



В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ, ОХРАНЕ ПРИРОДЫ И ГЕОЭКОЛОГИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС РОССИИ: НОВЫЙ ПРОЕКТ ¹

Касимов Н.С., Котова Т.В.**, Тикунов В.С.****

Географический факультет

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Москва, Воробьевы горы, 1

Россия

*E-mail: *secretary@geogr.msu.ru, **tkot@geogr.msu.su, ***tikunov@geogr.msu.su*

ENVIRONMENTAL ATLAS OF RUSSIA: A NEW PROJECT

Nikolay S.Kasimov, Tatiana V.Kotova, Vladimir S.Tikunov

Geographical Faculty

M.V.Lomonosov Moscow State University

Vorob'evy Gory, 1 Moscow 119991

Russia

*E-mail: *secretary@geogr.msu.ru, **tkot@geogr.msu.su, ***tikunov@geogr.msu.su*

Abstract. The geographical faculty of the Moscow University has started to preparation the new project of the Environmental atlas of Russia. Appointment, scientifically-methodical principles, structure and the atlas content are described. Metodological features of the new project are marked.

Введение

В настоящее время в России, как и в мире, сохраняется глубокая обеспокоенность проблемами экологии и состоянием среды обитания человека, решение которых с каждым годом становится все более актуальным. В России она определяется их особой сложностью и многогранностью ввиду огромных размеров территории, разнообразия природных условий, населения и хозяйства, наследием экологического неблагополучия прошлых лет. Переход на новые экономические условия пока не способствовал улучшению экологической обстановки; напротив экономия на природоохранных затратах при сохранении так называемых грязных технологий привели к ее ухудшению.

Решение экологических, как и любых других, проблем должно базироваться на информационном обеспечении, комплексно и всесторонне отражающих современную ситуацию в стране. В 1993 г. Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов приняло обширную программу «Экологическая безопасность России», в которой отмечалась важность экологического картографирования в ее информационном обеспечении. Вслед за комплексной Эколого-географической картой России (1998) были изданы первый Экологический атлас России (2002), Федеральный атлас «Природные ресурсы и экология России» (2003), и Национальный атлас России (Том 2. Природа. Экология, 2007). К настоящему времени подготовлено значительное количество региональных экологических атласов (Мурманской

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РГО «Новые карты России» (договор №38/08/2011)

области, 1999; Красноярского края, 2000; Воронежской области, 2010 и др.), отображающих проблемы экологии на региональном уровне.

В результате комплексных и отраслевых исследований последних десятилетий накоплены большие массивы информации, разносторонне характеризующие экологию территории страны и не получивших отражения в ранее изданных картах и атласах. К тому же динамично меняется не только фактологическая информационная база, но идет ее стремительное переосмысление и оценка экологической обстановки на основе новых подходов, с позиции вновь открывающихся реалий национального и мирового развития.

В настоящее время отчетливо обозначилась потребность в картографическом представлении экологической обстановки «постперестроечной» России второго десятилетия XXI века. В связи с чем, Русское географическое общество инициировало новый проект Экологического атласа России, поручив его подготовку Географическому факультету Московского университета, в активе которого опыт подготовки первого издания Экологического атласа России.

Назначение, требования и принципы разработки атласа

Научно-справочный комплексный Экологический атлас России предназначен для отображения пространственно-временной информации об условиях формирования экологической обстановки, хозяйственном воздействии на природную среду, экологическом состоянии природной окружающей среды, о мерах, предпринимаемых для оздоровления природной среды и оптимизации экологической обстановки. Атласу придается многоцелевое назначение - использование в широком спектре управленческой, хозяйственной, научной, образовательной и общественной деятельности.

Как информационно-справочное издание он будет полезен в определении и формулировании позиции России по вопросам формирования глобальной экологической политики и доли ее ответственности в решении различных вопросов, обеспечивающих экологическую безопасность страны.

Атлас даст возможность реализовать право населения на информацию, наглядно представить зависимость качества жизни от состояния природной среды и будет способствовать формированию нового сознания человека XXI века, занимающего активную позицию в улучшении экологии страны.

Методология атласа определяется его социо-природной направленностью. В отличие от первого издания [Касимов и др., 2005, Экологический атлас России, 2002] в экологическом контенте усилена его социальная составляющая и соответственно пересмотрена и организована структура. При этом принята во внимание пропагандистская сторона издания, апеллирующая к экологическим событиям, которые вошли в личный опыт населения страны и получили заметное освещение в СМИ.

Взаимоотношения в системе природа-общество складываются и развиваются в определенных природных и социально-экономических условиях и развиваясь в виде прямых и обратных связей имеют тенденцию к «закольцованности». На этом фоне проявляются разнообразные по видам и силе антропогенные воздействия на природную среду (промышленные, сельскохозяйственные, транспортные и др.) и природно-обусловленные – на человека. Следствием таких воздействий, как современных, так и унаследованных от прошлых эпох, реакцией на них являются изменения природной среды и ее основных компонентов – воздуха, воды, почв, растительности и др. Изменения природной среды оказывают негативное воздействие на здоровье и качество жизнедеятельности людей. В результате складывается общая оценка экологической обстановки, определяется возможность ее предвидения, возможные сценарии развития и разработка мер по ее оптимизации.

Создание атласа базируется на трех методологических особенностях. Первая особенность – совмещение двух подходов, идущих «от природы» к рационализации природопользования и второй «от хозяйства» к рационализации природопользования. Вторая методологическая особенность – сочетание антропоцентрического и геоцентрического принципов оценки, когда человек и природная среда попеременно выступают в качестве субъектов и объектов, отражаемых системой карт, оценивающих природную среду и человека в природной среде. Третья особенность атласа – направленность на решение проблем устойчивого развития как страны в целом, так и ее отдельных регионов [Лосев, 2001, Россия на пути к устойчивому развитию, 2003]. При этом экологические аспекты рассматриваются в неразрывной связке с экономическими и социальными.

Задача атласа – преодолеть разобщенность между основными потоками информации и процессом принятия решений, создать информационно-аналитическую базу для решения многих экологических и сопряженных с ними проблем. Как показала история развития общества, фундаментальные положительные социальные изменения невозможны без решения конкретных экологических проблем. Экологический атлас России послужит основой научного обоснования стратегического планирования социально-экономического развития России, обеспечения ее экологической и национальной безопасности.

Для разработки и создания Экологического атласа России, соответствующего современным запросам науки и практики необходимо выполнить ряд требований и опираться на принципы, сложившиеся в практике картографических исследований.

Атлас рассматривается как свод информации и знаний, накопленных к настоящему времени в ходе многолетнего и разностороннего изучения экологии страны. Он разрабатывается на основе последних научно-методических и технологических достижений комплекса современных предметных наук (географии, биологии, экологии, гидрологии и др.) и картографирования при сохранении преемственности с лучшими образцами отечественных и зарубежных картографических произведений. В перспективе он может быть

частью атласной информационно-справочной системы «Экология России» и функционировать в качестве постоянно обновляемой картографо-географической подсистемы.

Экологический атлас России должен характеризоваться многосторонностью содержания, тематической полнотой, географической конкретностью и детальностью, внутренним единством (взаимодополняемостью, согласованностью и сравнимостью карт), научной обоснованностью, современностью, сочетать высокий научный уровень с доступностью изложения и наглядностью.

Разнообразие тематики карт и их большое количество требуют, чтобы различные тематические разделы были сбалансированы между собой по количеству карт, их масштабам, уровням генерализации и другим характеристикам.

При создании карт Атласа отображаемые явления по возможности показываются в их динамике и историческом развитии, что позволяет глубже понять происходящие процессы и предвидеть особенности их развития.

Картографирование в Атласе реализуется на четырех пространственных уровнях (глобальный, национальный российский, региональный, локальный), сохраняя преемственность с первым изданием атласа. Для каждого из них подбираются соответствующие масштабы и компоновки. Основной масштаб для карт России – 1:20 000 000. Все уровни тесно увязываются между собой.

Разработка содержания карт Атласа проводится на основе современных научных подходов (комплексного, системного, инвентаризационно-ресурсного, регионального, оценочно-прогнозного, эколого-географического, исторического, сравнительно-географического и др.), апробированных в современном экологическом картографировании.

Картографируемые объекты и явления, их состояния и отношения между ними оцениваются и представляются на трех уровнях обобщения: аналитическом (отображение «однородных» объектов, в одной системе показателей), комплексном (отображение нескольких взаимосвязанных явлений или их элементов, каждого в своей системе показателей), синтетическом (отображение выделенных интегральных объектов с целостными характеристиками).

Как и в первом издании, содержание карт дополняется текстами, рисунками, графиками, слайдами и др. Неотъемлемой частью содержания должны стать космические снимки, усиливающие познавательность и наглядность освещаемых сюжетов.

На основе этих научно-методических принципов разработана общая структура Атласа, состоящая из семи разделов.

Структура и тематическое содержание Атласа

Атлас состоит из следующих разделов: Вводный, 1. Природные условия формирования экологической обстановки, 2. Население. Воздействие хозяйственной деятельности на природную среду, 3. Природные и техногенные опасности, 4. Современная экологическая обстановка, 5. Медико-экологическая обстановка, 6. Оптимизация природной окружающей среды. Устойчивое развитие территорий.

Вводный раздел традиционно включает общегеографическую карту Российской Федерации и карту федеративного устройства России, дополненные космической мозаикой.

Раздел 1 открывается картами Ландшафты, Экологический потенциал ландшафтов и Устойчивость ландшафтов. В нем запланировано более 20 сюжетов, последовательно раскрывающих природные условия формирования экологической обстановки в серии аналитических и интегральных карт климата, поверхностных вод, мерзлоты, почв и биоты. Сложность проектирования раздела заключалась в необходимости жесткого отбора сюжетов. Он проводился: а) по принципу наибольшей информационной емкости и наглядности сюжета, б) по критерию наиболее полного соответствия идейному контексту всего произведения и в) с учетом перспективы последующего медийного представления сюжета (создания АИС или ГИС), предполагающего дополнение основной карты аналитическими картографическими, статистическими, графическими и текстовыми материалами). Как правило, представление каждой темы ограничивалось двумя-тремя сюжетами. Так, например, климату посвящены две темы Типы климата и Комфортность климата. Исключение сделано для карт биоты (почвы, растительность, животный мир) ввиду ее особой значимости для характеристики экологической обстановки. Сюда вошли например, сюжеты - Почвы, Биомы суши, Биоразнообразие, Биопродуктивность морей и др.

Раздел 2 – один из основных в атласе. Условно сюжеты раздела можно объединить в три группы – Население и условия жизнедеятельности, Хозяйственная деятельность, Негативные экологические последствия хозяйственной деятельности. Целесообразно привести перечень запланированных сюжетов раздела:

- Размещение и плотность населения. Людность городских поселений
- Функциональные типы населенных пунктов
- Доля городского населения в общей численности населения
- Возрастной состав населения
- Гармоничность социальной структуры. Интенсивные факторы социальной устойчивости
- Питание и образ жизни населения
- Доминирующие типы культур природопользования

- Коренные народы. Численность и распределение по территории
- Культуры природопользования малых народов
- Занятость населения в отраслях промышленности и в сельском хозяйстве
- Уровень доходов на душу населения (в сравнении с общероссийским)
- Обеспеченность населения жильем. Благоустроенность жилья (наличие канализации, водопровода, центральное отопление и т.д.)
- Коммунальное хозяйство
- Антропогенные нагрузки на ландшафты
- Общеэкономическая карта
- Энергоемкость российской экономики в сравнении с зарубежными странами
- Ресурсоемкость основных промышленных производств РФ в сравнении с ведущими зарубежными аналогами
- Земельные угодья
- Перенос загрязняющих веществ атмосферными потоками. Кислотные выпадения
- Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников. Структура выбросов
- Загрязнение подземных вод
- Загрязнение снежного покрова
- Загрязнение вод. Химическое и биологическое загрязнение. Загрязнение нефтепродуктами. Случаи экстремального загрязнения вод.
- Объем сточных вод, сбрасываемых стационарными источниками
- Аварийное загрязнение поверхностных вод
- Влияние горнодобывающей промышленности на окружающую среду.
- Токсичные отходы
- Опасность воздействия нефтепроводного транспорта. Аварии на нефтепроводном транспорте
- Газопроводный транспорт. Аварии на газопроводном транспорте
- Воздействие транспорта
- Военно-оборонный комплекс
- Военно-космический комплекс
- Производство, импорт и потребление токсичных и радиационных отходов. Захоронение ядерных реакторов
- Сельскохозяйственная освоенность ландшафтов
- Вырубка лесов. Лесные пожары
- Объем твердых отходов крупных населенных пунктов
- Скопление металлолома в прибрежных районах Арктики
- Объем и производство отходов по секторам экономики (промышленные, сельскохозяйственные и муниципальные)
- Загрязнение морей (материковый сток, добыча на шельфе, дальний перенос морскими течениями загрязняющих веществ, суда речного и морского флота)
- Конфликты природопользования разного территориального уровня (Байкальский регион; Ханты-Мансийский автономный округ -Югра – нефтедобыча и родовые угодья коренных народов; Подмосковье – Химкинский лес и дорога Москва - Санкт-Петербург).

Раздел 3 посвящен природным и техногенным опасностям и рискам. Он включает целый спектр сюжетов по основным классам опасностей и рисков – геологических, геоморфологических, гидрологических и др. Особое внимание уделяется биолого-социальным опасностям – распространение природноочаговых заболеваний людей и животных, локусы социальной напряженности, экологические преступления и др. Серия карт посвящается риску природных и техногенных чрезвычайных ситуаций разных пространственных уровней – федерального, регионального, местного и территориального. Завершается раздел сюжетом, показывающим контроль над воздействием стихийных бедствий, организацию в стране предупреждения и ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

Раздел 4 отражает современную экологическую обстановку в следующем наборе сюжетов:

- Состояние геологической среды
- Радиационное загрязнение
- Загрязнение атмосферы в городах
- Самоочищение поверхностных вод
- Качество поверхностных вод. Проблемы евтрофикации вод
- Активизация мерзлотных процессов при хозяйственном воздействии
- Деграляция почв

- Тяжелые металлы в почвах
- Устойчивость почв к нефтяному загрязнению
- Запасы гумуса в почвах
- Экологические функции почв
- Экологические функции растительного покрова
- Нарушенность лесов. Состояние лесов
- Состояние природных кормовых угодий
- Обеднение растительного и животного мира
- Экологические проблемы (по приоритетности) наиболее уязвимых природных экосистем (Арктика, Прикаспий, Приморский край)
- Эколого-географическая карта
- Районирование по степени напряженности экологической ситуации. Рейтинг субъектов РФ по степени экологического неблагополучия
- Экологическая обстановка отдельных импактных и экологически неблагополучных регионов: Мурманск, Норильск, Кемерово, Нижний Тагил
- Московская область. Европейская часть России. Экологическая катастрофа летом 2010 г. Уроки катастрофы
- Экологически благополучные регионы (Позитивные примеры)

Раздел 5 представляет медико-экологическую обстановку более чем в 30 сюжетах. Два первых (Медико-экологическое районирование, Санозкологическая обстановка) характеризуют современное и потенциальное состояние среды жизнедеятельности общества. Группа карт отражает болезни населения, в развитии которых отмечается и след экологических факторов, по возрастным категориям – дети (отдельно дети до 1 года), подростки, взрослые, Интегральная карта представляет смертность населения по основным причинам. В раздел включены также темы Потери жизненного потенциала, Продолжительность предстоящей жизни при рождении, дополненные медико-экологическим прогнозом.

Раздел 6 «Оптимизация природной окружающей среды. Устойчивое развитие территорий» – заключительный и занимает более четверти объема произведения. Содержание раздела определяется следующими темами, в представлении которых наряду с картами большая роль отводится текстовым и графическим материалам:

- Охрана природы и рациональное природопользование
- Экологический мониторинг
- Особо охраняемые природные территории. Примеры отдельных особо охраняемых природных территорий
- Красные книги РФ и субъектов РФ (почв, растительности и животного мира)
- Ареалы краснокнижных редких и исчезающих видов растений и сообществ. Ареалы краснокнижных редких и исчезающих видов животных
- Инвестиции в охрану окружающей среды
- Экологические общественные организации. Молодежные и детские общественные организации. Международные экологические организации, действующие на территории России (ГРИНПИС, WWF, Зеленый крест и др.)
- Экологическая безопасность РФ. Экологическая роль территории РФ в глобальной экологии. Капитализация экологических преимуществ РФ. Перерастание региональных экологических проблем в глобальные
- Международное сотрудничество в области охраны природы и экологии. Зарубежный опыт. Что стоит позаимствовать?
- Экология в системе госуправления.
- Федеральные целевые экологические программы (действующие и планируемые).
- Информатизация экологической политики. Экологические портреты регионов России в СМИ. Картографическая изученность экологии субъектов РФ (экологические региональные атласные информационные системы)
- Стратегическая экологическая оценка существующей и намечаемой деятельности – интегрированный подход к оценке ее возможных последствий, помогающий преодолеть ведомственные подходы
- Экология в устойчивом развитии. Степень приближенности субъектов РФ к устойчивому развитию
- Сценарии развития РФ и отдельных регионов

Заключение

Атлас ориентирован прежде всего на три группы потребителей: 1) лиц, принимающих решения; 2) преподавателей, студентов и учащихся; 3) специалистов в различных областях науки, экономики, культуры, здравоохранения. И при этом, безусловно, рассчитан на широкого пользователя.

С изданием Атласа будут наглядно и многосторонне представлена экологическая обстановка на территории России, возможные направления ее временного развития и комплекс мер, принимаемых для смягчения последствий экологического неблагополучия. Атлас будет не только пропагандировать идеи сохранения природы, но и раскрывать зависимость качества и разнообразия жизни от качества и разнообразия ее природной среды, освещать накопленный опыт перехода к устойчивому экологически безопасному развитию. Существенна идея вовлеченности и привлечения населения к решению экологических проблем при условии повышения его экологической культуры. Изложение материала будет сочетать высокий научный уровень и доступный язык. Для самых широких кругов специалистов атлас выступит важным каналом междисциплинарных связей. Экологический атлас России послужит основой экологически грамотного научно обоснованного стратегического планирования развития Российской Федерации. Важно отметить, что подготовка карт на основе современных геоинформационных технологий, допускает обновление, анализ и обработку информации с целью получения новых знаний и дополнительных данных, обеспечивающих удовлетворение актуальных информационных запросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касимов Н.С., Кожухарь А.Ю., Тикунов В.С., Январева Л.Ф. Экологический атлас России. - Геопрофи, 2005, N 1, с. 43-47.
2. Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. М., 2001. 400 с.
3. Россия на пути к устойчивому развитию. М., 2003. 250 с.
4. Экологический атлас России. Изд-во КАРТА. 2002. 128 с.

БАНК РЕТРОСПЕКТИВНЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Бешенцев¹ А. Н., Тулохонов¹ А. К., Бычков² И. В., Ружников² Г. М., Батыев³ А.Р.

¹Байкальский институт природопользования СО РАН, abesh@mail.ru

Улан-Удэ

²Институт динамики систем и теории управления СО РАН, ruzhnikov@icc.ru

³Институт географии СО РАН, arbatuev@irigs.irk.ru

Иркутск

Россия

BANK OF RETROSPECTIVE MAP DATA FOR INTERDISCIPLINARY STUDIES OF THE DYNAMICS GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT IN THE BAIKAL REGION

Beshentsev¹ A.N., Tulokhonov¹ A.K., Bychkov² I.V., Ruzhnikov² G.M., Batuev³ A.R.

¹Baikal Institute of Nature Management SB RAS, abesh@mail.ru

Ulan-Ude

²Institute for System Dynamics and Control Theory SB RAS

³Institute of Geography SB RAS

Irkutsk

Russia

Abstract. The results of analyzing the suitability of retrospective topographic maps for monitoring the dynamics of the geographical environment and justify their high value in interdisciplinary studies of long-term natural and socio-economic processes. The technique of creating geographic information resources on the basis of these maps. Created bank of retrospective cartographic data such as information and technological base of interdisciplinary geographic research in the Baikal region.

В настоящее время многие государственные и научные организации, связанные с системой федерального и регионального управления территориальным развитием бассейна озера Байкал, формализовали значительные массивы географических документов из которых наиболее актуальны и востребованы источники, отображающие пространственные параметры земной поверхности. Основу таких данных составляют тематические и топографические карты разных лет издания Корпуса военных топографов, ГУГК, Генерального штаба СССР и Роскартографии. Они представляют собой разновременные модели физико-географического и социально-экономического состояния территории и служат исходной информацией для метрической оценки динамики географической среды. Внедрение геоинформационной

технологии в географические исследования позволяет автоматизировать процесс использования разновременных карт и способствует формированию картографического мониторинга как особого методического приёма междисциплинарных исследований региональных структур жизнеобеспечения и антропогенного преобразования земной поверхности. В условиях непрерывного изменения географической ситуации и обновления описывающих данных возникает необходимость сбора и систематизации однородных картографических материалов в едином хранилище для оперативного использования. Таким образом, требуется организация программно-управляемого банка картографических данных как комплекса технических, информационных и организационных средств хранения, обработки и использования цифровых и аналоговых картографических данных.

