объектов. С другой стороны, такое обобщение информации в пределах пространственных единиц может приводить к проблемам с топологией объектов [29].

Векторные и растровые модели пространственных данных, широко используемые в геоинформационных исследованиях, по-разному хранятся, имеют разные алгоритмы анализа — как следствие, есть трудности их совместной обработки. Дискретные глобальные сети могут стать универсальной моделью, позволяющей оперировать данными независимо от их формы представления и локализации [15].

ДГСС позволяет не учитывать некоторые особенности математической основы карт: искажения проекций, краевые эффекты (например, 180 меридиан в градусной системе координат).

Технология дискретных глобальных сетевых систем реализована в ряде библиотек, многие из которых доступны на нескольких языках программирования. Кроме создания ДГСС различных свойств, квантования и индексации данных, в них нередко доступны функции пересечения, пространственного запроса, поиска соседей (табл.).

Таблица

Программные библиотеки, работающие с дискретными глобальными сетевыми системами

ДГСС	Базовый многогранник	Фигура замощения
SCENZ-Grid	куб	квадрат, треугольник
OPEN DataCube	куб	квадрат
DGGRID []	икосаэдр	шестиугольник
PYXIS WorldView	икосаэдр	шестиугольник
HLQT	икосаэдр	шестиугольник
Uber H3	икосаэдр	шестиугольник
OpenEAGGR	икосаэдр	шестиугольник, треугольник
S2Geometry	—	квадрат

Повсеместное внедрение ДГСС пока не происходит в первую очередь из-за отсутствия методической базы их применения в геоинформационном анализе [9]. До выхода стандарта OGC 2017 г. большая часть работ, связанных с глобальными сетями была посвящена их геометрическим или геодезическим

особенностям, поиску сетей с конфигурациями, которые бы максимально удовлетворяли критериям ДГСС М. Ф. Гудчайлда и Дж. Кимерлинга [7]. Авторы изучали искажения объектов при выборе различных Платоновых тел, обосновывали положение тела относительно сферы [19], экспериментировали с уровнями апертуры сети и правилами квантования данных [11], в том числе для сохранения топологических отношений пространственных объектов. Значительная часть работ касается разработки алгоритмов индексации ячеек [23]. Они необходимы для согласования иерархических уровней и влияют на скорость выполнения любых операций, потому что операция — это обращение к ячейкам, поиск соседей, которые связаны с индексами единиц дискретизации. Подобные математические исследования ДГСС не теряют актуальности [8, 29], появляются новые темы, связанные с введением дополнительного измерения, с возможностью сделать каждый иерархический уровень объёмным [24].

Известны примеры применения ДГСС для визуализации пространственных данных [16, 17]. Эпоха ДГСС как основа и инструмент геоинформационного анализа только начинается. Одним из заметных проектов является канадская система IDEAS (Integrated environmental analytics system), которая позволяет пользователям загружать данные и выполнять базовый пространственный анализ (построение буферной зоны и оверлейные операции). В основе лежит библиотека DggridR (версия библиотеки DGGRID на языке R [3]), используемая для индексации, визуализации данных и принятия запросов от пользователя. Геометрические операции выполняются через подключённую к системе базу данных. На базе IDEAS было выполнено моделирование паводков на реках Канады [4].

ДГСС на основе икосаэдра с треугольными ячейками апертуры 4-го уровня применяется в метеорологическом моделировании (рис. 2). Речь идёт о модели ICON, разработанной Службой погоды Германии и Институтом метеорологии Макса Планка [<https://code.mpimet.mpg.de/projects/iconpublic>].

Ключевая задача на пути развития ДГСС заключается в адаптации алгоритмов растрового и векторного анализа для разных видов сетей и определение ограничений и условий их использования. Значимой работой в этом направлении является разработка алгоритма выделения водосборного бассейна водотока по регулярной гексагональной сети [10].

Поскольку ДГСС представляет собой регулярно-сеточное разбиение с заданной топологией ячеек, наиболее естественным и первоочередным видится

адаптация методов растрового анализа и визуализации к таким структурам данных. А именно:

- Растровая алгебра [22]: локальные, фокальные, зональные и глобальные операции. В данную группу входят такие широко применяемые функции как арифметические, фильтрация (свёртка), евклидово расстояние и распределение, построение кратчайшего и стоимостного пути, зональная статистика, агрегирование, взвешенный оверлей и многие другие.
- Генерализация [13]: структурная, количественная, количественно-категорийная (классификация), категорийная (реклассификация).
- Цифровое моделирование рельефа [27]: восстановление поверхности по дискретным данным, вычисление производных и геоморфометрия, выделение и классификация форм рельефа, гидрологический анализ.
- Визуализация [1]: построение изолиний, послойной и градиентной окраски, аналитической отмывки, линий тока и т.д.
- Конвертация между моделями данных: ДГСС в растр и обратно, ДГСС в вектор и обратно и т.п.