Для организации картографического наблюдения динамики природопользования в бассейне оз. Байкал в Байкальском институте природопользования СО РАН разработан и внедрен на практике Банк ретроспективных картографических данных (БРКД). Информационную основу банка составляет совокупность разновременных баз картографических растровых и векторных данных, технологической базой банка является автоматизированная картографическая система на платформе пакета Arc GIS (рис. 1).

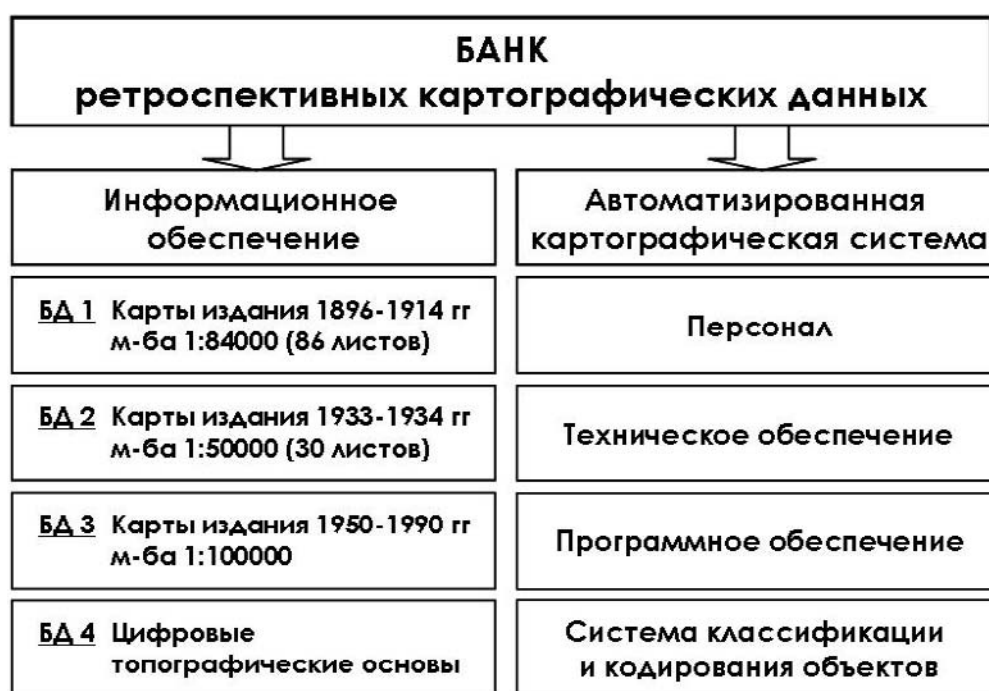


Рис. 1. Структура банка ретроспективных картографических данных

Основными задачами БКД являются: формализация картографических материалов, систематизация, долговременное хранение и централизованный доступ. Такое технологическое решение представляет пользователям широкие возможности по применению картографических данных и получению необходимой пространственной информации при организации междисциплинарных исследований.

Первый временной срез в БРКД представлен листами топографической карты, созданной Корпусом военных топографов в 1896–1914 гг. в масштабе 2 версты в 1 дюйме (1:84 000). Для оценки пригодности этих карт в качестве документов мониторинга проведен анализ их достоверности и полноты содержания параллельно с изучением географической литературы, дополнительных картографических материалов и статистических источников начала XX в. Для определения точности и принципов генерализации выполнен сравнительный анализ ретроспективной карты с современной, сходной по назначению. Он показал, что эти карты относятся к высоко информативным источникам и детально отображают физико-географическое состояние и систему природопользования территории в начале XX в. Они служат важной метрической базой для мониторинга динамики географической среды Байкальского региона, поскольку представляют результат первой геодезической съёмки данной части России. Значительный объем содержательной информации этих карт позволяет использовать их при изучении долговременных природных (опустынивание, заболачивание и др.) и социально-экономических (добыча полезных ископаемых, миграция населения и др.) процессов. Кроме того, на них зафиксировано состояние земной поверхности в период строительства и ввода в эксплуатацию Транссибирской магистрали, что позволяет исследовать воздействие магистрали на географическую среду региона.

В процессе автоматизации карт в программной среде создаются геоинформационные ресурсы, регистрирующие физико-географические параметры объектов природопользования в начале XX в. в виде

совокупности векторных слоев (shp-файлы) и однозначных таблиц-атрибутов (dbf-таблицы). Информационная структура базы данных ресурсов разработана на основе элементов содержания топографических карт. Это – гидрография, населённые пункты, дорожная сеть, растительность, грунты, промышленные, сельскохозяйственные и социальные объекты, рельеф.

В результате организации телекоммуникационного доступа к ресурсам БКРД создан Телекоммуникационный атлас ретроспективных топографических карт трансграничного Прибайкалья и Забайкалья (www.baikalgis.ru) (рис. 2).

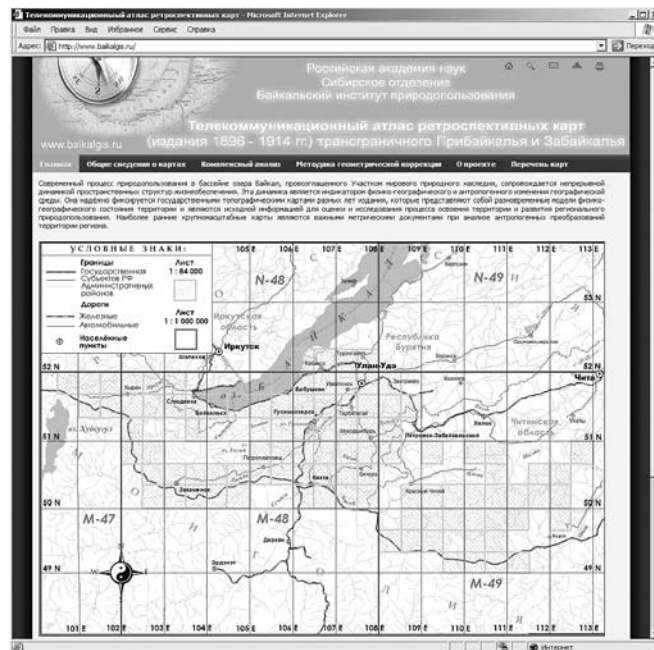


Рис. 2. Главная страница телекоммуникационного атласа

Атлас представляет собой целостное электронное картографическое произведение, организованное в среде Web-сервиса, в виде совокупности листов единой топографической карты и массива метаданных. Структура базы данных ресурсов дублирует содержание современных топографических карт и представляет собой набор векторных слоев и таблиц атрибутов. Ресурсы имеют математическую основу, аналогичную параметрам современных топокарт, а также единую систему классификации и кодирования. Их можно использовать при реализации всех аналитических операций среды Arc GIS. Атлас реализован в системе управления сайтом Bitrix 5.0 с доступом по стандартному протоколу http и работает на основе единой базы данных и единых стандартов обмена информацией. Структура атласа следующая: листы топографической карты (98 шт.); метаданные о картах; методики автоматизации и геометрической коррекции карт в среде Arc GIS; список географических названий.

Создание геоинформационных ресурсов на основе ретроспективных топографических карт и организация доступа к их хранилищам обеспечивают надёжность и оперативность междисциплинарных исследований, а также способствуют формированию региональной инфраструктуры пространственных данных.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РОССИИ

В.В.Масленникова, Л.Л.Карпович, Т.Д.Александрова
Географический факультет
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
Воробьевы горы, Москва 119991, Россия
E-mail: lpm@geogr.msu.ru

GIS-MAPPING OF RUSSIAN SURFACE WATER'S POLLUTION

W.W.Maslennikova, L.L.Karpovich, T.D.Alexandrova
Faculty of Geography
M.V.Lomonosov Moscow State University,
Vorob'iev Gory, Moscow 119991, Russia
E-mail: lpm@geogr.msu.ru

Abstract. There is no life without water, but water is in danger. A database of extremely high water's pollution of Russia was created. The article analyses the case of extremely high pollution of rivers and reservoirs Russian territory in the period of 2005-2008 years. A database enables to systematize data, update it and also visualize it in different ways. Areas of extremely high pollution are confined to areas with intensive development of the mining industry. A particularly high pollution is typical for small rivers. The predominant pollutant in most items are metals.

В обращении Генерального директора ЮНЕСКО Коитиро Мацуура по случаю Всемирного дня воды отмечается, что «вода, возможно является единственным природным ресурсом, который затрагивает все аспекты человеческой цивилизации, - от сельскохозяйственного и индустриального развития до культурных и религиозных ценностей общества».

Россия на фоне обеспеченности количеством воды стран мирового сообщества занимает второе место после Бразилии. Хотя Россия по водоснабжению вполне достаточная и даже избыточная страна, но распределение воды по территории далеко неравномерное. Фактически 70% водостока приходится на Север и Дальний Восток, где проживает менее 8% населения страны, и только 10% водостока относится к Европейской части, где имеются случаи недостаточности воды и даже её дефицита. Как отмечает Е.Г.Григорьев [Григорьев Е.Г., 2007г.] водные ресурсы приобретают характер одного из стратегических факторов социально-экономического развития России.

Анализ водохозяйственной обстановки уже в 80-е годы прошлого столетия показал, что водные ресурсы Западной Сибири и южно-уральского промышленного узла с городами Тюмень, Свердловск, Челябинск, Курган, находятся на грани истощения, влекущие за собой вынужденные меры по сдерживанию развития этого региона.

Однако дело не только в количестве воды, но главное в её качественном состоянии. Подверженностью антропогенного воздействия в разной степени затронуты практически все водотоки и водоёмы России и число их из года в год возрастает. Особенно этому процессу подвержен наиболее многочисленный класс малых рек, на который приходится около 50% объёма речного стока по стране.

В настоящее время около 72000тыс. человек используют для питья воду не соответствующую гигиеническим требованиям. Особенно тяжелое положение сложилось для населения Астраханской, Томской, Ярославской, Калужской, Калининградской областей, Приморского края, Республик Калмыкия, Дагестан, Карачаево-Черкесской - с населением свыше 10000тыс. человек. Неудовлетворительное качество питьевой воды отмечается для населения Республик Карелия, Коми, Саха (Якутия), Тюменской и Кемеровской областей, где проживает свыше 8000тыс. человек. Необходимо отметить, что около трети населения страны используют воду для питья из колодцев и родников, которые наиболее подвержены загрязнению [Григорьев Е.Г., 2007г.]

По данным Росгидромета только 12-14% водных объектов можно отнести к экологически благополучным. Не случайно в результате потребления некачественной воды в значительной степени связано отставание России по средней продолжительности жизни населения от развитых стран.

Особенную тревогу вызывают экстремально высокие значения загрязнённости вод (ЭВЗ) – они наблюдаются в течение короткого времени, но при этом могут оказывать сильное негативное воздействие на экосистему водных объектов и сделать невозможным хозяйственно-питьевое использование воды. В свою очередь, высокий уровень загрязнения поверхностных вод свидетельствует о нарушении экологического равновесия не только водного компонента природной среды, но он затрагивает всю экосистему, создавая препятствие в обеспечении устойчивого развития территории.

Природным водам принадлежит решающая роль в глобальных геологических, геохимических и биологических процессах, являясь основой единства географической оболочки. Среди них роль поверхностных вод как среды жизни и важнейшего природного ресурса неопределима. Они как одна из ключевых составляющих природной среды образуют в комплексных национальных и региональных атласах раздел тематического содержания. Для нас более интересна экологическая составляющая этого раздела – группа карт, отображающих экологическое состояние водных объектов, среди которых особенный интерес представляют карты ЭВЗ (экстремально высокого загрязнения вод). В настоящее время водный фактор в отношении экологической тематики разработан довольно слабо и поэтому в атласах по возможности следует шире освещать эту проблему.

Для краткого анализа карт раздела Поверхностные воды выбраны атласы: Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (т.2. Природа и экология), 2004г.; Национальный атлас России (т.2), 2007г.; Национальный атлас Украины, 2007г.; Водные ресурсы Российской Федерации, 2006г.

Табл.1. Карты экологической тематики в изданных атласах

	Темы \ Атласы	Ханты-Мансийский автономный округ (2том)	Национальный Атлас России	Национальный атлас Украины	Водные Ресурсы Российской Федерации
1	Сеть наблюдений за качеством воды	1	1	1	1
2	Качество вод и источники загрязнения	3	4	1	3
3	Поверхностные водные объекты с наиболее острой экологической ситуацией	-	-	-	-
4	Загрязнение вод отдельными веществами	-	-	5	-
5	Аварийное загрязнение поверхностных вод	-	1	-	-
6	Высокое и экстремально высокое загрязнение вод	-	1	-	1
7	Условия самоочищения поверхностных вод	-	1	-	-
8	Охрана водных объектов	2	4	1	2
9	Расходы на охрану и рациональное использование водных ресурсов	1	1	3	1
10	Прогноз изменения количественно-качественных показателей водных объектов	-	-	-	-

1. Отмечаются пункты наблюдения за гидрохимическими, гидробиологическими, бактериологическими показателями с указанием продолжительности наблюдений на постах. Дается состояние донных отложений.
2. Показывается качественное состояние поверхностных вод, основные источники их загрязнения (с указанием степени очистки сточных вод) и, желательно, среднегодовой сброс загрязненных веществ со сточными водами по водохозяйственным участкам.
3. Отмечаются малые реки и ручьи наиболее сильно загрязненные.
4. Показываются бассейны водных объектов, загрязненных радиоактивными элементами, пестицидами, биогенами, тяжелыми металлами. Помимо этого, для районов добычи нефти возможен показ загрязнения поверхностных вод нефтью и нефтепродуктами.
5. Отражается ситуация аварийности на водных объектах. Указываются аварии с превышением предельно допустимой концентрацией и отмечаются группы загрязняющих веществ.
6. Отмечаются места высокого и экстремально высокого загрязнения. Указывается число случаев в пунктах наблюдения и группы загрязняющих веществ. По возможности наносится число случаев экстремально высокого загрязнения (на 1км² водной поверхности).
7. Дается представление об условиях самоочищения за счет трансформации неконсервативных загрязняющих веществ и разбавления загрязнений.
8. На карте можно показать водоохранные полосы вдоль рек и водоемов, реки с опасностью загрязнения и засорения, особо ценные водно-болотные угодья, очистные сооружения и др.
9. Показывается динамика уровня поверхностных вод и прогноз их качества.
10. Даются инвестиции в основной капитал природоохранного назначения и в частности на охрану и рациональное использование водных объектов.

Анализ упомянутых изданий показал, что внимание теме ЭВЗ уделяется не обоснованно мало. Значения ЭВЗ среди важных показателей качественного состояния рек и водоёмов играют очень большую роль.

Регистрация загрязнений производится посредством комплексного фонового мониторинга загрязнения окружающей среды. Мониторинг загрязнения окружающей среды в России относится к функциям Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). В функции Росгидромета входят мониторинг состояния окружающей среды, обработка и анализ данных наблюдений, подготовка ежегодных обзоров о состоянии окружающей среды и прогноз изменения экологической ситуации. и осуществляется в системе Государственной службы наблюдений за качеством поверхностных вод Росгидромета. Уникальную информацию Роскомгидромета публикует единственный в СНГ ежемесячный научно-технический журнал "Метеорология и гидрология".

Под **загрязнением** подразумевается изменение химического и физического состояния или биологических характеристик воды, ограничивающие дальнейшее ее употребление. Загрязняющие вещества делятся на две основные группы: органические компоненты бытовых стоков и большая часть промышленных, например, отходы целлюлозно-бумажных предприятий; многие неорганические соли и неактивные органические вещества типа пестицидов. Основным критерием качества воды по гидрохимическим данным принят индекс загрязненности вод (ИЗВ) - по более всего превышающим ПДК концентрациям шести основных загрязняющих веществ для данной реки. В соответствии с ИЗВ на карте (Рис.1) выделяют классы водных объектов по качеству воды. Существующая классификация включает 4 класса загрязненности поверхностных вод – от «условно чистой» до «экстремально грязной». Тревогу вызывают высокие (ВЗ) и экстремально высокие (ЭВЗ) классы загрязненности: ВЗ – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 3-5 раз для веществ 1 и 2 классов опасности, в 10-50 раз для веществ 3 и 4 классов и в 30-50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа; ЭВЗ – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов. По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности: 1-й - вещества чрезвычайно опасные; 2-й - вещества высокоопасные; 3-й - вещества умеренно опасные; 4-й - вещества малоопасные.

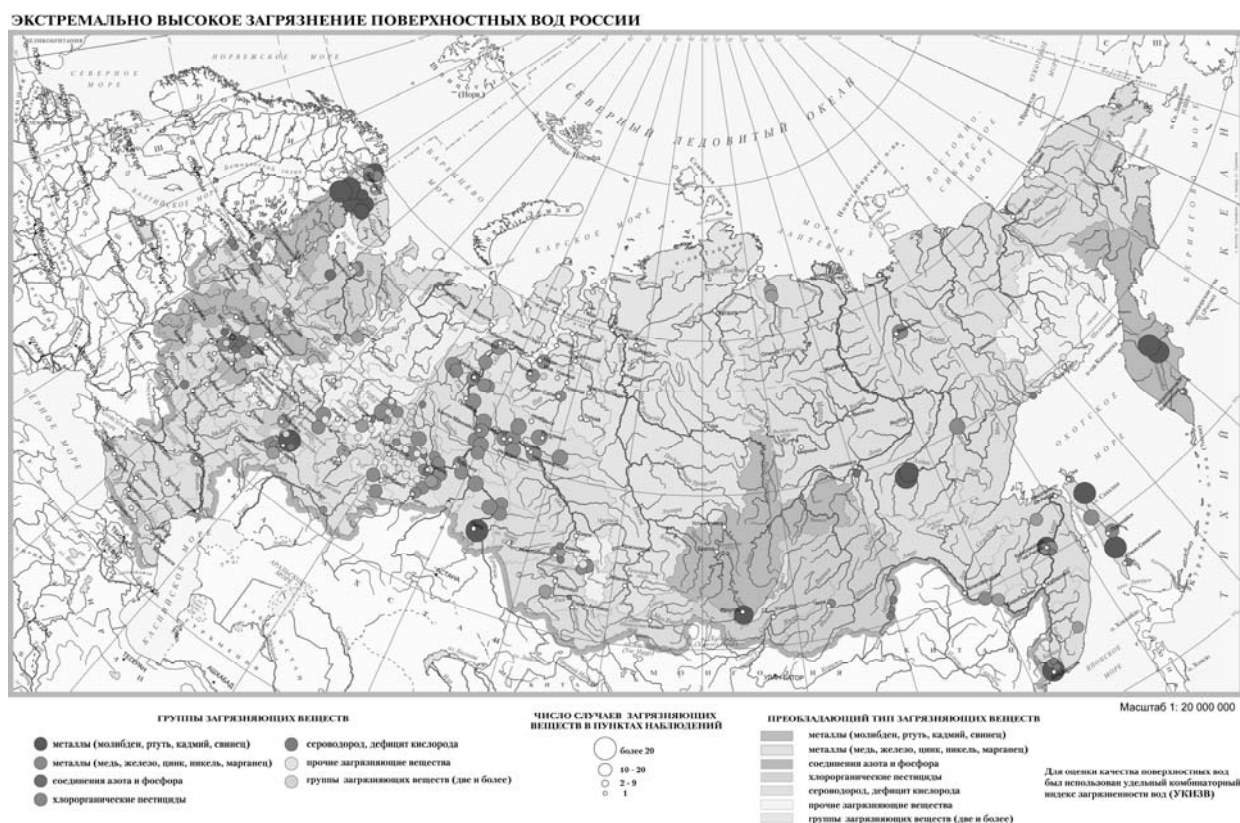


Рис. 1. Карта экстремально высокого загрязнения поверхностных вод России

Данные Росгидромета, основанные на мониторинге окружающей среды, показали, что ЭВЗ поверхностных вод распространено повсеместно. Это отражено на карте – см. рис.1. Для составления данной карты использовалась информация о случаях ЭВЗ за 2005-2008 гг., приведенная в журналах

«Метеорология и гидрология». Гидрологи считают, что расчетное 4-летие относится к периоду стабилизации частоты ЭВЗ водных объектов.

Визуализация и пространственный анализ этой информации осуществлялись на базе ArcGIS 9.3. В настоящее время этот программный продукт рекомендован Министерством природных ресурсов. Используя материалы ежемесячного журнала «Метеорология и гидрология», была создана база данных экстремально высокого загрязнения рек России. Картографическая основа была приведена в соответствие с детальностью статистических данных. С этой целью была кардинально отредактирована американская топографическая основа - ArcWorldTM 1:3M Database. При этом активно привлекались интернет-ресурсы. К кондиционной картографической основе привязывалась атрибутивная информация. В соответствии с ИЗВ (индекс загрязненности вод) в таблице атрибутов отмечались реки с экстремально высоким загрязнением, указывалось число случаев в пунктах наблюдения, а также группы загрязняющих веществ. Было выделяется всего 7 групп загрязняющих веществ. В результате в таблице атрибутов пространственных данных были созданы поля, содержащие: группы загрязняющих веществ; градации загрязнения; На основании собранной информации была составлена карта экстремально высокого загрязнения поверхностных вод России. Способ отображения – ранжированные знаки, привязанные строго к пунктам наблюдений.

На карте четко прослеживаются ареалы сгущения экстремально высокого загрязнения рек – это, прежде всего, районы, отличающиеся интенсивным промышленным производством. К ним относятся Московская область, Среднее Поволжье, ряд городов с прилегающими территориями – Нижний Новгород, Новосибирск, Комсомольск-на-Амуре. Центральный район является лидером среди районов России по сбросу загрязненных сточных вод. Главный источник – ЖКХ. Причиной являются отсутствие очистных сооружений или ветхость и износ оборудования. Один только город Кинешма ежегодно загрязняет Волгу шестью миллионами кубических метров неочищенных сточных вод. Другим источником загрязнений в Центральном районе является интенсивно функционирующее промышленное производство. Например, на долю Московских предприятий приходится сброс 10% загрязнённых сточных вод от общего объёма по стране.

Ареал сгущения экстремально высокого загрязнения рек в Мурманской области обусловлен производственной деятельностью предприятий горно-металлургического комплекса: ОАО «Кольская ГМК», комбинаты «Североникель» и «Печенганикель», ОАО «Апатит», ОАО «Ковдорский ГОК», Кандалакшский алюминиевый завод, ЗАО «Ловозерская горнообогатительная компания» и др. Приоритетные элементы загрязнители донных осадков и береговой зоны водоемов Мончегорского района – никель, медь, кобальт, для Апатитско-Кировского района более характерны фосфор, стронций, алюминий, фтор. Загрязнение водных объектов происходит чаще всего металлами, относящихся к 3-й и 4-й группам опасности, или комплексом ЗВ. Исключение представляет Мурманская область, где среди ЗВ преобладают металлы 1-й и 2-й групп опасности – молибден и ртуть. Источниками техногенного загрязнения являются: горнодобывающий комплекс, апатито-нефелиновые фабрики, хвостохранилища и отстойники, ГРЭС, свалки бытовых и промышленных отходов.

На долю Урала приходится без малого треть пунктов со случаями ЭВЗ. Это является одной из форм отражения деятельности исторически сложившегося центра черной и цветной металлургии, химической промышленности, машиностроения.

На обширном пространстве Западно-Сибирской равнины, но плотность их размещения не столь велика, как в районах, описанных выше. Несмотря на то, что экстремально высокое загрязнение связано здесь в основном с добычей нефти и газа, преобладающим ЗВ являются металлы, поступающие в реки со сточными водами предприятий преимущественно металлургической промышленности.

Сильнейшее загрязнение поверхностных вод Сибири отмечено в Обь-Иртышском бассейне. Концентрация вредных веществ (нефтепродуктов, фенолов, солей тяжёлых металлов) здесь превышает предельно допустимые нормы в несколько десятков раз. Экологическое состояние рек, принадлежащих Ангарско-Енисейскому бассейну, также вызывает опасения специалистов. Серьёзно загрязнены все реки Сибири, протекающие в районе промышленных центров. Критическая экологическая ситуация с концентрацией соединений меди в устье реки Щучья. Река Щучья вбирает в себя сточные воды Норильского промышленного комбината, содержание соединений меди в которых в тысячу раз превышает предельно допустимую норму.

На огромных просторах Восточной Сибири и севера Дальнего Востока отмечено менее двух десятков пунктов ЭВЗ, большинство пунктов ЭВЗ водных объектов находятся в пределах бассейна Амура, южной части Приморского края и на Сахалине. Основным ЗВ являются металлы, на севере Сахалина (р. Охинка) - нефть. Нередко отмечается наличие в воде сероводорода и экстремальный дефицит кислорода, причем как на малых, так и на крупных реках (Амур, Аргунь).

Представленная информация может быть использована для комплексной оценки последствий влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на водные и наземные экосистемы, и в конечном итоге, на здоровье человека. Показатели фактического уровня экстремально высокого загрязнения послужат для оценки эффективности осуществления природоохранных мероприятий с учетом тенденций и интенсивности происходящих изменений. Созданная база данных экстремально высокого загрязнения поверхностных вод России позволяет выполнять: систематизированный и упорядоченный сбор и

обновление информации, справочно-поисковые задачи, исследовать динамику процессов, изучать статистику, строить тематические карты, моделировать процессы загрязнения и выполнять прогноз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бергер П., Хантингтон С. Многоликая глобализация. Культурное разнообразие в современном мире/ М.: Аспект-пресс, 2004.
2. Власкин Г. А., Ленчук Е. Б. Промышленная политика в условиях перехода к инновационной экономике: опыт стран ЦВЕ и СНГ / Ин-т междунар. экон. и полит. исслед. РАН. М.: Наука, 2006.
3. Восточная Европа в начале XXI века: Сб. обзоров и рефератов / РАН ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. глоб. и регион. проблем. Редколл: Игрицкий Ю. И. – М., 2004.
4. Зименков Р. И. Свободные экономические зоны// М.: ЮНИТИ, 2005.
5. «Метеорология и гидрология». 2009 №5- Комплексный фоновый мониторинг; 2009 №12- Экстремальные гидрологические события. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. Л., 1990, 228с.
6. Прямые иностранные инвестиции в европейских странах с переходной экономикой/ ред. колл.: [Глинкина С. П., Куликова Н. В., Фейт Н. В.]; / Ин-т междунар. экон. и полит. исслед. РАН. М.: Наука, 2006.
7. Тикунов В. С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? / Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997.
8. Шишков Ю. В. Догоняющее развитие в эпоху глобализации / М.: БАВТ, 2006.
9. CIA - The world Factbook (www.cia.gov).
10. Применение ГИС-технологий для мониторинга состояния водных объектов в зоне проведения олимпиады Сочи-2014, Павлов С.В. и др., Arcreview, №1 (52), 2010г., 17 – 18 с.
11. The Global Competitiveness Report, 2008-2009.
12. World Investment Report, 2008 (www.unctad.org/WIR)
13. <http://ecomos.ru/kadr22/sostojanieZagrOSdenMax.asp> Государственное учреждение Московский Центр по Гидрометеорологии и Мониторингу Окружающей Среды с Региональными Функциями - Случаи высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения (февраль 2011 г.).
14. <http://gov.cap.ru/hierarhy.asp?page=515378/520381/521275/621589/670096>. Управление экологии города Чебоксары - Источники загрязнения рек и водоемов.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БАНКА ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБЪЕКТА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Новаковский Б.А., Каргашин П.Е., Каргашина М.А.

Географический факультет

Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова

Москва, Россия

E-mail: dcaph@mail.ru, p.e.kargashin@mail.ru, chumachenko-maria@rambler.ru

CONCEPTUAL MODEL OF ECOLOGICAL RESEARCH DATA BANK OIL AND GAS INDUSTRY

Novakovsky B.A., Kargashin P.E., Kargashina M.A.

Geographical Faculty

M.V.Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russia

E-mail: dcaph@mail.ru, p.e.kargashin@mail.ru, chumachenko-maria@rambler.ru

Abstract. Environmental researches and ecological management mostly take deal with varied data and traditional databases are not able to fulfill all requirements, insert essential data and provide demanded representation. GIS-technology provides storage and data processing founded on geodatabases. The first stage of database creation includes definition of informational requirements and this article shows the result of conceptual modeling for ecological purposes. Database must include information about natural and technical objects and also environmental documentation. Conceptual model concerns the system of environmental management for oil&gas facilities and describes the fundamentals which can help the developers to manage essential data, realize logical and physical models of geodatabase. This can be basis for GIS of oil&gas facility, which provides inventory, governance and environmental protection.

Экологические исследования сопровождают жизненный цикл практически любого объекта промышленности и транспорта, это актуально и для объектов нефтегазовой отрасли. Изучение и оценка потенциального и фактического воздействия на природную среду начинается на стадии проектирования, сопровождается строительством и эксплуатацией, а также выполняется после консервации или закрытия объекта. Экологические исследования проводят для определения исходных параметров природной среды и слежения за их изменениями для своевременного принятия природоохранных мер.

При решении данных задач хорошо себя зарекомендовали картографические методы, а применение геоинформационных технологий позволяет автоматизировать и ускорить обработку данных. Следует отметить, что полномасштабное использование компьютерных технологий в целях картографирования невозможно без использования баз или банков пространственных данных. Разработка специализированного хранилища данных для геоинформационного обеспечения экологических исследований объектов нефтегазовой отрасли является важной методической задачей. Особое значение приобретает решение вопросов, связанных с определением тематического содержания и структуры.

Первый этап проектирования - концептуальный - заключается в определении круга значимых географических объектов, и их представления в базе данных. Важным результатом является сформированная структура и определенное содержание проектируемой базы или банка данных. Следует отметить, что на этом этапе не рассматриваются вопросы, связанные с аппаратно-программным обеспечением, все методические решения носят исключительно принципиальный характер.

При разработке содержания и структуры базы данных необходимо исходить из ее назначения, предполагаемого круга пользователей, особенностей последующей эксплуатации. Для обеспечения эффективности проектируемой системы следует выделить следующие ключевые принципы:

- Обеспечение комплексного изучения состояния природной среды,
- Учет особенностей взаимного воздействия природных компонентов и технических объектов,
- Обеспечение возможности включения разновременных и разнотипных данных,
- Ориентированность на использование геоинформационных технологий, не только статистического, но и пространственного анализа
- Создание логичной и удобной структуры для конечного пользователя.

Указанные принципы разработки содержания и структуры позволяют определить предметную область, а также очерчивают круг необходимой информации, позволяют предложить оптимальную структуру базы данных.

Особенность проектирования баз и банков данных экологических исследований для нефтегазовых объектов заключается в необходимости комплексного отображения природной среды, антропогенной нагрузки, а также системы управления объектом и территорией (см. рис. 1). Каждой из этих составляющих соответствует определенный раздел базы данных. При этом специфика предметной области, характер и качество используемых материалов, а также особенности дальнейшего использования данных, требуют различных приемов при организации информации внутри каждого раздела.

Первый раздел содержит информацию о природной среде, ее текущем состоянии и изменениях под воздействием антропогенных факторов. Этот раздел создается по данным инженерных изысканий на этапе проектирования и далее дополняется по результатам проведения экологических исследований на всех этапах жизненного цикла объекта нефтегазовой отрасли. Сравнительный анализ разновременных данных позволяет выявить направление и динамику процессов изменения окружающей среды, спрогнозировать возможные негативные последствия. Данные этого раздела целесообразно упорядочить, опираясь на классификацию компонентов природной среды. То есть следует выделить блоки: водные объекты, рельеф, атмосферный воздух, почвенный покров, растительность и животный мир, ландшафты [Каргашин, 2006]. Объекты, представленные в этом разделе, помимо атрибутивной, имеют также позиционную характеристику.

Второй раздел (см. рис. 1) описывает антропогенную составляющую и включает информацию о современном использовании земель, дорожную сеть, а также объекты и сооружения нефтегазовой отрасли. Кроме того, могут приводиться сведения об основных технологических процессах. Все указанные объекты имеют пространственную локализацию и атрибутивные характеристики. Атрибутивная информация в данном случае может быть менее подробной, так как не играет столь значительной роли в сравнении с природными объектами. Примером атрибутивной характеристики для антропогенных объектов может быть тип покрытия дороги, отраслевая принадлежность предприятия, названия населенных пунктов и т.д. Анализ пространственного положения антропогенных объектов позволяет выявлять источники загрязнения компонентов природой среды, проектировать и оптимизировать расположение пунктов сети экологического мониторинга, планировать природоохранные мероприятия.

Пространственная характеристика объектов, связанных с нефтегазовой отраслью, может быть как линейной, так и площадной. Разработка банка данных в рамках предприятия, например компрессорной или нефтеперекачивающей станции, обуславливает крупный масштаб исследования, а значит, практически все объекты будут площадными. Линейные объекты таких предприятий представлены трубопроводами, линиями электропередачи и т.д.



Рис. 1. Структура информации базы данных экологических исследований для объектов нефтегазовой отрасли

Также приводится информация об объектах, не относящихся к основной отрасли. Такие таблицы содержат данные о существующей дорожной сети, хозяйственном освоении территории (прочие промышленные и сельскохозяйственные объекты). В данном случае все объекты банка данных подразделяются в зависимости от особенностей пространственной локализации (полигональные, линейные) и тематики (дороги, использование земель). Помимо пространственного положения и технических особенностей, важно дать характеристику каждого объекта как потенциального источника воздействия на природную среду.

Третий раздел содержит сведения о природоохранной деятельности на объекте нефтегазовой отрасли. В данном разделе может отсутствовать пространственная информация. Важная роль отводится различной нормативно-правовой документации в области охраны природной среды, экологической отчетности. Эти документы регламентируют проведение различных природоохранных работ, играют роль справочной информации, которая необходима для реализации мероприятий по охране окружающей среды. Создание удобной структуры этого раздела требует учета специфики деятельности конкретной организации.

Рассмотренные структура и краткое содержание базы данных могут быть эффективны только при условии качественного и своевременного информационного наполнения. Необходимо уделить пристальное внимание разработке научно обоснованной методики проведения экологического мониторинга для конкретных объектов нефтегазовой отрасли, технологиям сбора, обработки первичных данных, их интерпретации в геоинформационной системе для организации эффективной системы экологического управления.

Каждый раздел базы данных формируется за счет своих информационных источников, возможность использования каждого из них отличается. Уместно проанализировать основные группы источников данных для наполнения базы данных экологических исследований объектов нефтегазовой отрасли. Существует детально разработанная классификация источников информации для создания карт [Берлянт, 2010]. Основываясь на ней можно выделить источники информации для составления базы данных в указанных целях.

Для экологических исследований промышленных и транспортных объектов наибольшее значение имеют: карты, материалы аэрокосмических съемок, статистические данные, данные полевых наблюдений, текстовые материалы. Назначение и степень участия указанных источников в первичном наполнении и дальнейшей актуализации базы данных варьируется в зависимости от этапа существования объекта нефтегазовой отрасли, наполняемого раздела, особенностей экологической ситуации и других причин. Однако для полноты базы данных желательно участие всех указанных источников.

Картографические данные используются для отображения состояния природной среды и могут быть представлены фондовыми материалами или составлены по результатам экспедиционных работ. При внесении информации с картографических материалов в базу данных зачастую требуется предварительная подготовка, а именно перевод материалов в цифровой вид, векторизация, конвертирование в нужный формат. Карты служат источником как позиционных, так и атрибутивных данных. Важно учитывать, что информация на картах может нуждаться в актуализации, поэтому использование картографических материалов должно быть сопряжено с другими способами получения необходимых данных.

Материалы аэрокосмических съемок применяются как основной источник уточнения позиционных данных, обновления карт. Важная роль принадлежит снимкам при выявлении атрибутивных свойств выделенных пространственных объектов. В тоже время материалы съемки могут быть включены в банки данных в качестве самостоятельных произведений (например, фотопланы и фотокарты). Снимки важны для оперативного обнаружения возможных утечек углеводородов, регистрации нарушений природоохранного законодательства, несоблюдения проектных решений.

Материалы экспедиционных исследований получают непосредственно в рамках инженерно-экологических изысканий, работ по экологическому мониторингу и т.д. Эти данные пространственно определены и служат основой для создания, уточнения карт, определения эталонов для камерального дешифрирования снимков. При проведении полевых работ собирают информацию о состоянии компонентов природной среды: водных объектов, почвы, рельефа, растительности, животный мир атмосфера. В рамках экологических исследований для объектов нефтегазовой отрасли наибольший интерес представляют:

- описания - геоботанические, ландшафтные, почвенные, геоморфологические, а также комплексные ландшафтные;
- отбор проб - воздуха, почвы, воды, донных отложений, растительности для последующих химических анализов;
- инструментальные измерения - шума, радиации, электромагнитного излучения;
- полевое картографирование – полевое дешифрирование материалов аэрокосмических съемок, съемка отдельных участков исследуемой территории (традиционная геодезическая съемка, использование систем спутникового позиционирования).
- материалы фотографической съемки - важный материал при проведении полевых работ, предоставляют данные о состоянии растительного и почвенного покрова, фиксируют факты воздействия на природную среду.

Подавляющую часть этого массива данных невозможно получить из других источников. Поэтому, несмотря на широкие возможности дистанционных методов исследования, полевые работы остаются одним из ключевых этапов при экологических исследованиях. При планировании полевых работ ориентируются на имеющиеся материалы, в том числе картографические и аэрокосмические, для выбора оптимального количества и расположения пунктов и площадок исследования. В дальнейшем их расположение может быть скорректировано уже по результатам экспедиционных работ. Мониторинг состояния природной среды в течение всего жизненного цикла объекта позволяет оптимизировать природоохранные мероприятия на промышленном объекте, обеспечивая устойчивое состояние окружающей среды.

Статистические данные и текстовые материалы чаще всего играют вспомогательную роль, но возможно их включение в ряде случаев. Примером является использование отчетности предприятия о загрязнении природной среды. Текстовые материалы позволяют получить дополнительные данные о природной среде, технологических процессах на предприятии и быть использованы при создании структур атрибутивных таблиц и организации связи между ними.

Последующие этапы работы по организации данных состоят в построении логической и физической моделей. Логическая организация предполагает организацию элементов в соответствии с требованиями системы управления базой данных, а физическая модель предполагает решение вопросов, связанных с программным и аппаратным обеспечением [Геоинформатика, 2005]. В рамках логического этапа целесообразно выбрать реляционную модель, так как при комплексном исследовании взаимного воздействия природной среды и учете большого количества связей такая структура наиболее удобна.

Исходная форма данных при внесении в базу или банк данных претерпевает изменения. Эти изменения могут быть связаны с носителем данных (для бумажных карт, отпечатков снимков), форматом (при использовании другого программного обеспечения), математической основой карт, структурой полей в атрибутивных таблицах. Банк данных экологических исследований должен включать разнородные материалы, но согласованные между собой семантически, геометрически. Обеспечение доступа к разным данным осуществляется средствами систем управления базы данных и специализированного программного обеспечения, например ГИС-пакетов.

В значительной степени повысить эффективность системы управления окружающей средой на территории объектов нефтегазового комплекса возможно при использовании картографических подходов и современных геоинформационных технологий. Рассмотренные в статье методические рекомендации по созданию банка данных позволяют оптимально организовать необходимую информацию с удобной для работы структурой данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А.М. Картография, 2-е издание, М.: КДУ, 2010.
2. Геоинформатика: Учеб для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; под ред В.С. Тикунова – Издательский Центр «Академия», 2005.
3. Каргашин П.Е. Геоинформационное обеспечение проведения экологического мониторинга трубопроводов// Материалы седьмого международного симпозиума «Проблемы экоинформатики» Москва, 2006, С. 229-233.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ РОССИИ

Шахова А.А.

Географический факультет

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

E-mail: anastasia_shakhova@mail.ru

APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES IN NATIONAL PARKS OF RUSSIA

Shakhova A.A.

Geographical Faculty

M.V.Lomonosov Moscow State University

E-mail: anastasia_shakhova@mail.ru

Abstract. The problems of functioning of nature reserves and parks in Russia are discussed in this article on the example of National park “Ugra”. The key problems there are the following: the large quantity of diverse information on researches in the park and the lack of organized database for this information. The solution is to create cartographic database using GIS technologies. The project of such a database is fully described in the article.

Статья освещает некоторые проблемы функционирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ) России на примере национального парка «Угра». Одна из таких проблем – отсутствие единой организованной системы данных, представленных результатами исследований, проводимых на территории ООПТ. Невозможность совместного анализа и хранения разноуровневой, разновременной и разноформатной информации оставляет результаты научных исследований без возможности их дальнейшего использования. Решение данной проблемы заключается в создании единой картографической базы данных (КБД) с использованием современных ГИС-технологий. В статье отображены некоторые примеры использования последних в целях оптимизации работы различных отделов парка, освещены методы работы с большим объемом информации, не требующие применения узкоспециализированных знаний, даны предложения по структуре и содержанию КБД национального парка. Также продемонстрированы некоторые методы получения нового рода данных на основе ранее проведенных исследований без привлечения дополнительных материалов.

Система управления ООПТ в России в целом недостаточно проработана и устарела. В условиях хронической нехватки сотрудников, недостаточного материального обеспечения и финансирования, требуются новые инструменты и механизмы решения задач, которые стоят перед ООПТ. Другой не менее важный фактор, определяющий необходимость разработки, создания и внедрения системы управления территориями – сложность и динамичность современной ситуации, сложившейся вокруг ООПТ, что связано с быстро меняющимися условиями природопользования на окружающих территориях. Система управления предназначена в частности для более эффективного управления территориями, большей защищенности всех охраняемых объектов и видов, проработки и проведения управленческих мероприятий, снижения количества нарушений охрannого режима в пределах парка, более эффективного и менее конфликтного взаимодействия с правообладателями соседних земельных участков, расположенных в охрannой зоне.

Опыт зарубежных ООПТ и отечественный опыт внедрения систем управления в других сферах деятельности показывает, что данные системы не могут полноценно функционировать без применения современных информационных технологий, которые в свою очередь базируются на системном географическом подходе и картографическом методе исследования.

Создание картографической базы данных (КБД) для управления территориями НП «Угра», преследовало решение как прикладных, так и методических задач.

Национальный парк «УГРА» создан в Калужской области в 1977 г. с целью охраны и рекреационного использования типичных среднерусских ландшафтов и сохранения ландшафтов рек Угры и Жиздры [Национальный парк Угра, 2006].