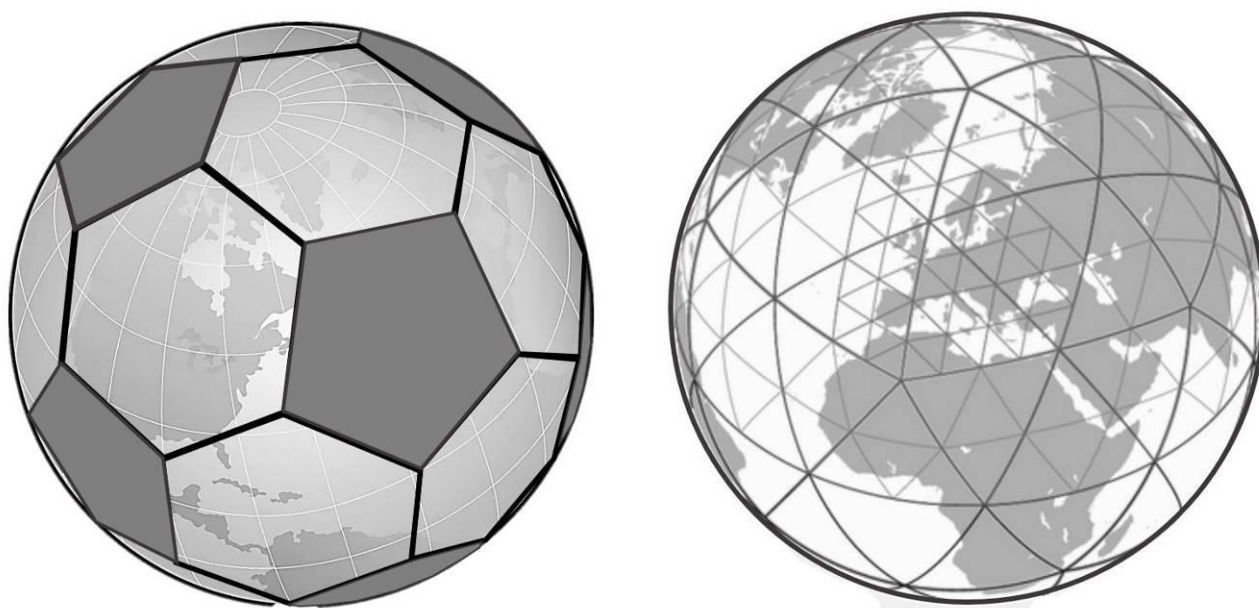


Рис. 2. Отображение усечённого додекаэдра на сфере (слева) и ДГСС модели ICON (справа)

Сложность реализации классических функций растрового анализа для ДГСС состоит в том, что они должны учитывать кривизну поверхности Земли. В частности, при условии изотропности пространства кратчайший путь между

двумя точками будет представлять собой геодезическую линию, аппроксимированную центрами ячеек ДГСС, а не прямую линию.

Вместе с тем, особенности ДГСС, связанные с возможностью покрытия поверхности Земли с минимальными искажениями, отсутствием краевых эффектов в традиционно «проблемных» для моделирования местоположениях (на полюсах, на 180 меридиане), возможностью быстрой генерализации в рамках иерархической структуры, наличием строгой топологической структуры — позволяют говорить о том, что такие модели данных позволят в перспективе разрабатывать более универсальные и точные методы геоинформационного анализа.

Литература

1. Самсонов Т.Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты / Т.Е. Самсонов *tech.mendeley-groups: Cartography Citation Key: samsonov2011c*. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 208 p.
2. Alderson T., Purss M, Du X, Mahdavi-Amiri A, Samavati F. Digital earth platforms //Manual of Digital Earth. – Springer, Singapore, 2020. – С. 25-54.
3. Barnes, R. 2016. DggridR: discrete global grids for R. [Online]. Available from <https://github.com/r-barnes/dggridR> [25 July 2019].
4. Chaudhuri C., Gray A., Robertson C. InundatEd: A Large-scale Flood Risk Modeling System on a Big-data–Discrete Global Grid System Framework //Geoscientific Model Development Discussions. – 2020. – С. 1-47
5. Dutton G. Part 4: mathematical, algorithmic and data structure issues: geodesic modelling of planetary relief //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 1984. – Т. 21. – №. 2-3. – С. 188-207.
6. Gibb R. G. The rHEALPix discrete global grid system //E&ES. – 2016. – Т. 34. – №. 1. – С. 012012.
7. Gregory M. J. et al. A comparison of intercell metrics on discrete global grid systems //Computers, Environment and Urban Systems. – 2008. – Т. 32. – №. 3. – С. 188-203.
8. Hall J. et al. Disdyakis Triacotahedron DGGS //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – Т. 9. – №. 5. – С. 315.

9. Li M., Stefanakis E. Geospatial Operations of Discrete Global Grid Systems—a Comparison with Traditional GIS //Journal of Geovisualization and Spatial Analysis. – 2020. – T. 4. – №. 2. – C. 1-21.
10. Liao C. et al. Watershed delineation on a hexagonal mesh grid //Environmental Modelling & Software. – 2020. – C. 104702.
11. Mahdavi Amiri A., Alderson T., Samavati F. Geospatial data organization methods with emphasis on aperture-3 hexagonal discrete global grid systems //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 2019. – T. 54. – №. 1. – C. 30-50.
12. Mahdavi-Amiri A., Alderson T., Samavati F. A survey of digital earth //Computers & Graphics. – 2015. – T. 53. – C. 95-117.
13. McMaster R. A conceptual framework for quantitative and qualitative raster-mode generalization / R. McMaster, M. Monmonier // Proceedings of GIS/LIS'89. – 1989. – P. 390-403.
14. OGC Topic 21: discrete global grid system abstract specification, 2017 <http://www.opengis.net/doc/AS/dggs/1.0>. Accessed 15 Nov 2019 /// Goodchild M. F. Geographical grid models for environmental monitoring and analysis across the globe (panel session) //GIS/LIS. – 1994. – T. 94. /// Kimerling J. A., Sahr K, White D, Song L Comparing geometrical properties of global grids //Cartography and Geographic Information Science. – 1999. – T. 26. – №. 4. – C. 271-288.
15. Peterson P. R. Discrete Global grid systems //International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology. – 2016. – C. 1-10.
16. Purss M. B. J. et al. Applying discrete global grid systems to sensor networks and the Internet of Things //2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). – IEEE, 2017. – C. 5581-5583.
17. Raposo P., C. Robinson A., Brown R. A virtual globe using a discrete global grid system to illustrate the modifiable areal unit problem //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 2019. – T. 54. – №. 1. – C. 51-62.
18. Sahr K. Central place indexing: Hierarchical linear indexing systems for mixed-aperture hexagonal discrete global grid systems //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 2019. – T. 54. – №. 1. – C. 16-29.

19. Sahr K., White D., Kimerling A. J. Geodesic discrete global grid systems //Cartography and Geographic Information Science. – 2003. – T. 30. – №. 2. – C. 121-134.
20. Sirdeshmukh N. et al. Utilizing a discrete global grid system for handling point clouds with varying locations, times, and levels of detail //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 2019. – T. 54. – №. 1. – C. 4-15.
21. Snyder J. P. An equal-area map projection for polyhedral globes //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 1992. – T. 29. – №. 1. – C. 10-21.
22. Tomlin D. GIS and Cartographic Modeling / D. Tomlin. – 2nd Editio. – ESRI Press, 2012. – 204 p.
23. Tong X. et al. Efficient encoding and spatial operation scheme for aperture 4 hexagonal discrete global grid system //International Journal of Geographical Information Science. – 2013. – T. 27. – №. 5. – C. 898-921.
24. Ulmer B., Hall J., Samavati F. General Method for Extending Discrete Global Grid Systems to Three Dimensions //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – T. 9. – №. 4. – C. 233.
25. Wang R. et al. Indexing Mixed Aperture Icosahedral Hexagonal Discrete Global Grid Systems //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – T. 9. – №. 3. – C. 171.
26. White D., Kimerling J. A., Overton S. W. Cartographic and geometric components of a global sampling design for environmental monitoring //Cartography and geographic information systems. – 1992. – T. 19. – №. 1. – C. 5-22.
27. Wilson J.P. Environmental applications of digital terrain modeling : New analytical methods in earth and environmental science / J.P. Wilson. – First edition. – Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2018. – 336 p.
28. Zhou J. et al. Lattice Quad-Tree Indexing Algorithm for a Hexagonal Discrete Global Grid System //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – T. 9. – №. 2. – C. 83.
29. Zhou L. et al. A Topology Preserving Gridding Method for Vector Features in Discrete Global Grid Systems //ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2020. – T. 9. – №. 3. – C. 168.