С момента его основания были начаты работы по сбору информации о ПТК, представленных на территории парка, проводились исследования почв, растительности, фауны, гидрологии, климата, историко-культурного наследия. Участниками исследований выступали квалифицированные специалисты, научные сотрудники парка, студенты различных факультетов, и прочие заинтересованные лица. Участники научных исследований работают, как правило, в своей узкоспециализированной области и уделяют внимание, зачастую, небольшим участкам территории. После окончания подобного рода работ полученная информация остается в ведении парка без ее последующего использования, обработки и дополнения.

В итоге в архиве парка скопилось огромное количество разнородной информации: литературной, статистической, полевой, и картографической, представленной описаниями, полевыми исследованиями, тематическими базами данных, атрибутивными таблицами, схемами, графиками, профилями и разрезами. Различия в разрешении, точности, масштабе и методах сбора данных препятствуют интеграции данных [Лурье, 2009] их совместного анализа, хранения, обработке и оперативного доступа к ним.

Отсутствие специализированного оборудования, программного обеспечения и достаточного количества научных сотрудников препятствует осуществлению научных исследований, необходимых для продуктивной работы парка, в полной мере.

Развитие современных технологий способствует решению некоторых из перечисленных проблем. Оптимальным вариантом организации собранных материалов является создание КБД.

Картографическая база данных – совокупность (массив) взаимосвязанных картографических данных по какой-либо предметной области и общих правил описания, хранения и манипулирования данными. Основной составной частью КБД являются цифровые карты [Берлянт, 2003]. В методологическом плане КБД это синтез определенным образом структурированной информации, организованной для ее интерактивного восприятия в разных формах и представленной в цифровых форматах.

Для решения задачи было проведено тематическое структурирование материалов и разработана структура КБД.

Достижение основной цели работы происходило поэтапно:

1. Разработана мультимасштабная основа;
2. Проведено наполнение системы материалами;
3. Продемонстрирована вариабельность получения новых данных;
4. Отображены приемы и методы использования космических снимков в целях мониторинга территории и создания тематических карт.

В ходе тематического структурирования данных была разработана система их организации. Суть процесса заключается в выделении среди общего массива исходных данных тематических блоков, содержание которых направлено на организацию деятельности того или иного отдела парка. В зависимости от научных и прикладных задач отдела блок наполняется материалами, способствующими решению этих задач или же материалами, которые были получены в ходе исследований.

Вся накопленная информация подвергается обработке, а форма представления результатов зависит от пожеланий пользователей.

Данная работа была направлена на организацию материалов, относящихся к научной деятельности парка, которые представляют собой отдельный блок в разработанной структуре КБД (рис. 1).

Предметная специализация КБД определяется конкретными интересами ООПТ, которые могут затрагивать и особенности распространения и функционирования редких и уникальных природных систем, охраняемых и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных, а также задачи экологического просвещения. Национальные парки имеют также и высокое рекреационное значение, что подразумевает определенную работу с населением (экологическое просвещение, организация и

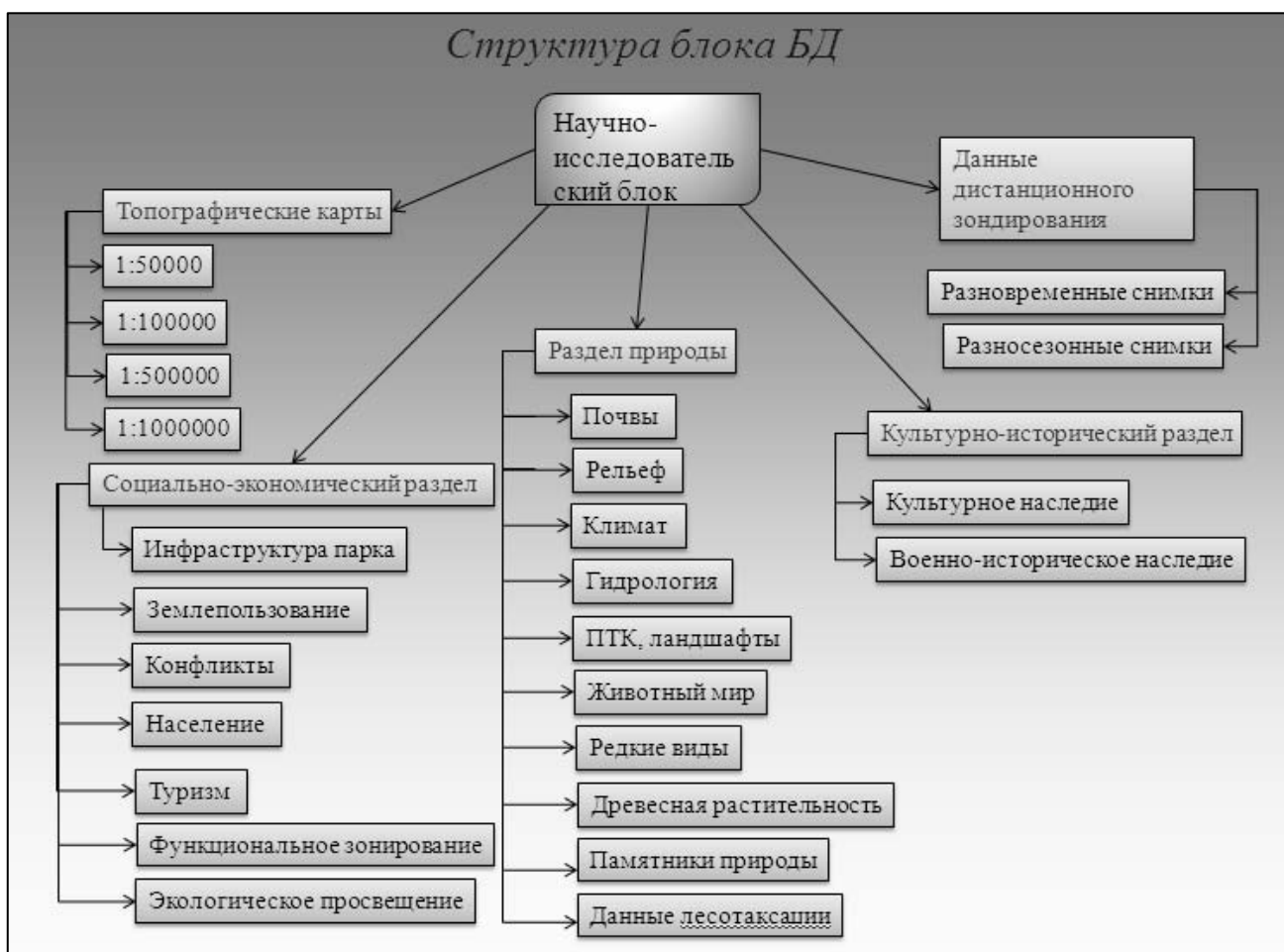


Рис.1. Предлагаемая структура блока БД ИКС НП «Угра»

регулирование отдыха населения)[Макасовский, 1997]. В зависимости от предметной специализации для КБД требуется различный набор пространственных данных и применение разных ГИС-технологий. С другой стороны, территориальный уровень исследования определяет требования к показателям масштабов и точности используемых материалов и, как следствие, результатам полученных измерений [Алексеев, Карпович, 2007]

Решение этой задачи решалось посредством создания мультимасштабной картографической основы. Источником данных послужили топографические карты, представленные в КБД различными масштабами (от 1:50000 до 1:1000000) и форматами (векторные и растровые).

На этапе наполнения базы содержанием было проработано много разноплановой информации. Картографические материалы являются неотъемлемой частью каждого раздела КБД. Раздел природы содержит материалы ландшафтного, почвенного и геологического картографирования территории; социально-экономический раздел отображает материалы экологического просвещения, туризма и функционального зонирования; культурно-исторический раздел наполнен данными по распределению по территории культурно-исторических и археологических памятников.

Для того, чтобы продемонстрировать вариабельность использования имеющейся информации с целью получения качественно новых данных, была создана карта древесной растительности на территорию парка. Основными источниками данных послужили результаты натурных наблюдений и данные дистанционного зондирования (ДДЗ). При наличии координат точек описания растительности их можно совместить с космическим снимком. Далее была проведена контролируемая классификация, на основе составления эталонного участка с заранее известными характеристиками растительности. В результате чего составлена карта древесной растительности, на которой выделено десять типов преобладающих пород деревьев.

По такой же схеме был выполнен фрагмент карты природно-территориального комплекса (ПТК) на участок парка близ экологической базы «Отрадное», здесь были использованы, в том числе, и данные полевой практики студентов кафедры картографии и геоинформатики. Проводить эталонное дешифрирование на всю территорию не представляется возможным, поскольку ландшафты на территории парка очень разнообразны.

В качестве примера обработки социально-экономических данных было проведено районирование парка на основе возможностей рекреационного использования его территорий. Районирование осуществлялось экспертным и автоматизированным методами на основе данных, свидетельствующих о возможностях использования территорий для нужд туризма, и факторов, лимитирующих туристическую деятельность. В ходе работы были проанализированы данные о наличии туристической инфраструктуры и маршрутов, оценено размещение туристически привлекательных объектов (природных и историко-культурных). В качестве лимитирующих показателей выступала схема функционального зонирования и места распространения ценных ботанических объектов. Совместный анализ этих данных позволил экспертным путем районировать территорию парка по степени возможного рекреационного использования территории.

Автоматизированное районирование проводилось на основе тех же благоприятствующих и лимитирующих факторов. Территория парка была автоматически разбита сеткой квадратов, равных 1 кв.км на местности. Далее просчитывалось количество объектов потенциально благоприятствующих развитию туризма в каждом квадрате, которые затем окрашиваются соответствующим образом. На следующем шаге выделяются те квадраты сетки, в которых отмечено наличие лимитирующих рекреационную деятельность объектов. Совместный анализ полученных данных позволит рационально организовать рекреационную деятельность тех мест, где это реально необходимо и потенциально возможно без нанесения ущерба объектам, находящимся под охраной.

Несмотря на относительную доступность в работе научного отдела парка практически не применяются ДДЗ. Для того чтобы продемонстрировать методы и приемы получения новой информации на основе имеющихся в открытом доступе снимков было составлена карта изменения природно-антропогенного ландшафта (ПАЛ).

Для создания карт изменения природно-антропогенного ландшафта использовались разновременные снимки американского спутника Landsat с разрешением 30 м. В процессе визуального дешифрирования были выделены все контура лесной растительности, сельскохозяйственных полей, лугов, населенных пунктов, лесных вырубок. Составлена индивидуальная карты для каждого элемента. Эти данные являются промежуточными и составлены специально для научных сотрудников парка, занимающихся динамикой каждого элемента среды автономно. Результирующая карта отображает изменение всех комплексов за 25 летний промежуток времени с 1984 по 2009 год, что наглядно отображает положительные результаты природоохранной деятельности парка.

Прикладная задача данной работы – создание КБД направленной на повышение эффективности управления территориями парка, организацию природоохранной деятельности, контроль за экологическим состоянием территорий и проведение рациональной рекреационной и эколого-просветительской деятельности.

Выполнение методической задачи состояло в разработке структуры пространственных данных, наполнении КБД содержанием, отображении вариабельности получения качественно новой информации и демонстрации приемов и методов использования ДДЗ.

В зависимости от предметной специализации ООПТ некоторые блоки системы могут быть подвергнуты изменениям, однако, в целом данная методика вполне применима и для других территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев О.А., Карпович Л.Л. Информационное обеспечение ГИС «Туризм в Краснодарском крае»//Вестник Московского университета. 2007. №4. С. 37 – 40.
2. Берлянт А.М. Картоведение: учебник для вузов – М.: Аспект Пресс, 2003. – 477с.
3. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 2-4 декабря 2009 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2009. – с. 3
4. Макасовский И.В. Национальные парки в урбанизированных регионах России. М.-Рязань: Горизонт, 1997.-162с.

5. Национальный парк Угра (информационно-справочное издание)/Под ред. В.П.Новикова.-3 изд. Калуга:ИЦ «Постскриптум»,2006.-92 с.:ил.,12 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

И.В. Архипова, И.Н. Ротанова
Институт водных и экологических проблем СО РАН
Алтайский государственный университет
г. Барнаул, Россия
E-mail: rotanova@iwep.asu.ru, diva@iwep.asu.ru

GEOINFORMATION MAPPING IN THE MODERN EKOLOGO-GEOGRAPHICAL EDUCATION

¹*Arkhipova I.V., ²Rotanova I.N*
¹*Institute water and environmental problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science*
²*The Altay state university*
Barnaul, Russia
E-mail: ¹diva@iwep.asu.ru, ²rotanova07@inbox.ru

Abstract. The approaches to mapping and receiving of new qualitative and quantitative information are developing all the time. The cartographic information and GIS are introduced in education and training courses aimed at the study of ecological situation. The students from Geographical Department of Altai State University attend special courses on the environment state. The students fulfill complex study works on the description of ecological situation, practice-oriented tasks on the comparative analysis of environmental problems observed in administrative-territorial units, the assessment of anthropogenic impact on natural complexes. The practical studies suggest the training in creation of maps of Altai Krai on the whole, or the specific natural or administrative units. In this case the use of regional ecological information is very important. It promotes good combination of studies and research, on the one hand, and individual and group studies, on the other. Independent working of students with involvement of obligatory research elements is extremely important; it is the integral part of education process.

Геоинформационное картографирование, представляя собой один из наиболее конструктивных методов выявления и исследования общих закономерностей организации и функционирования пространственно-организованных систем и новых эффективных подходов к анализу и решению территориальных проблем, активно развивается и постепенно входит в круг государственных интересов. Цифровая геопространственная информация начинает играть все более важную роль в задачах социально-экономического развития и экологической оценки, управления природным, производственным и трудовым потенциалом, вносит вклад в информационно-методическое обеспечение регионального природопользования.

Востребованность на современном рынке труда специалистов в области ГИС-технологий предопределила важность данного направления для высшего профессионального образования. Географы традиционно опираются на пространственно распределенную информацию и ее картографическое представление, поэтому практическое овладение ГИС-технологиями, методами создания и использования ГИС, геоинформационными методами географических исследований и картографирования стало необходимой составляющей подготовки современных географов и специалистов в области геоэкологии и природопользования.

Становление и развитие ГИС-образования, формирование геоинформатики и эколого-географического картографирования как учебных дисциплин являются приоритетными направлениями в деятельности географического факультета Алтайского государственного университета. Преподавателями кафедры физической географии и геоинформационных систем проводятся занятия по базовым курсам обучения геоинформационным технологиям. На других кафедрах составлены обучающие программы, включающие применение геоинформационных технологий в практико-ориентированной учебной деятельности, к ним относятся: «Прикладные ГИС», «Приложение ГИС для географических исследований», «ГИС в экономической и социальной географии», «Информационные технологии в ландшафтном планировании», «Геоинформационные системы в управлении природопользованием». Методы геоинформационного картографирования применяются в качестве информационно-методического обеспечения в рамках содержания учебных дисциплин, связанных с региональным природопользованием, территориальным планированием, экологической оценкой территории.

В основу научно-методических положений при формировании комплекса учебных предметов эколого-географического образовательного компонента на основе геоинформационного картографирования положен ряд принципов:

- междисциплинарности;
- региональности;
- личностно-деятельностного подхода.

Для реализации принципа междисциплинарности разделы, формирующие научные направления учебных дисциплин, должны составлять единый взаимоувязанный цикл с общей целевой направленностью, методологией и принципами построения с применением широкого диапазона методов обучения, ориентированных на конкретные процессы. Учебные программы дисциплин проектируются с сохранением транзитивности с применением ГИС-технологий, реализуя, таким образом, принцип целостности в отборе содержания. Подобный подход позволяет сформировать у студентов целостную картину мира, дает возможность овладеть современными методами и технологиями, служит основой для синтеза дисциплин в системе профессионального становления личности.

Актуальность принципа региональности связана с необходимостью получения знаний и умений для решения локальных (местных) задач по рациональному управлению природной средой с учетом общего эколого-географического научного подхода и специальных знаний и взглядов на отдельные проблемы. Региональный компонент является важным элементом эколого-географического образования, он направлен на приведение образовательной практики в соответствие с социальным заказом и финансово-экономическими возможностями региона.

В учебном процессе в качестве модельной чаще всего рассматривается территория Алтайского края и/или отдельные ее таксономические единицы (природные и административные). Репрезентативность территории Алтайского края для проведения комплексного эколого-географического анализа обусловлена наличием здесь спектра природных зон, характерных для России, что дает возможность выявления роли природных факторов в развитии региона.

Высокий уровень хозяйственной освоенности территории края и, как следствие, целый комплекс экологических проблем (загрязнение вод и атмосферы, почв, эрозия и дефляция почв), ряд нерешенных вопросов в сфере регионального природопользования требуют от студентов глубокого осмысления и интерпретации материала, дают возможность качественной отработки получаемых знаний и умений.

В учебных пособиях, подготовленных преподавателями факультета, отражены различные эколого-географические особенности Алтайского края, показан современный социально-экономический облик региона, что помогает студентам получить полное представление о перспективных и наиболее реальных путях дальнейшего развития региона.

Основная задача, стоящая перед современным вузом, заключается в формировании в будущем специалисте творческой личности. В системе массового обучения реализовать ее достаточно сложно, поэтому одним из важных аспектов при подготовке студента является реализация принципа личностно-деятельностного подхода.

В современной системе эколого-географического образования данный принцип реализуется на основе проектных исследований. Проект, как правило, носит междисциплинарный характер и интегрирует информацию из различных областей знаний. Его результатом являются картографические материалы, подготовленные с использованием ГИС-технологий.

Деятельность преподавателя направлена, прежде всего, на создание условий для сознательного выбора студентом «образовательной траектории»: преподаватель предлагает варианты проектного исследования; формулирует цели и задачи при планировании деятельности, помогает с поиском картографического материала, консультирует по выбору средств, приемов и методов реализации проекта, рекомендует необходимую литературу. При этом важным и неотъемлемым звеном является самостоятельная работа студентов. Реализация проектных исследований дает возможность качественной отработки полученных знаний и умений, позволяет выявить научно-исследовательский потенциал, раскрыть его личностные особенности, способствует формированию его профессиональных взглядов.

Для получения оптимального сочетания учебной и практической деятельности необходимо единство учебного и научно-исследовательского процессов. Это реализуется путем привлечения студентов к участию в работе в рамках научно-исследовательских проектов, в частности, в Институте водных и экологических проблем (ИВЭП) СО РАН.

Участвуя в «живых» проектах студенты получают возможность использовать уже накопленные в ИВЭП материалы географической и экологической тематики, знакомиться с научными публикациями, документами региональной статистики и отчетами природоохранных ведомств, а также имеют реальный шанс проявить знания и умения на практике, выполняя свои квалификационные работы в соответствии с методиками современных научных разработок под руководством специалистов, что способствует дальнейшей успешной реализации студентов в профессиональной деятельности.

1. Галахов В.П. Моделирование в географии : учебное пособие. - Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2006. - 128 с.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДОСБОРНУЮ ТЕРРИТОРИЮ И ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ОБЪ-ИРТЫШСКОГО БАСЕЙНА

Н.Ю. Курепина, Н.В. Стоящева, И.Д. Рыбкина
Институт водных и экологических проблем СО РАН
656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1
Россия
E-mail: kurepina@iwep.ru

MAPPING OF ANTHROPOGENIC LOAD ON CATCHMENT AREA AND WATER OBJECTS OF THE OB-IRTYSH RIVER BASIN

N.Yu. Kurepina, N.V. Stoyasheva, I.D. Rybkina
Institute of Water and Ecological Problems SB RAS
656038, Barnaul, Molodyojnaja, 1
Russia
E-mail: kurepina@iwep.ru

Abstract. The work gives the description of a number of thematic different-scale maps representing the direct and indirect anthropogenic impact on catchment area and its water objects of the Ob-Irtysh river basin.

Управление качеством окружающей среды и рациональное использование водных ресурсов, изучение взаимосвязи природных и антропогенных систем современными методами оценки и прогнозирования этих отношений, формирование информационных баз всех уровней являются приоритетными научно-исследовательскими направлениями. При этом важное место занимает картографический метод исследования. Тематическое картографирование представляет специфическую информационно-коммуникационную систему, имеющую свой язык [Лютый, 1988], используемую в качестве значимого и эффективного элемента в решении экологических вопросов.

За последние годы в ИВЭП СО РАН в рамках выполнения научно-исследовательских работ была сформирована геоинформационная база данных на территорию Обь-Иртышского бассейна, проведен ее комплексный анализ и составлена серия тематических карт. Одна из тематик была представлена среднемасштабными оценочными картами антропогенных нагрузок на водосборные территории и водные объекты.

В соответствии с определением "карты антропогенного воздействия на среду" [Берлянт, 2003], основное содержание картографического произведения заключается в показе прямого или косвенного (опосредованного) влияния производственной и непроизводственной деятельности людей на окружающую среду (*в нашем случае – на водосборную территорию*) и ее компоненты (*водные объекты*). При разработке методики составления таких карт мы опирались на общепринятые методы и подходы картографирования [Востокова и др., 2002; Евтеев, 1999; Салищев, 1987], а также учитывали существующий опыт создания карт в данной области [Атлас Украины, 1999-2000; Атлас Ханты-Мансийского АО, 2005; Атлас. Иркутская область, 2006; Безруков, 1996].

В рамках выполнения работ по госконтракту "Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша" (2008-2010 гг.) были составлены карты зонирования (ранжирования) по степени антропогенной нагрузки водосборной территории Обь-Иртышского бассейна и его отдельных водохозяйственных участков (ВХУ), а также прогнозных изменений антропогенной нагрузки на водные объекты Обь-Иртышского бассейна до 2020 г. Картографирование водосборного бассейна осуществлялось в среде ArcGIS в масштабе 1:1 000 000 с использованием векторной топографической информации: границы (государственная, субъектов федерации и муниципальных образований), гидрография и населенные пункты. На данных картах также представлены границы Обь-Иртышского бассейна в пределах Российской Федерации и ВХУ (всего 72). Последние выступали в качестве основной операционной территориальной единицы аналитических процедур и картографирования.

С целью более детальной оценки экологического состояния и водно-ресурсного потенциала Обь-Иртышского бассейна в соответствии с природно-климатическими и гидрохимическими характеристиками были выбраны модельные ВХУ (всего 13). Их картографирование выполнялось в ArcGIS на

топографической основе масштаба 1:200 000. Требуемый формат бумажного варианта карт – А3. На данных картах основной операционной единицей картографирования являются районные муниципальные образования.

Картографирование прямого антропогенного воздействия на водные объекты заключалось в отображении объемов забора вод и сброса сточных вод, а также показателя водного стресса (коэффициент изъятия речного стока). Оценка "водного стресса" (данный термин (water stress) в настоящее время широко используется за рубежом при характеристике водно-экологических ситуаций) определяется соотношением водозабора из водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам. Если это отношение менее 10 %, то водный стресс не наблюдается, если от 10 до 20 %, существует слабая нехватка воды, если 20-40 % – умеренная, превышение 40 % означает высокий уровень нехватки воды (водный стресс) [Данилов-Данильян, Лосев, 2006]. Для водохозяйственных участков Обь-Иртышского бассейна показатель водного стресса рассчитывался как отношение объемов водозабора из поверхностных водных источников муниципальных образований в границах ВХУ к среднему и минимальному значениям среднесезонных расходов главного водотока.

На картах показатель водного стресса отображается дробью, в числителе которой – показатель водного стресса при среднем значении среднесезонного расхода реки, в знаменателе – при минимальном расходе. Показатели привязаны к замыкающим гидрологическим створам. Собственные подписи имеют водохозяйственные участки, основные водотоки, центры субъектов федерации и населенные пункты с высоким забором воды и сбросом сточных вод.

Косвенное воздействие антропогенных факторов нашло свое отражение на картах посредством визуализации показателей совокупной антропогенной нагрузки на водосборе. Данный показатель является интегральным, при его расчете в качестве основных (базовых) применялись: плотность населения на водосборной территории (чел/км²), плотность промышленного производства (показатель заимствован из работы С.В. Одессер [Одессер, 1991]) (объем производимой в регионе промышленной продукции в тыс. руб., приходящийся на 1 км²) и сельскохозяйственная освоенность, включающая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (количество условных голов на 1 км²) [Рыбкина и др., 2011]. Информация, предоставленная территориальными органами Федеральной службы государственной статистики в границах административно-территориального деления за период с 1990 по 2007 гг., благодаря возможностям ГИС была корректно обработана и выдана для картографирования по ВХУ.

Используемые показатели были сгруппированы по видам антропогенных воздействий – демографических, промышленных и сельскохозяйственных. Сельскохозяйственная нагрузка получена как среднеарифметическое значение балльных оценок интенсивности земледельческой (распаханность) и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок.

На уровне ВХУ для каждого из показателей была принята восьмibalльная условная шкала интенсивности антропогенной нагрузки (табл.), в основу которой положена методика А.Г. Исаченко [Исаченко, 2001]. Для карты, отражающей зонирование антропогенной нагрузки на территорию Обь-Иртышского бассейна в целом шкала интенсивности была упрощена до трех градаций: 1 – низкая (1-3 балла восьмibalльной шкалы), 2 – средняя (4-6 баллов) и 3 – высокая (7-8 баллов).

Таблица 1. Шкала основных показателей для зонирования ВХУ по степени антропогенной нагрузки

Показатель	Интенсивность нагрузки (баллы)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Незначительная или отсутствует	Очень низкая	Низкая	Пониженная	Средняя	Повышенная	Высокая	Очень высокая
Плотность населения, чел/км ²	0,0	≤ 0,1	0,2-1,0	1,1-5,0	5,1-10,0	10,1-25,0	25,1-50,0	> 50,0
Плотность промышленного производства, тыс. руб./ км ²	0,0	≤ 10,0	10,1-100,0	100,1-1000,0	1000,1-3000,0	3000,1-4000,0	4000,1-5000,0	> 5000
Распаханность, %	0,0	≤ 0,1	0,2-1,0	1,1-5,0	5,1-15,0	15,1-40,0	40,1-60,0	> 60,0
Животноводческая нагрузка, усл. гол./км ²	0,0	≤ 0,1	0,2-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	> 10,0

По показателям совокупной антропогенной нагрузки на карте "Зонирование (ранжирование) водосборной территории Обь-Иртышского бассейна по степени антропогенной нагрузки" для ВХУ применен количественный фон. На большей территории бассейна наблюдается средняя и низкая интенсивность антропогенной нагрузки и лишь 11 ВХУ характеризуются высокой степенью нагрузки. Водопользование отображалось для двух категорий муниципальных образований: административных районов и городских округов. В соответствии с техническим заданием бумажный вариант карты составлялся

для формата А3 (масштаб карты 1:6 000 000), поэтому забор воды и сброс сточных вод нашли отражение на карте лишь при превышении ими объема 100 млн. м³. Данная информация по административным районам была представлена способом качественного фона, по населенным пунктам – круговыми картодиаграммами, разделенными по вертикали на две части с различной цветовой гаммой, одна из которых соответствовала объему забора воды, другая – сбросу сточных вод. Удачно подобранные интервалы шкал диаграмм (от 100 до 300, от 300 до 500, от 500 до 700 и от 700 до 1010 млн. м³) позволили наглядно отобразить города с высоким водопотреблением и водоотведением, подтвердив сложившуюся напряженную ситуацию на отдельных водных объектах ВХУ.

На уровне ВХУ информация по водопользованию представлена более сложными по своей структуре круговыми картодиаграммами (рис. 1). Они также разделены вертикально на две части: забор воды и сброс сточных вод. Каждая часть круговой диаграммы, в свою очередь, разделена на сектора. Так, по полукругу забора воды определяется не только объем (млн. м³), но и источник – поверхностные или подземные воды. По полукругу сброса сточных вод – общее количество и непосредственно в поверхностные водные объекты, подразделяемые по качеству: загрязненные, нормативно-очищенные или нормативно чистые. Расчет интервалов шкал картодиаграмм определялся по показателям водозабора и водоотведения всех ВХУ Обь-Иртышского бассейна. Для более детального представления сложившейся в ВХУ антропогенной ситуации карты дополнены таблицами по видам антропогенной нагрузки по каждому району (демографической, промышленной, сельскохозяйственной и совокупной).

При составлении карты "Прогнозное изменение антропогенной нагрузки на водные объекты и территории водосборного бассейна до 2010 г." рассматривалось два варианта подачи информации: отображение прогнозируемой антропогенной нагрузки по всем ВХУ Обь-Иртышского бассейна с помощью количественного фона, либо отражение лишь тех ВХУ, на которых ожидаются изменения. Последний вариант оказался более приемлем, так как из 72 ВХУ лишь на шести вероятны изменения. Таким образом, количественный фон ВХУ, отображающий степень совокупной антропогенной нагрузки на водосборе, был оставлен таким же, как на предыдущей карте, а прогнозные изменения представлены ареалами с разной интенсивностью штриховки. По прогнозу тенденция увеличения антропогенной нагрузки с низкой до средней ожидается для одного ВХУ, для остальных – со средней до высокой.

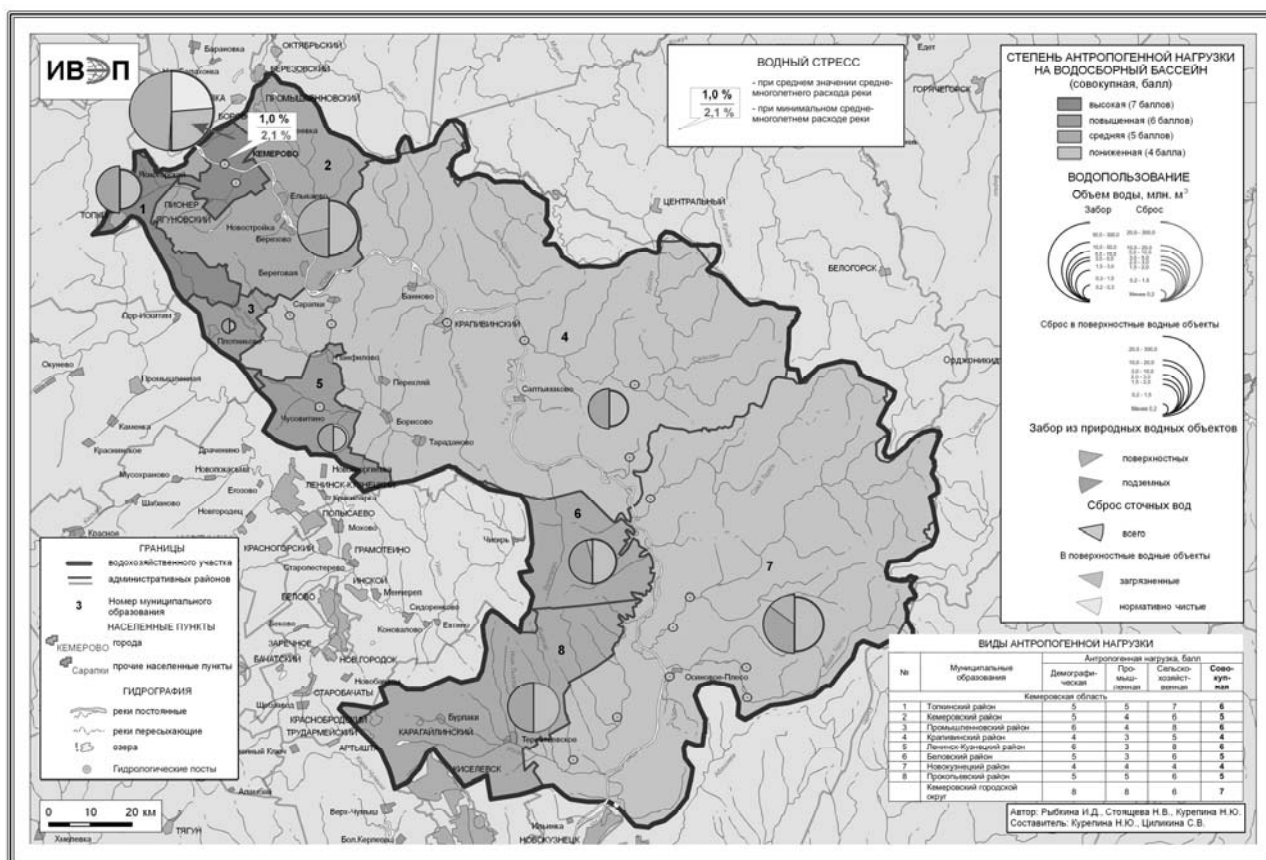


Рис. 1. Зонирование (ранжирование) водосборной территории по степени антропогенной нагрузки ВХУ 13.01.03.003 (р. Томь от г. Новокузнецка до г. Кемерово)

В рамках выполнения договорной научно-исследовательской работы "Сбор, первичная обработка и анализ исходной информации для формирования основных разделов проекта СКИОВО по бассейну р. Обь"

(2010 г.) была составлена карта зонирования (ранжирования) водосборной территории Верхней и Нижней Оби по степени антропогенной нагрузки. Основным условием при создании данной карты являлось использование векторной топографической информации 1:200 000 масштаба и подготовки ее бумажного варианта в формате А0.

Разработка карты выполнялась на основе аналитических и картографических данных, полученных в результате создания вышеописанных карт. Ее тематическое содержание составили: степень совокупной антропогенной нагрузки на водосборе (по 3-х бальной шкале), представленная способом количественного фона, и дополненная столбчатой картодиаграммой, отображающей разным цветом различные виды антропогенной нагрузки (демографической, промышленной и сельскохозяйственной). Информация по водопользованию демонстрируется по административным районам и городам. Масштаб данной карты позволил детализировать информацию по водопотреблению и водоотведению в городах картографируемой территории (рис. 2), в отличие от карты, составленной на Обь-Иртышский бассейн.

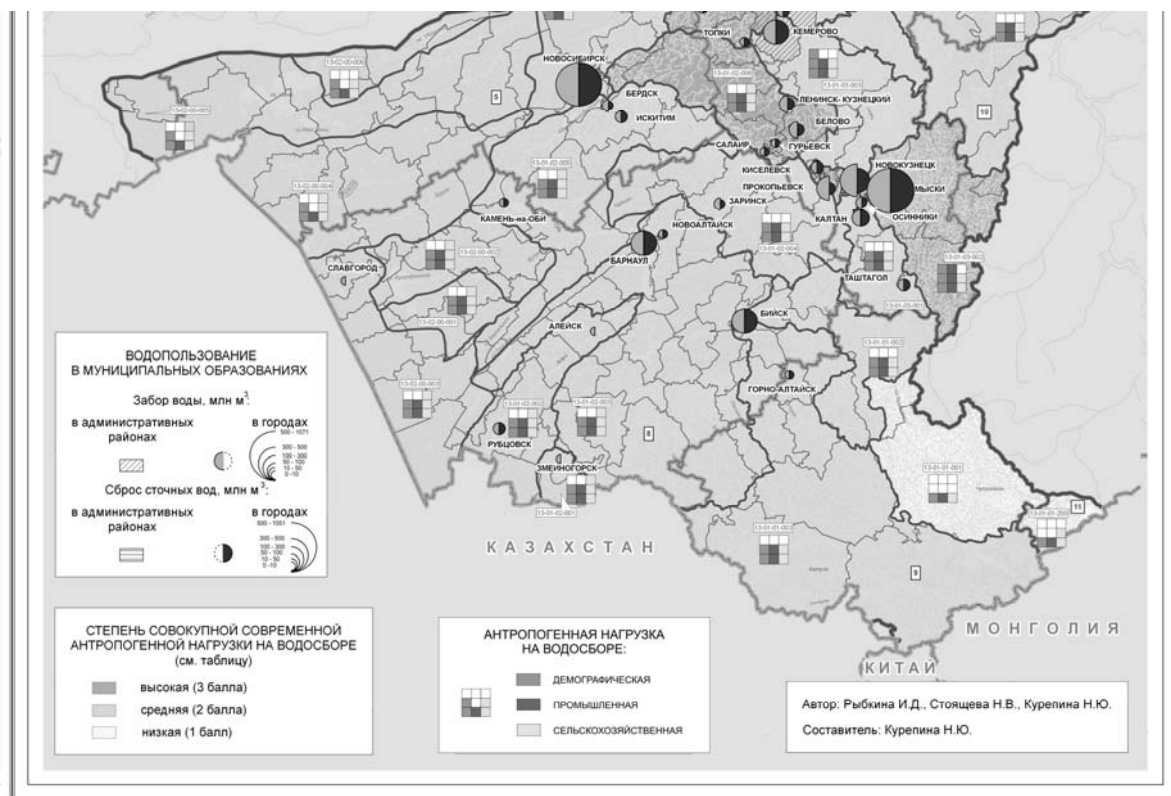


Рис. 2. Фрагмент карты зонирования (ранжирования) водосборной территории р. Обь по степени антропогенной нагрузки

Созданные компьютерные карты на основе баз данных и ГИС являются оценочными. Они позволяют наглядно представить количественные и качественные показатели состояния водных объектов бассейнов в зависимости от антропогенной нагрузки, а также возможные изменения этой нагрузки к 2020 г. с целью решения различных задач по управлению водными ресурсами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас України. – ІГ НАНУ, 1999-2000. – Эл. опт. диск (CD-ROM).
2. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – Ханты-Мансийск; М.: Мониторинг, 2005. – Т. 2. Природа. Экология. – Эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – ИГ СО РАН. – 2006. – Эл. опт. диск (CD-ROM).
4. Безруков Л.А. Эколого-географические особенности картографирования водопользования и водного хозяйства // Экологическое картографирование Сибири. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – С. 105-115.
5. Берлянт А.М. Карта. Каткий толковый словарь. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
6. Востокова А.В., Кошель С.М., Ушакова Л.А. Оформление карт. Компьютерный дизайн: Учебник. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 288 с.
7. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты / Ин-т водных проблем РАН. – М.: Наука, 2006. – 221 с.

8. Евтеев О.А. Проектирование и составление социально-экономических карт: Учебник. – М.: МГУ, 1999. – С. 116-170.
9. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2001. – 328 с.
10. Лютий А.А. Язык карты: сущность, система, функции. М.: ИГ АН СССР, 1988. – 292 с.
11. Одессер С.В. Территориальная дифференциация в экономико-географических типологиях // Известия АН СССР. Серия географ. – 1991. – № 6. – С. 61-69.
12. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Методика зонирования территории речного бассейна по совокупной антропогенной нагрузке (на примере Обь-Иртышского бассейна) // Водное хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 42-52.
13. Салищев К.А. Проектирование и составление карт. – М.: МГУ, 1987. – 240 с.

КАРТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Полежаев А.Н.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

Магадан, Россия,

E-mail: berkuten.online.magadan.su

THE CARTOMETRIC ANALYSIS OF THE VEGETATIVE COVER OF CHUKCHI AUTONOMOUS REGION WITH USE GIS-TECHNOLOGIES

Polezaev A.N.

Institute of biological problems of the North of Far East district of the Russian Academy of Sciences

Magadan, Russia

E-mail: berkuten.online.magadan.su

Abstract. Some results of cartometric analysis of vegetation cover of Chukotsky autonomous region obtained by usage of modern GIS technologies are reported. Legend of digital map of vegetation cover of the region is given.

Своеобразие современного растительного покрова Чукотского АО обусловлено комплексом природно-климатических условий, связанных со спецификой географического положения, строением поверхности, влиянием морей, наличием многолетней мерзлоты и др., а также с историей формирования флористических комплексов, воздействием факторов антропогенного генезиса.

Разнообразная информация, содержащая сведения о флоре и растительности ЧАО, имеется в научных публикациях, фондовых материалах и других источниках [Татарченков, 1971] Описание лесов наиболее полно впервые дано Г.Ф.Стариковым и П.Н. Дьяконовым [Стариков, Дьяконов, 1955], а в целом растительности - А.Т. Реутт [Реутт, 1956]. Современные компьютеризированные технологии позволяют использовать эту информацию для создания включенных в проекты ГИС картографических моделей и формирования баз данных к ним.

Моделирование и картометрический анализ с применением информационных систем рассматриваются нами как эффективные приемы исследования закономерностей растительного покрова на региональном уровне. ГИС по растительности Чукотского АО подготовлена в рамках создания территориальной информационной системы для Севера Дальнего Востока России [Полежаев, 2010].

Ниже приведён вариант легенды цифровой карты растительности Чукотского АО, в котором перечислены типы комплексов растительности в ранге мезокомбинаций.

АРКТИЧЕСКАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Комплексы растительности гор

1.Лишайниковые (*Ophioparma ventosa*, *Rhizocarpon geographicum*, *Umbilicaria arctica*; *Andreaea rupestris*, *Scapania undulata*, *Tetralophozia setiformis*, *Tortella tortuosa*) **каменистые горные пустыни.**

2.Лишайниковые (*Alectoria nigricans*, *A.ochroleuca*, *Cladonia stellaris*, *Flavocetraria cucullata*, *F.nivalis*, *Stereocaulon alpinum*, *S.tomentosum*) **горные тундры.**

3. Мелкокустарничковые (*Salix erythrocarpa*; *Arctous alpina*, *Cassiope ericoides*, *C.tetragona*, *Diapensia obovata*, *Dryas punctata*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Loiseleuria procumbens*, *Salix phlebophylla*, *S.polaris*, *S. reticulata*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V.uliginosum*; *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*, *Cladonia arbuscula*, *C. mitis*, *C.stellaris*, *Flavocetraria cucullata*, *F.islandica*, *F. nivalis*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon paschale*; *Dicranum spadicum*, *Oncophorus wahlenbergii*, *Polytrichum piliferum*, *Ptilidium ciliare*, *Rhacomitrium canescens*, *Rhithidium rugosum*) **горные тундры.**

4.Кустарничковые (*Potentilla fruticosa*; *Arctous alpina*, *Betula exilis*, *Cassiope ericoides*, *Dryas punctata*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Rhododendron camtschaticum*, *Salix arctica*, *S.sphenophylla*,

Salix reticulata, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*; виды семейств: *Fabaceae*, *Cyperaceae*; *Aulacomnium turgidum*, *Dicranum elongatum*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *Racomitrium lanuginosum*; *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*, *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *Flavocetraria cucullata*, *F. islandica*, *F. nivalis*, *Stereocaulon paschale*, *Thamnia vermicularis*) **горные тундры.**

5.Ивняковые осоково-пушицевые (*Salix myrtilloides*; *Arctous alpina*, *Betula exilis*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Salix arctica*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*; *Carex lugens*, *Eriophorum vaginatum*; *Comptothecium trichoides*; *Flavocetraria cucullata*) **кочкарные деллевые горные тундры.- 11**

6.Березковые (*Salix arctica*, *Betula middendorffii*; *Arctous alpina*, *Betula exilis*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*; *Dicranum elongatum*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*; *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *Flavocetraria nivalis*, *F. richardsonii*, *Stereocaulon paschale*) **горные тундры.**

7.Злаково - разнотравные (*Arnica frigida*, *Bromopsis pumpelliana*, *Carex macrogyna*, *C. saxatilis*, *Chamaenerion latifolium*, *Hierochloë alpina*, *Leymus villosissimus*, *Ptarmica alpina*, *Silene amoena* и др.) **горные луга.**

Комплексы растительности выровненных водоразделов, пологих склонов, межгорных долин, равнин, морских террас.