*Шустова Н.В., Потахина Т.А., Сулова М.А.,
Разуваева Е.И., Гусев Е.А.
klen_izborsk@mail.ru, gus-evgeny@yandex.ru*

**ОПЫТ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКТА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ТРЕТЬЕГО
ПОКОЛЕНИЯ МАСШТАБА 1:1 000 000 АРКТИЧЕСКОГО
ШЕЛЬФА РОССИИ**

ВНИИ Океангеология

Государственная геологическая карта масштаба 1:1 000 000 третьего поколения (ГГК-1000/3) представляет собой информационно-аналитическую систему, оформленную с использованием ГИС-технологий и содержащую банк исходной геолого-геофизической информации, результаты предварительной и сопутствующей интерпретации геофизических полей, сейсмических профилей, цифровые модели карт и схем, а также объяснительную записку. В комплекс картографических работ, помимо собственно составления и подготовки к изданию листов Госгеолкарты-1000/3, входит создание полистных батиметрических, геофизических и геохимических основ, научно-методическое обеспечение и сопровождение работ, в частности совершенствование серийных легенд и инструктивно-методических документов [1, 2, 3].

Создание цифровой модели (наряду с бумажным изданием) является обязательным результатом составления комплекта для каждого листа Государственной геологической карты третьего поколения масштаба 1:1 000 000 и нацелено на электронное издание карт в будущем. Состав, унифицированная структура и формат представления данных цифровой модели подробно регламентированы в соответствующем руководстве [4]. Там же рекомендованы основные ГИС-системы, в которых должна быть представлена цифровая модель комплекта. В этом же руководстве отражены, по сути, и все основные этапы цифрового моделирования. Для удобства и плавного перехода от цифровой модели к изданию, существуют специальные программные средства, разработанные во ВСЕГЕИ, позволяющие в рамках ГИС оформлять листы карты в максимальном соответствии картографическим требованиям.

Отделом геологического картирования ФГБУ «ВНИИОкеангеология» создаются цифровые модели по составляемым комплектам Государственной геологической карты третьего поколения для листов масштаба 1:1 000 000, захватывающих акватории арктических морей - как в пределах территориальных вод РФ, так и в нейтральных водах. Процесс создания цифровых моделей многоступенчатый. В идеале, цифровая модель создается по уже готовым авторским макетам, как окончательный вариант и не подлежит изменению. Но практика работы показывает, что во многих случаях требуется корректировка авторских макетов (следовательно, и цифровой модели) в связи с вновь поступившими данными или результатами исследований, а также увязка связанных по содержанию листов, но составленных разными авторами. Поэтому, создание цифровой модели часто включает в себя не просто отображение данных «в цифре», но и их последующий мониторинг.

Единая цифровая модель комплекта объединяет в одну структуру цифровые модели каждой из компонент: тематических карт и схем, входящих в комплект и утвержденных в техническом задании и отдельно для топографической основы. Эта структура имеет иерархию «от компоненты к слою». Физически, каждой компоненте комплекта Государственной геологической карты соответствует каталог с определенным названием. Внутри каталога компоненты находятся каталоги (пакеты), соответствующие послойному ранжированию объектов на тематические слои. Внутри каждого пакета, соответствующего тематическому слою, находятся, непосредственно, файлы 3 типов геометрии: точек, линий или полигонов. Файлы представляются в обменном формате *.shp

Создание цифровой модели для каждой из компонент предусматривает следующие основные этапы.

1. **Сбор исходных материалов.** Исходные материалы, являющиеся основой для создания цифровой модели, могут быть основными и вспомогательными. Основные материалы включают авторские макеты карты или схемы, а также условных обозначений (легенды), сделанные: на бумаге, либо в доступных растровых или векторных редакторах, а также макеты в виде ГИС-проектов. К вспомогательным материалам относятся все материалы, дополняющие или уточняющие авторский макет. Форма их представления также разнообразна.