8.Травяные (*Salix polaris*; *Alopecurus alpinus*, *Deschampsia borealis*; *Aulacomnium turgidum*, *Oncophorus wahlenbergii*, *Polytrichum alpinum*; *Ochrolechia frigida*, *Psoroma hypnorum*, *Thamnia vermicularis*, *Stereocaulon alpinum*) **пятнистые арктические тундры.**

9.Моховые осоковые (*Salix pulchra*, *S. reptans*; *Salix polaris*; *Alopecurus alpinus*, *Deschampsia borealis*, *Carex lugens*; *Tomenthypnum nitens*, *Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium alaskanum*; *Flavocetraria islandica*, *Stereocaulon alpinum*, *Thamnia vermicularis*) **кочкарные арктические тундры.**

10.Мелкокустарничковые (*Salix arctica*, *S. glauca* ssp. *callicarpaea*, *S. reptans*; *Dryas incisa*, *D. integrifolia*, *D. octopetala*, *D. punctata*, *S. rotundifolia*, *Selaginella sibirica*; *Carex misandra*, *Deschampsia borealis*, *Lloydia serotina*, *Parrya nudicaulis*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. serpyllifolia*; *Tomenthypnum nitens*, *Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium alaskanum*; *Flavocetraria cucullata*, *F. nivalis*, *Thamnia vermicularis*) **пятнистые арктические тундры.**

11.Осоково-пушицевые (*Carex lugens*, *C. soczavaeana*, *Eriophorum vaginatum*) **кочкарные субарктические тундры.**

12.Ивняковые осоково-пушицевые (*Salix arctica*, *S. pulchra*; *Betula exilis*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*; *Carex lugens*, *Eriophorum vaginatum*; *Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium splendens*; *Cladonia rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*) **субарктические тундры.**

13.Ольховниковые осоково-пушицевые (*Duschekia fruticosa*, *Rhododendron aureum*; *Salix arctica*, *S. pulchra*; *Betula exilis*, *Vaccinium uliginosum*; *Carex lugens*, *Eriophorum vaginatum*; *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum girgensohnii*; *Cladonia rangiferina*, *Flavocetraria cucullata*) **кочкарные субарктические тундры**

БОРЕАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Комплексы растительности гор

14.Кедровые (*Pinus pumila*) **горные стланики.**

15.Лиственничные (*Larix cajanderi*) **горные редколесья и леса.**

Комплексы растительности выровненных водоразделов, пологих склонов, межгорных долин, равнин, морских террас.

16.Лиственничные (*Larix cajanderi*) **редколесья и леса.**

17.Осоково-пушицевые (*Pinus pumila*; *Eriophorum vaginatum*, *Carex lugens*; *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum girgensohnii*; *Cladonia rangiferina*) **кедровые стланики.**

ЗОНАЛЬНО-ИНТЕРЗОНАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

(комплексы растительности речных долин, низменных равнин, морских берегов)

18.Лиственничные (*Larix cajanderi*) **редколесья и леса.**

19.Ивовые (*Chosenia arbutifolia*, *Salix schverinii*, *S. udensis*) **редколесья и леса.**

20.Топольевые (*Populus suaveolens*) **леса.**

21.Заросли ив (*Salix alaxensis*, *S. arctica*, *S. fuscescens*, *S. glauca*, *S. hastata*, *S. krylovii*, *S. phlebophylla*, *S. pseudopentandra*, *S. pulchra*, *S. saxatilis*).

22.Заросли ольховника (*Duschekia fruticosa*).

23.Заросли ольховниково-ивовые (*Duschekia fruticosa*, *Salix abscondita*, *S. boganiensis*, *S. glauca*, *S. hastata*, *S. lanata*, *S. schverinii*, *S. udensis*).

24.Злаково-разнотравные (*Cacalia hastata*, *Calamagrostis angustifolia*, *C. neglecta*, *C. purpurea* subsp. *langsдорffii*, *Chamaenerion angustifolium*, *Equisetum arvense*, *Ptarmica camtschatica*, *Tanacetum boreale*, *Trisetum sibiricum* и др.) **луга.**

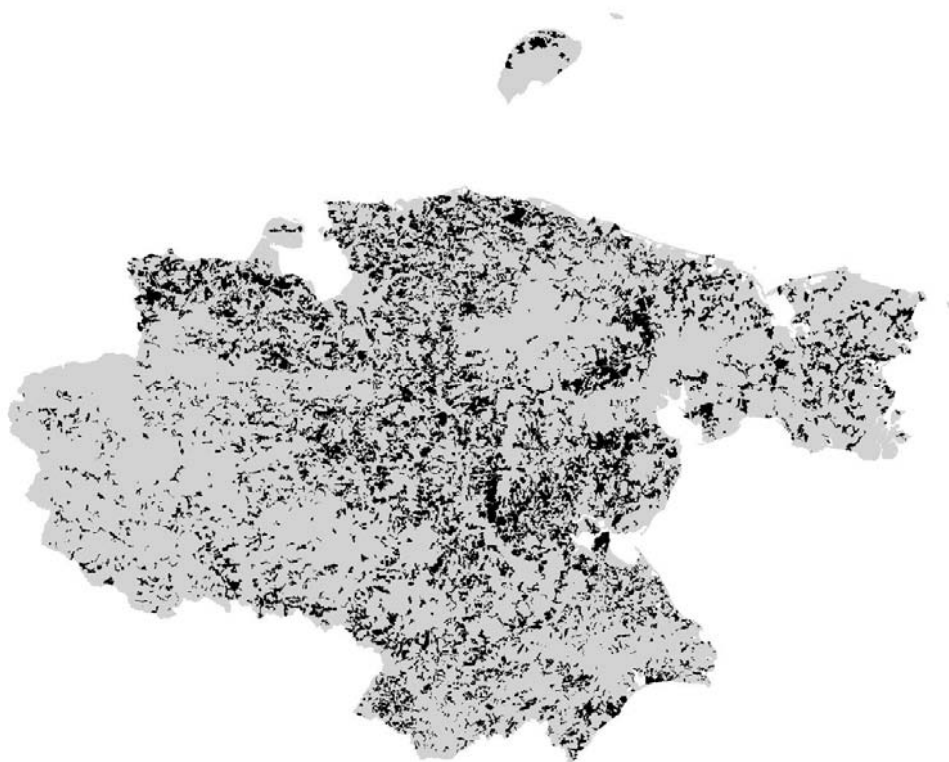


Рис.1. Ареал арктических и субарктических тундр

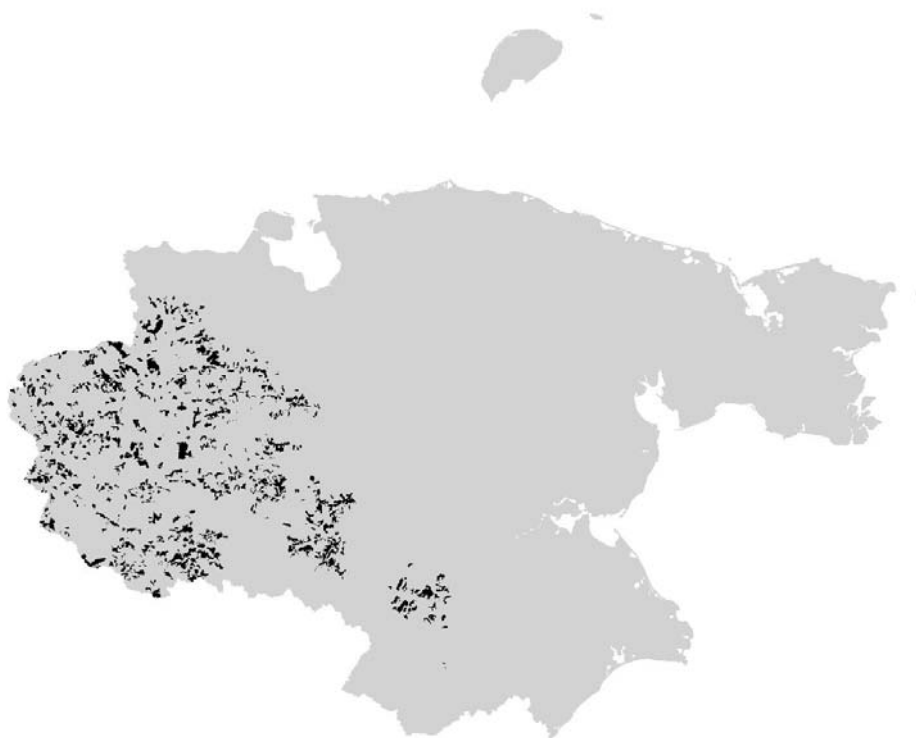


Рис.2. Ареал лиственничных лесов

25.Осоково-злаковые (*Arctophila fulva*, *Calamagrostis purpurea* subsp. *langsдорffii*, *Carex aquatilis* subsp. *stans*, *C. eleusinoides* и др.) **луга.**

26.Разнотравно-злаковые (*Lathyrus japonicus*, *Leymus mollis*, *Ligusticum scoticum* subsp. *hultenii*, *Potentilla anserina* subsp. *egedi*, *Saussurea pseudo-tilesii*, *Senecio pseudoarnica*, *Stellaria radians* и др.) **приморские луга.**

27.Осоковые (*Carex subspathacea*) **заболоченные приморские луга.**

28.Лишайниковые (*Alectoria ochroleuca*, *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *Flavocetraria cucullata*, *F. islandica*, *F. kamczatica*, *F. nivalis*, *Stereocaulon alpinum*) **тундры.**

29.Ивняково-березковые осоково-пушицевые (*Salix arctica*, *S. fuscescens*, *Salix krylovii*, *S. myrtilloides*, *S. pulchra*; *Andromeda polifolia*, *Betula exilis*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Salix reticulata*, *Vaccinium uliginosum*; *Carex appendiculata*, *C. lugens*, *C. stans*, *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum*; *Aulacomnium palustre*, *A. turgidum*, *Pleurozium schreberi*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Sphagnum girgensohnii*, *S. squarrosum*, *S. warnstorffii*) **кочкарные переувлажненные тундры.**

30.Травяно-моховые (*Carex concolor*, *Eriophorum angustifolium*; *Aulacomnium palustre*, *Hamatocaulis revolvens*, *Straminergon sarmentosum*, *Sphagnum contortum*, *S. squarrosum*, *S. subsecundum*, *Tomenthypnum nitens*) **болота.**

31.Моховые (*Sphagnum girgensohnii*, *S. obtusum*, *S. squarrosum*, *S. teres*, *Straminergon stramineum*) **болота.**

32.Травяные (*Calamagrostis neglecta*, *C. purpurea* subsp. *langsдорffii*, *Carex concolor*, *C. globularis*, *C. rariflora*, *Eriophorum angustifolium*) **болота.**

33.Кустарничковые травяно-моховые (*Betula exilis*, *Myrica tomentosa*; *Bistorta vivipara*, *Carex globularis*, *C. limosa*, *C. lyngbyei* subsp. *cryptocarpa*, *C. middendorffii*, *C. rariflora*, *C. rotundata*, *C. schmidtii*, *Equisetum arvense*, *Geranium erianthum*, *Iris setosa*, *Sanguisorba tenuifolia*; *Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum*, *S. fuscum*, *S. girgensohnii*, *S. teres*, *S. warnstorffii*) **болота.**

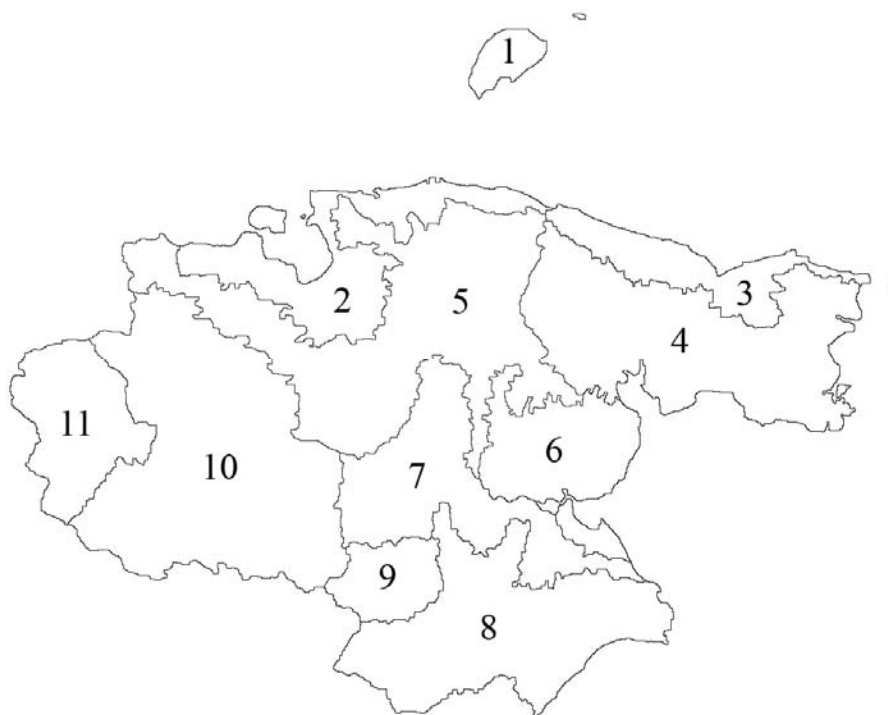


Рис.3. Геоботаническое районирование Чукотского автономного округа

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1- Врангелевский округ | 7 - Средне-Анадырский округ |
| 2- Чаунский округ | 8 - Корякский округ |
| 3- Северо-Чукотский округ | 9 - Майнский округ |
| 4- Центральнo-Чукотский округ | 10 - Колымский горный округ |
| 5- Анадырского плато округ | 11 - Юкагирский округ |
| 6- Южно-Чукотский округ | |

Таблица 1. Структура растительного покрова геоботанических округов Чукотского АО (%)

Геоботанические округа	Группы типов комбинаций растительности *							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тундровая область								
Подобласть арктических тундр								
Врангелевско-Западноамериканская провинция								
Врангелевская подпровинция								
Врангелевский	11	-	-	1	11	1	74	2
Подобласть субарктических тундр								
Чукотско-Аляскинская провинция								
Чукотская подпровинция								
Чаунский	35	1	-	5	33	2	21	3
Северо-Чукотский округ	30	-	-	2	34	1	31	2
Центрально-Чукотский	10	-	-	2	5	-	81	2
Анадырского плато	20	1	-	4	5	-	68	2
Южно-Чукотский	34	6	-	6	35	1	16	2
Берингийская кустарниковая (лесотундровая) область								
Полоса тундрово-кустарниковая								
Средне-Анадырский	25	25	-	10	16	-	22	2
Корякский	17	28	-	6	5	-	42	2
Полоса лесо-кустарниковая (лесотундра)								
Майнский	20	32	8	5	5	-	28	2
Евразийская хвойнолесная (таежная) область								
Восточно-Сибирская подобласть светлохвойных лесов								
Якутская провинция								
Витимо-Колымская подпровинция								
Полоса кустарниковых лиственничных лесов								
Полоса 2-го порядка лишайниково-кустарниковых лиственничных лесов								
Колымский горный	13	7	33	4	6	-	29	8
Юкагирский	10	4	36	4	10	-	6	30

* 1-арктические и субарктические тундры; 2- кедровые стланики и заросли ольховника; 3- лиственничные леса и редколесья; 4-долинные тополево-чозениевые леса и заросли кустарников; 5- болота; 6- луга; 7-горные пустыни и тундры; 8- растительность, измененная стрессовыми факторами

34. Кустарничково-моховые (*Betula exilis*, *Cassiope tetragona*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Rubus chamaemorus*, *Salix reticulata*, *Vaccinium uliginosum*; *Dicranum elongatum*, *Ptilidium ciliare*, *Sphagnum compactum*, *S. lenense*, *S. magellanicum*, *S. warnstorffii*) + **травяно-моховые** (*Carex arctica*, *Carex concolor*, *C. rariflora*, *Comarum palustre*; *Straminergon sarmentosum*, *Hamatocaulis uncinatus*, *Pseudobrium cinclidioides*, *Sphagnum girgensohnii*, *S. obtusum*) **полигональные болота**.

35. Кустарничково-моховые (*Betula exilis*, *Empetrum nigrum*, *Ledum decumbens*, *Oxycoccus microcarpus*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium uliginosum*; *Dicranum elongatum*, *Ptilidium ciliare*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum piliferum*, *P. strictum*, *Sphagnum compactum*, *S. lenense*, *S. magellanicum*, *S. warnstorffii*) + **травяно-моховые** (*Carex chordorrhiza*, *C. globularis*, *C. concolor*, *C. limosa*, *Eriophorum angustifolium*; *Straminergon sarmentosum*, *Hamatocaulis uncinatus*, *H. revolvens*, *Pseudobrium cinclidioides*, *Sphagnum obtusum*, *S. squarrosum*) **мелкобугристые болота**

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ, ИЗМЕНЕННАЯ СРЕССОВЫМИ ФАКТОРАМИ

Преимущественно естественными:

36. Растительность в стадии динамичных (на песчано-галечниковых косах в поймах рек) сукцессий.

37. Растительность на разных стадиях восстановительных (после пожаров) сукцессий.

38. Растительность в стадии орнитогенных (птичьи базары) сукцессий.

Антропогенными:

39. Растительные сообщества и группировки растений, формирующиеся на техногенных формах рельефа.

40. Растительность на стадиях пастбищных (пастбища домашних оленей) сукцессий.

Мелкомасштабные карты растительности Чукотского АО созданы на основе цифровой обобщенной крупномасштабной карты методами генерализации или масштабирования. При генерализации выделялись

комплексы растительности в ранге макрокомбинаций. В легендах этих карт перечислены группы типов макрокомбинаций [Полежаев, 2010]. При масштабировании сохраняется вся графическая информация исходной карты растительности М.1:200000, а содержание легенды генерализуется до групп типов мезокомбинаций. Этот метод применяли и при создании карт ареалов типов комплексов растительности. Картосхемы ареалов зональных типов комплексов растительности построены по признаку преобладания ($\geq 50\%$) в мезокомбинациях типов комбинаций приуроченных к плакорам (Рис.1,2).

По геоботаническому районированию России территория Чукотского АО включена в тундровую, берингийскую кустарниковую (лесотундровую), евразийскую хвойнолесную (таежную) области [Геоботаническое районирование, 1947]. На картосхеме геоботанического районирования Чукотского АО выделены комплексы растительности в ранге мегакомбинаций (Рис.3). Мегакомбинации в значительной мере уникальны, поэтому номенклатурным типом комплекса растительности в ранге мегакомбинации является присущая единственному представителю характеристика ее состава и структуры, слагаемых типами комбинаций (Табл.). При геоботаническом районировании контуры растительности в ранге мегакомбинации позиционируются нами как геоботанические округа.

В результате картометрического анализа атрибутивной информации цифровой геоботанической карты установлено, что в Чукотском автономном округе растительность представлена: горными каменистыми пустынями и тундрами (38%), равнинными тундрами - субарктическими (25%), арктическими (1%), лиственничными редколесьями и лесами (11%), зарослями кедрового стланика (8%), пойменными тополево-чозениевыми лесами (1%), прирусловыми ивняками (7%), лугами (1%), болотами (8.0%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Татарченков М. И. История изучения и состояние исследований флоры и растительности Северо-Востока СССР / Биологические проблемы Севера. Магадан: Областное кн. изд-во, 1971. Тр. СВКНИИ ДВНЦ АН РАН, вып.42. С.158-173.
2. Стариков Г. Ф., Дьяконов П. Н. Леса Чукотки. Магадан: Областное кн. изд-во, 1955. 112 с.
3. Реутт А. Т. Физико-географический обзор / Преображенный край. Магадан: Областное кн. изд-во, 1956. С. 5-83.
4. Полежаев А. Н. Цифровая карта растительности Севера Дальнего Востока России // Вестник ДВО РАН. N.4. Изд. «Дальнаука». Владивосток, 2010. С.12-18.
5. Полежаев А. Н. Карта растительности Масштаб 1:15000000 / Географический атлас Чукотского автономного округа, М.: Изд-во «Дизайн, Информация, Картография», 2004. С.24-25.
6. Геоботаническое районирование СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 152 с.

CHARACTERIZING TEMPORAL VEGETATION DYNAMICS OF WAVELET-FILTERED MODIS EVI TO DETECT LAND USE CHANGE IN JAVA ISLAND

Yudi Setiawan^a and Kunihiro Yoshino^b

^a Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
Ibaraki 305-8577 Japan

Tel: +81-29-853-5577; E-mail: s1030334@u.tsukuba.ac.jp

^b Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba,
Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

Tel: +81-29-853-5005; E-mail: sky@sk.tsukuba.ac.jp

Analysis of multi-year time series of land surface attributes and their seasonal evolutions indicate a complexity of land use change, especially in tropical regions. This paper explored the spatial and temporal complexity of land use change considering the land cover dynamics, in other words, distinguishing the actual and temporary changes of land surface attributes. This study is based on the hypothesis that consistent land use has a typical, distinct and repeated temporal pattern of vegetation index inter-annually, then a pixel representing a land use change while that inter-annual temporal dynamics is changed.

We analyzed the dynamics pattern of long-term image data of wavelet-filtered MODIS EVI from 2001 to 2007. The change of dynamics pattern was detected by differentiating distance between two successive annual patterns, which then indicates a land use change. Moreover, we defined the type of changes by performing the pattern clustering method, and then were validated by ground check points and statistics data sets.

The temporal pattern analysis was able to detect the actual change event, either by conversion of land use type or vegetation growth. The land use change that was detected by the change of temporal pattern, can be categorized into:

1. Agricultural development (including some change trajectories such as: mixed garden changed to intensive agricultural cropping and developing a paddy field in mangrove);
2. Urban development (e.g. mixed garden or upland converted into built-up);

3. Deforestation (either naturally or man-made changes);
4. Changes in mangrove area and
5. Considering the plantation management (such as changes in plantation commodity).

Meanwhile, the temporary changes of land surface that have been also understood by this study explained that the climate regime was an important factor which affected the temporal vegetation dynamics of land use types, especially agriculture land, namely paddy rice field, upland and plantation. For example, many agricultural lands became a barren land, cropping system was changed and the planting time was postponed caused by the extreme dry season which influenced by ENSO in July-September 2006. The spatial and temporal dynamics analysis would provide sufficient, significant and useful information regarding the patterns of land surface change, improve an accurate database of land use and cover change and assist further research in understanding the dominant process of land use change allocation and to take it into consideration when land use change models are made.

Keywords: Land use change, temporary pattern analysis, wavelet transform, Java

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ ПАВОДКОВОЙ СИТУАЦИИ В БАССЕЙНЕ КУБАНИ СРЕДСТВАМИ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

*Борщ С.В. *, Полунин А.Я. *, Романов А.В. *, Симонов Ю.А. *,
Самсонов Т.Е. **, Макачук Т.А. ***, Мамедов Э.Э. *****

** Гидрометцентр России*

*** Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет*

**** Госгисцентр*

***** ООО "Эверпойнт"*

Москва, Россия

GIS FOR VISUALIZATION OF FLOOD SITUATION IN THE BASIN OF THE KUBAN RIVER

*Borsch S.V. *, Polunin A.Y. *, Romanov A.V. *, Simonov Y.A. *,
Samsonov T.E. **, Makarchouk T.A. ***, Mamedov E.E. *****

** Hydrometeorological Centre of Russia*

*** M.V. Lomonosov Moscow State University, Geographical Faculty*

**** State GIS-Center*

***** Establishment "Everpoint"*

Moscow, Russia

Abstract. The region of the Cuban River is considered to be the most dangerous in terms of passing a flood. To increase the efficiency of hydrological forecasts "Hydrometeorological Centre of Russia" carried out the research aimed to render out the output data of operational forecasting system using GIS technologies. This research includes three areas of work: creating map of hydrological situation in settlements, the visualization of zones of flooding during the passage of flood waves, the calculation of morphometric characteristics of the terrain that influence the distribution of meteorological parameters and are required in models of river flow. The inclusion of a visual display of output forecast information to the operational forecasting system makes the water level forecasts in the basin of the Kuban more efficient and helps to reduce social and economic risks of dangerous floods in the region.

Одним из наиболее опасных регионов России с точки зрения прохождения паводков является бассейн реки Кубани. Физико-географические условия формирования стока на водосборах рек бассейна способствуют формированию паводков различного генезиса, которые нередко приводят к катастрофическим наводнениям. Оперативная система прогнозирования расходов и уровней воды для рек бассейна Кубани, функционирующая в ФГБУ «Гидрометцентр России», выпускает прогноз расходов (уровней) воды для рек с заблаговременностью до 3-х суток. Для повышения эффективности использования гидрологических прогнозов в ФГБУ «Гидрометцентр России» проведены работы по визуализации выходной продукции оперативной системы прогнозирования в геоинформационной среде ArcGIS и расчету топографических характеристик, необходимых в моделях речного стока.

При этом было выделено три основных направления работы. Во-первых, это отображение гидрологической ситуации в населенных пунктах, во-вторых, визуализация зон затоплений при прохождении паводочной волны, в третьих, расчет топографических (морфометрических) характеристик рельефа, оказывающих влияние на распределение гидрометеорологических параметров среды.

Отображение фактических и прогнозных уровней воды в населенных пунктах, расположенных в бассейне реки Кубань, относительно характерных отметок уровня воды позволит в краткие сроки получить

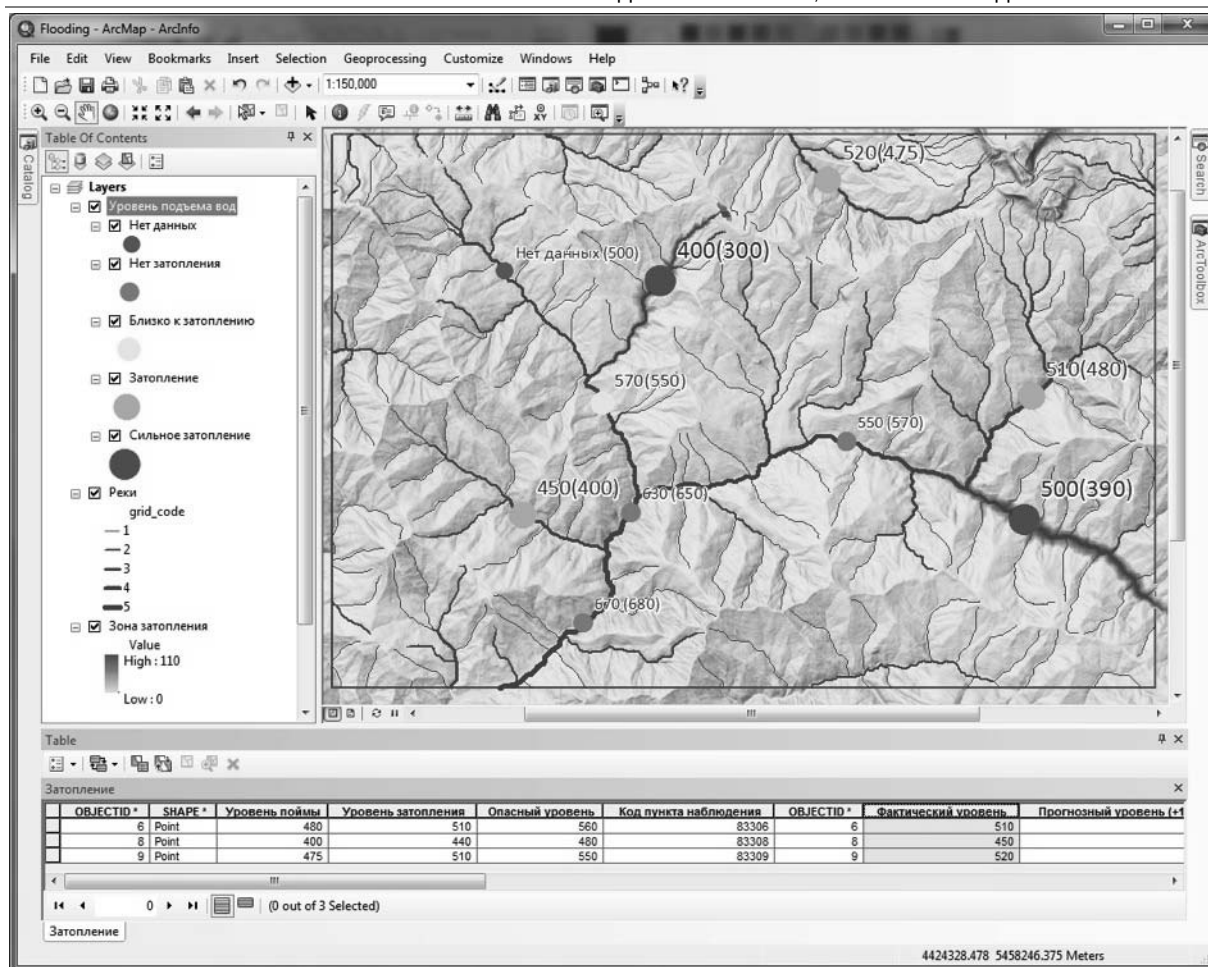


Рис. 1. Отображение оперативных данных об уровнях воды по гидропостам и зон затопления

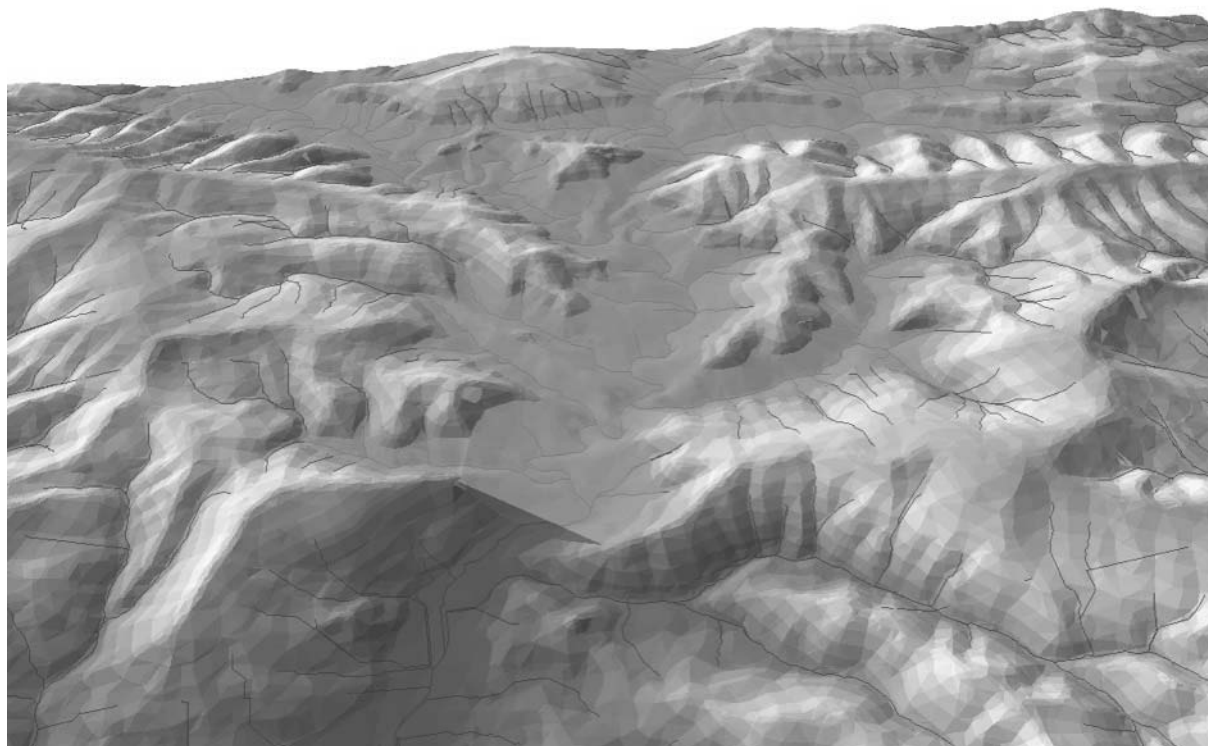


Рис. 2. Трехмерная визуализация зоны затопления, смоделированной с учетом уклона водной поверхности на основе оперативных данных по гидропостам

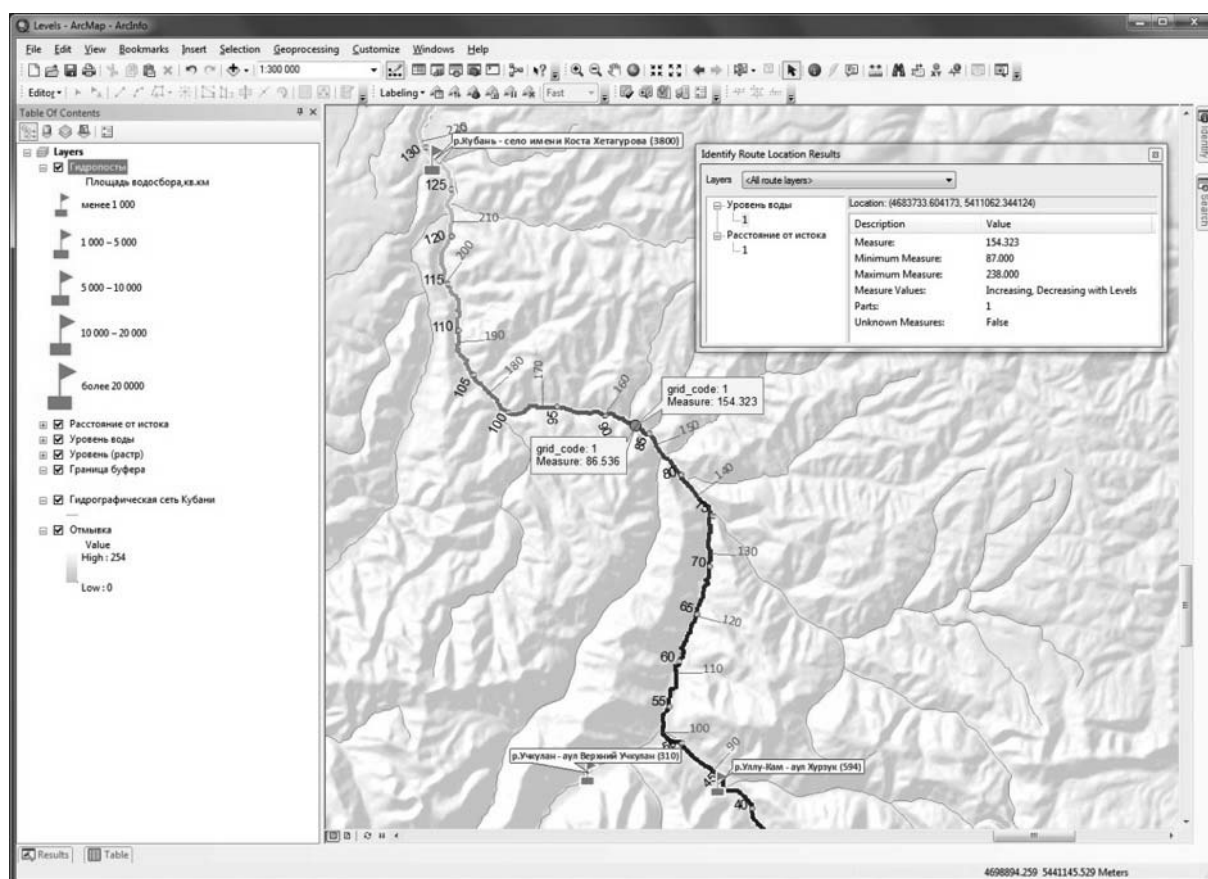


Рис. 3. Автоматическая интерполяция уровня воды по всей длине водотока с использованием линейных координат на основе данных по гидропостам

представление о том, превысил ли фактический или прогнозный уровень воды отметку уровня поймы, уровня затопления или опасного уровня (Рис. 1).

Визуальное представление информации о зонах затопления, соответствующих прогнозируемому развитию паводковой ситуации, позволит более оперативно и обоснованно принимать решения по снижению рисков, связанных с прохождением высоких паводков (Рис. 2).

Рассчитанные топографические характеристики (уклоны, экспозиции, направление и аккумуляция тока, затененность относительно поступления прямой солнечной радиации, общая открытость небосвода и т.д.) используются в математической модели формирования стока для моделирования приходной части радиационного баланса к поверхности водосбора. Наряду с количеством поступающей солнечной радиации эти характеристики влияют на:

- динамику снежного покрова (оттаивание, изменение плотности снега, замерзание);
- процессы в почве — образование запирающих (мерзлых) слоев;
- потери воды на поверхности — испарение, транспирация.

Данный проект реализуется совместными усилиями специалистов отдела речных гидрологических прогнозов Гидрометцентра России, которые осуществляют научно-методическое руководство проектом с точки зрения предметной области исследования; специалистами Географического факультета МГУ и компании «Эверпойнт», которые разработали методику гидрологического ГИС-анализа, моделирования и визуализации данных, а также подготовили прототип ГИС оперативного гидрологического мониторинга; и, наконец, специалистами Госгисцентра, которые предоставили предварительно подготовленные цифровые топографические данные и цифровые модели рельефа, необходимые в расчетах и визуализационных задачах. Весь цикл работ осуществлялся в ГИС ArcGIS Desktop 10 с использованием как стандартных, так и специально разработанных средств (моделей и скриптов).

По итогам работ для специалистов-гидрологов было разработано наглядное руководство, содержащее следующие пункты:

- построение гидрологически корректных цифровых моделей рельефа (ЦМР);
- картографическая визуализация оперативных данных по гидропостам;

- расчет топографических/морфометрических характеристик (уклоны, экспозиции, направление и аккумуляция тока, затененность относительно поступления прямой солнечной радиации, общая открытость небосвода и т.д.);
- выделение и генерализация сети водотоков и водоразделов на основе моделей направления и аккумуляции тока;
- интерполяция уровней воды по всей длине водотока на основе показаний уровней по гидропостам (Рис. 3);
- среднемасштабное имитационное моделирование зон затопления по оперативным данным с учетом уклона водной поверхности;
- визуализация зон затопления в трехмерном и анимированном виде с учетом временных изменений.

В настоящее время результаты работы по визуализации прогностических данных проходят испытания в ФГБУ «Гидрометцентр России» и территориальных подразделениях Росгидромета. Включение системы визуального отображения выпускаемой прогнозной информации в оперативную систему прогнозирования Гидрометцентра России позволяет более эффективно использовать прогнозы уровня воды на реках бассейна Кубани для снижения социальных и экономических рисков от прохождения опасных паводков на реках региона.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОШ-АГАЧСКОГО РАЙОНА (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

В.Г. Бабин, Ю.М. Семенов**, Г. Шмаудер***, А.В. Шитов*, А.И. Минаев*, М.Г. Сухова*,
Н.А. Кочеева*, О.В. Журавлева*, А. Хоппеништедт****, С. Хайланд****, Д. Хокема****,
А.Май****, А.В. Каранин**

**Горно-Алтайский государственный университет, sav103@yandex.ru*

Горно-Алтайск, Россия

***Институт географии СО РАН*

Иркутск, Россия

****Федеральное ведомство по охране природы Германии*

*****Берлинский технический университет*

Берлин, Германия

GEOINFORMATION TECHNOLOGIES FOR LANDSCAPE PLANNING OF KOSH-AGACH DISTRICT (ALTAI REPUBLIC)

*V.G. Babin *, Y.M. Semenov **, G. Shmauder***, A.V. Shitov*, A.I. Minaev*, M.G. Sukhova*,
N. A. Kochееva*, O.V. Zhuravleva*, A. Hoppenstedt ****, D. C. Hyland****, D. Hokema****,
A. A. May****, A.V. Karanin **

** Mountain-Altai State University, sav103@yandex.ru*

Gorno-Altaysk, Russia

*** Institute of Geography SB RAS*

Irkutsk, Russia

**** The Federal Office for Nature Conservation in Germany*

***** Technical University of Berlin*

Berlin, Germany

Abstract. Kosh-Agach Administrative District is a part of the Altai Republic and is known for a variety of landscapes, biodiversity and lots of monuments of the ethno-cultural heritage and two protected areas: Saylyugemsky national park, nature park "Ukok Quiet Zone." Landscape planning is aimed to work out an integrated sustainable development concept of the area, focused on the restoration and preservation of its natural potential. To achieve this goal we have made the zoning of land-use, and we have worked out the concept of socio-economic development of the area in constraints defined in terms of landscape conservation regime of land use. The following components of the regional sites: species and habitats, land cover, surface water, climate, landscape diversity, the current use of the territory lands were taken for the analysis. The results are presented in cartographic form. There are given complex maps of assessment of the territory.

Введение

Ландшафтное планирование (ЛП) сосредоточивает свои усилия на выявлении и оценке функций и свойств ландшафта, а также на разработке предложений по устойчивому сохранению почв, вод, воздуха и климата, растений и животных, облика и эстетических качеств ландшафта. Вырабатываются

рекомендации по экологически устойчивому использованию этих благ природы [Антипов, Семенов, 2006].

Район исследования

Кош-Агачский административный район входит в состав Республики Алтай и известен разнообразием ландшафтов, большим биоразнообразием и большим количеством памятников этнокультурного наследия. На его территории активно проводятся научные исследования, принято постановление об отнесении территории района к территории природопользования коренного населения, запрещении или ограничении деятельности, наносящей ущерб окружающей среде и уникальным археологическим находкам. На территории района расположены две особо охраняемые территории: Сайлюгемский национальный парк, природный парк «Зона покоя Укок».