2. **Анализ легенды с последующим определением основных объектов содержания.** Важный этап, в процессе которого устанавливаются и (или)

уточняются объекты содержания карты (схемы), определяется логическая и физическая структура цифровой модели, а также тип геометрии объектов и порядок их оцифровки. На этом этапе, как правило, создаются: физическая структура цифровой модели на диске и логическая в ГИС, электронная легенда в формате *.dbf и легенда, связанная с последующим оформлением цифровой модели средствами специализированного программного обеспечения.

3. Техническая оценка исходных материалов и их подготовка к переводу в обменный формат. Техническая оценка исходных материалов представляет собой выявление способов создания на их основе соответствующих объектов цифровой модели. Далее, в зависимости от формы представления исходного материала и способа создания объектов цифровой модели, производится подготовка материала к переводу в обменный формат (табл.).

Таблица

Схема технической оценки исходных материалов

Исходные материалы	Бумажный носитель	Растровый формат	Формат векторных редакторов		Формат ГИС и обменных файлов	Таблицы
	Привязка и оцифровка			Привязка и редактирование	Привязка (если нужно) и редактирование	Привязка (если нужно) и редактирование
	Перевод в растровый формат	—	Перевод в растровый формат	Перевод в обменный формат	—	Импорт в ГИС

4. Послойное создание объектов цифровой модели и заполнение атрибутивных таблиц. Этот этап один из наиболее кропотливых и трудоемких, так как представляет собой создание «тела» цифровой модели и заполнение атрибутивных таблиц.

5. Оформление цифровой модели специализированными программными средствами. Для создания цифровых моделей комплектов ГТК-1000/3 используется обычно программная среда ESRI (ArcView – ArcGIS), в последнее время в связи с импортозамещением программных продуктов возможен переход на программу ГИС-ИНТЕГРО.

За последние 10 лет специалистами ВНИИОкеангеология составлено семь счетверенных номенклатурных листов Госгеолкарты-1000/3 по Восточно-Арктическому шельфу России и прилегающей части Арктического бассейна. Один из последних изданных листов Госгеолкарты-1000 – Т-1,2 по южной

части Поднятия Менделеева в Северном Ледовитом океане [5]. Цифровые модели карт издаются Картфабрикой ВСЕГЕИ как в виде приложений к твердым копиям комплектов на CD, так и размещаются на официальном сайте ВСЕГЕИ.

Литература

1. Опекунов А.Ю. Основные результаты и задачи по созданию комплектов Госгеолкарты-1000/3 на континентальном шельфе России / А.Ю. Опекунов, Б.Г. Лопатин, В.А. Виноградов, Е.А. Гусев, В.Л. Иванов, А.А. Макарьев, И.Н. Пономарева, С.И. Шкарубо // Региональная геология и металлогения. – 2005. – № 24. – С. 16–23.
2. Гусев Е.А. Геологическое картирование арктического шельфа России - научно-информационная основа недропользования / Е.А. Гусев, В.М. Анохин, А.З. Бурский, В.А. Виноградов, Б.Г. Лопатин, С.И. Шкарубо // Записки Горного института. – 2008. – Т. 176. – С. 20-22.
3. Казанин Г.С. ГИС в комплексном геологическом картировании западно-арктического шельфа России / Г.С. Казанин, С.И. Шкарубо, Н.В. Маркина // Информация и космос. – 2004. – № 2. – С. 40-45
4. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Версия 1.6, ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, – 2016.
5. Гусев Е.А. Геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Океанская. Листы Т-1,2 – поднятие Менделеева, южная часть. Объяснительная записка. / Е.А. Гусев, П.В. Рекант, А.А. Черных, А.Г. Зинченко, Е.А. Зыков, В.А. Виноградов, О.И. Супруненко, С.А. Бондаренко, Е.С. Миролубова, А.А. Крылов, И.А. Андреева, Д.Е. Доречкина, Е.С. Новихина, Е.Г. Астафурова, М.С. Корнева, Н.В. Шустова, М.А. Медведева, О.А. Вopiловская – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, – 2018. – 100 с.

Научное издание

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ
В РЕГИОНАХ РОССИИ**

Материалы
XI Всероссийской
научно-практической
конференции
(Воронеж, 23-24 ноября 2020 г.)

Компьютерная верстка
Е.В. Нестерова

Подписано в печать 3.12.2020 Формат 60×84/16
Усл. печ. л. 22,6 Тираж 200 экз.

Оригинал-макета подготовлен
в ООО «Цифровая полиграфия»
394036 г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 52
Тел.: (473) 261-03-61