Рельеф территории района сочетает разнообразие форм. Здесь расположены хребты: Табын-Богдо-Ола (г. Кайтун – 4356 м), Сайлюгем (3000-3500 м), Северо-Чуйский (3000-3900 м, г. Маашей-Баш – 4173 м), Южно-Чуйский (3400-3800 м, г. Ирбисту – 3960 м), Курайский (3200-3400 м), Айгулакский, часть хребтов Чихачева и Шапшальского, разделяющих Алтай и Саяны, плоскогорье Укок, высокогорные котловины Чуйскую, Курайскую, Бертекскую, Самахинскую. Северо-Чуйский и Южно-Чуйский хребты являются центрами современного оледенения.

Крупнейшая межгорная котловина Горного Алтая, Чуйская котловина представляет собой наиболее обширную межгорную депрессию, расположенную на абсолютной высоте 1750–2000 м. Котловина имеет форму овала, протяженность с запада на восток около 70 км и с севера на юг около 40 км. Со всех сторон котловина ограничена горными хребтами, достигающими значительных высот: на севере – Курайским хребтом (3000–3400 м), на западе – восточными отрогами Северо-Чуйского и Южно-Чуйского хребтов (3200–3900 м), с юга – хребтом Сайлюгем (3200–3600 м) и с востока - хребтом Чихачева (4000 м).

В геологическом строении Кош-Агачского района принимали участие в основном протерозойские и палеозойские породы осадочного и эффузивно-осадочного комплекса. В Шапшальском хребте и Чулышманском нагорье небольшие участки заняты интрузивными породами (граниты, гранитоиды). На севере Чуйской котловины, на западе Курайской котловины и востоке Сумультинского хребта встречаются известняки и известковистые песчаники. Кайнозойские отложения занимают незначительные пространства. Речные и озерные отложения, представленные кварцевыми галечниками, песками, красными, бурыми и белыми глинами, конгломератами, занимают Самахинскую котловину и северную часть Чуйской котловины. Новейшие отложения представлены в основном ледниковыми грубообломочными породами по долинам рек и в межгорных котловинах (Чуйская и Курайская котловины, плоскогорье Укок, верховья рек Чулышмана и Джасатера). Северная часть Курайской котловины покрыта лессовидными суглинками.

Наиболее распространены бурые скелетные почвы, сильно насыщенные галькой, нередко выходящей на поверхность. Почвы легкосуглинистые, влагоемкость не превышает 13%. Почвенные горизонты маломощные. На надпойменных террасах почвы имеют более мощный пахотный горизонт, содержащий до 5% гумуса и значительное количество мелкозема. В поймах рек распространены болотные, торфяно-болотные и наносно-карбонатные почвы. Мощность их достигает 100 см. По окраинам котловины преобладают светло-каштановые почвы. В предгорной части большие массивы сплошь покрыты моренными отложениями.

Большая абсолютная высота рельефа данного района, закрытость горами от проникновения с запада влажных потоков воздуха, близость к центру Азиатского антициклона – важнейшие факторы формирования макроклимата.

Климат характеризуется резкими суточными амплитудами температуры и влажности, высокой инсоляцией, резкой континентальностью, коротким вегетационным периодом, низкой увлажненностью. В котловинах средняя годовая температура -4 – (-8)°С. В Чуйской котловине средняя температура января -32 – (-34)°С, иногда температура здесь понижается до -55°С. Зима длится 8-9 месяцев. Лето относительно теплое, из-за большой сухости почв все тепло затрачивается на нагревание воздуха. Средняя температура июля 14°С. Наблюдается и безморозный период, его продолжительность 50-70 дней.

Горные цепи и хребты в различных направлениях расчленены долинами рек. Размеры речных долин различны – от узких каньонообразных с крутыми склонами до широких с пологими склонами. В образовании и питании рек заметную роль играют ледники, особенно много их в Южно-Чуйском и Северо-Чуйском хребтах. У многих вершин по высоте не достигающих вечных снегов склоны зачастую образуют котловины, называемые «карами». Здесь скапливается громадное количество снега, не успевающего растаять в течение лета. На дне этих котловин, как правило располагаются небольшие озера. Эти каровые озера, также служат источниками образования горных рек.

Многочисленные реки района представлены бассейнами двух крупных рек – Чуи и Аргута, впадающих в реку Катунь. Река Чуя протекает с юго-востока на северо-запад. Ее бассейн состоит из множества водотоков, берущих свое начало с хребтов Сайлюгем, Чихачева, Северо-Чуйского и Южно-Чуйского. Крупными притоками р. Чуи являются – реки Чаган-Узун, Елангаш, Ирбисту, Кокузек, Чаган-Бургазы, Юстыд, Тархата и др.

Верхняя граница леса находится на высоте 2000-2500 м, снеговая линия поднимается до 3100-3500 м. На водоразделах и высокогорных плато широко распространены альпийско-луговые, тундрово-степные и тундровые ландшафты.

По числу жителей (20 тыс. человек) район уступает только Майминскому району. Население растет как за счет естественного прироста (максимальные показатели в республике), так и миграционного прироста.

Ведущей отраслью экономики района является сельское хозяйство. На район приходится 15,8 % поголовья КРС республики (3 место в РА), 32,8 % - овец (1), 70,5 % коз (1), около 6 % лошадей республики (6 место). Это единственный район, в котором получило развитие верблюдоводство. Доминирующей отраслью является животноводство, которое дает около 98 % продукции отрасли.

Промышленное производство представлено хлебопечением, лесопилением, производством строительных деталей из древесины, заготовкой песка, гравия для дорожного строительства. В 2007 году пущена в строй Джазаторская ГЭС на р.Тюнь, обеспечивающая электроэнергией с.Беляши. К отраслям специализации относится цветная металлургия, представленная Калгутинским рудником по добыче и обогащению вольфрама и молибдена.

Методика работ

Основная цель ЛП - разработка интегральной концепции сбалансированного (устойчивого) развития территории, ориентированной на восстановление и сохранение ее природного потенциала, обеспечение прав местного населения на достойную жизнь [Экологически ориентированное планирование..., 2006].

Для достижения этой цели при использовании инструмента ЛП территории Кош-Агачского административного района Республики Алтай нами были решены следующие задачи: а) зонирование территории по режиму землепользования как основы нормативно-правовой базы ее дальнейшего развития; б) разработка концепции социально-экономического развития территории в условиях ограничений, определенных в ландшафтном плане природоохранного режима использования земель.

Для анализа выделялись следующие составляющие территориальных объектов: виды и биотопы; почвенный покров; поверхностные воды; климат; ландшафтное разнообразие; реальное использование территории.

По данным составляющим была проведена оценка современных природных условий изучаемой территории. Основания для такой оценки должны удовлетворять следующим требованиям: 1) быть ориентированными на главные цели использования в условиях равных приоритетов сохранения экологического равновесия и устойчивого социально-экономического развития; 2) в полной мере отражать современное состояние природной среды, как в естественных, так и в преобразованных под воздействием хозяйственной деятельности формах; 3) давать представление о возможных изменениях состояния отдельных природных компонентов при реализации основных направлений использования территории и допустимом уровне такого использования.

Эти требования реализуются в обобщенных категориях (потенциалах) значения и чувствительности отдельных компонентов природной среды и ландшафтов в целом. Под значением понимается степень соответствия определенному эталону представлений о необходимом состоянии данного компонента природной среды. Это соответствие рассматривалось в связи с необходимостью успешной или оптимальной реализации некоторой приоритетной целевой функции использования, индивидуальной для каждого природного компонента. Практически эта степень соответствия определялась при помощи критериев соответствия, учитывающих специфику объекта оценки и целевую функцию использования. Под чувствительностью понимается способность природного компонента изменять свои свойства и характеристики состояния под воздействием процессов, обычно не входящих в круг условий, формирующий этот природный компонент. Такие неординарные воздействия связываются, прежде всего, с результатами хозяйственной деятельности. Критерии оценки чувствительности выбираются в зависимости от приоритетной целевой функции использования.

Обсуждение результатов

Оценка значения и чувствительности компонентов проводилась на основе контурной сетки ландшафтной карты Кош-Агачского района Республики Алтай масштаба 1:200000 [Самойлова, 2005], используя паспорт каждой группы фаций и ландшафтного выдела, включающего как естественные характеристики компонентов, так и варианты их видоизмененных состояний под влиянием хозяйственной деятельности. В основу составления компонентных карт оценивания положена сетка ландшафтных выделов. Каждый эксперт по совокупности признаков фации и выбранных критериев относит участок местности к определенной категории значения и чувствительности (3 балльная оценка).

Таким образом, оценка состояния природной среды в категориях значения и чувствительности исходит из естественных свойств участков местности и ориентирована на информационное обеспечение дальнейших этапов работы.

Основное достоинство описанной технологии заключается в том, что весь объем информации, накопленный в базах данных, использовался на всех этапах работы и в полной мере учитывался вплоть до принятия планировочных решений. Это делает описанную схему очень гибкой и применимой для решения других задач в любых природных условиях и социально-экономических ситуациях.

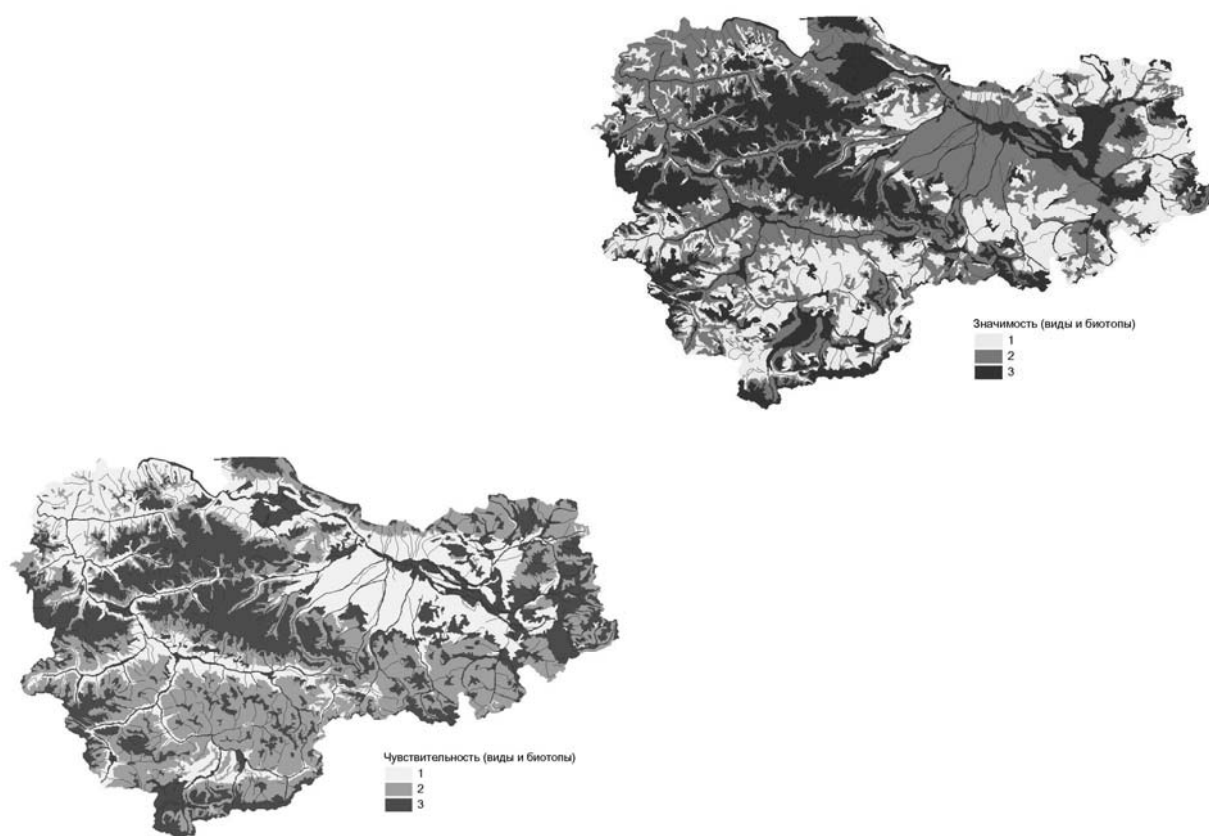


Рис.1. Оценка видов и биотопов по значимости и чувствительности.

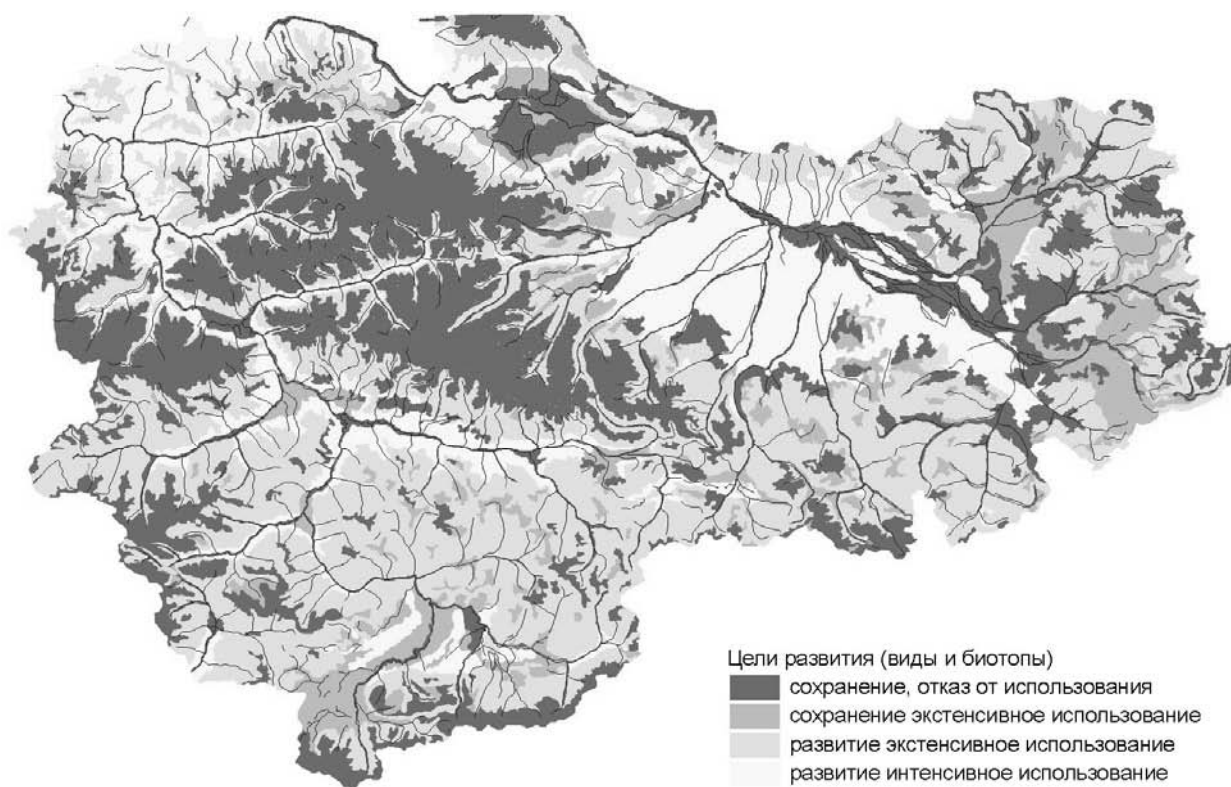


Рис.2. Карта отраслевых целей территориального развития (виды и биотопы)

На основании полученных характеристик значимости и чувствительности по каждому ландшафтному выделу проводились выборки в атрибутивной таблице карты. При этом в первую очередь выбирались ландшафтные выделы с высокой значимостью и высокой чувствительностью, затем с высокой значимостью и средней чувствительностью, затем со средней значимостью и высокой чувствительностью и т.д.

В результате была создана атрибутивная таблица для карт отраслевых целей территориального развития по следующим компонентам: виды и биотопы, климат, поверхностные воды, почвы, ландшафтному разнообразию, расположению объектов историко-культурного наследия, реального использования земель (рис.2).

На основании этой таблицы предлагается следующая градация природопользования территории: сохранение отказ от использования; сохранение экстенсивное использование; развитие экстенсивное использование; улучшение сохранения; улучшение развития.

В дальнейшем, на основании карт целей территориального развития по изучаемым компонентам, а также с учетом карты реального использования земель по сельским администрациям района составлялась карта интегрированных целей территориального развития района. В результате проведенных исследований были разработаны следующие рекомендуемые виды природопользования.

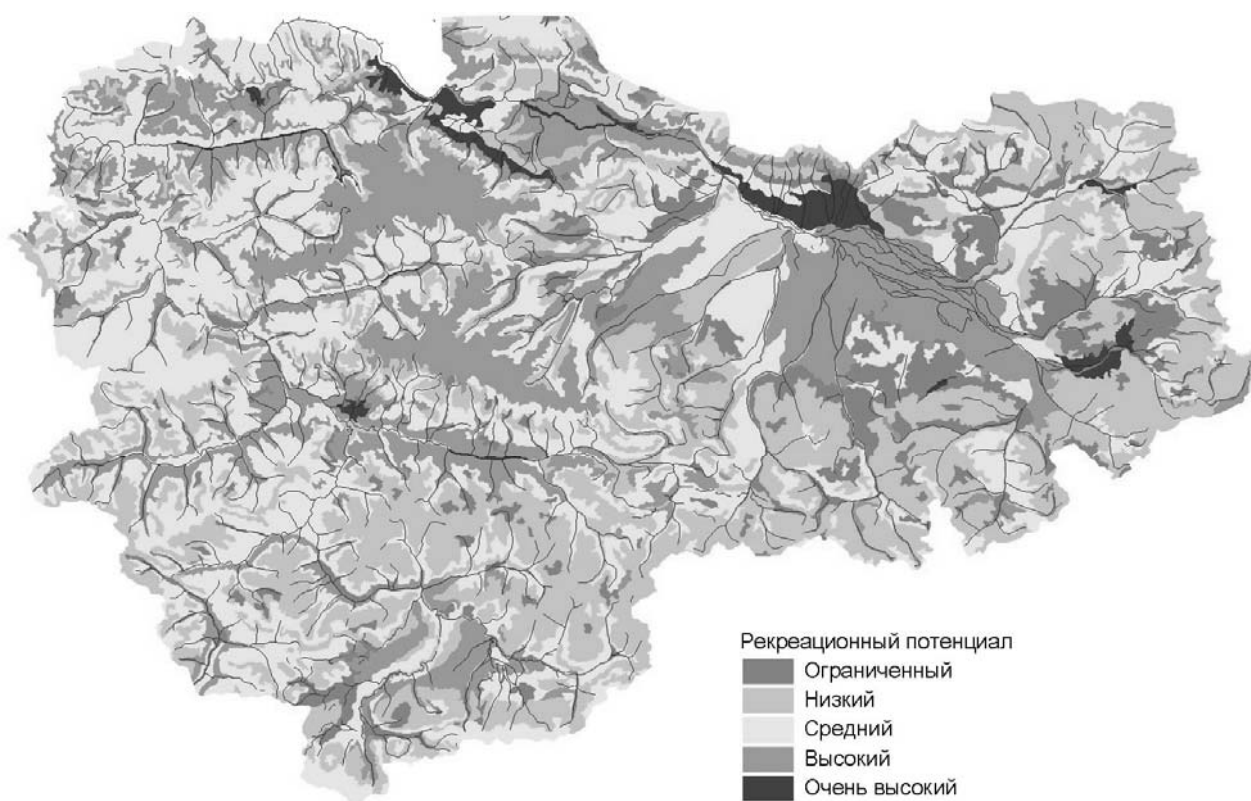


Рис.3. Оценка рекреационного потенциала территории

А. Сохранение

Здесь расположены высокочувствительные и высокозначимые ландшафты: гляциально-нивальные и горно-тундровые. Местоположение краснокнижных видов: снежного барса, горного козла, горного барана и др. Участки горно-таежных ландшафтов. Ядерные части особо охраняемых объектов: Сайлюгемского национального парка, природного парка «Зона покоя Укок».

Создаются для сохранения уникальных, ценных и типичных природных комплексов и краснокнижных видов животного и растительного мира.

Запрет любого хозяйственного и рекреационного использования, охрана и мониторинг территории, научные исследования при условии сохранения природных комплексов.

Выявление мест расположения особо охраняемых биотопов, охрана и мониторинг популяций, научные исследования, эколого-просветительская деятельность.

Б. Территории сохранения и развития

Сохранение и мониторинг целостности природных комплексов, охрана и мониторинг растительного и животного мира, традиционное природопользование (сенокос, выпас скота). Места расположения объектов историко-культурного наследия. Экологический, горный туризм, с обязательным обустройством троп, стоянок, выявление интересных природных объектов.

Значимость средняя и низкая, чувствительность низкая (широко распространенные и легкодоступные, традиционно используемые местными жителями для сенокосов и выпасов). Возможность использования для рекреационной отрасли. Высокие стокоформирующие и стокорегулирующие функции.

В. Территории развития, экстенсивное использование.

Территории традиционного природопользования: сенокосы, выпасы и охота. Средне- и низкокочувствительные биотопы, почвы. Тундро-степные, степные, опустыненно-степные ландшафты на светло-каштановых маломощных почвах. Горно-таежные ландшафты с кедровыми, лиственнично-кедровыми лесами на горно-лесных бурых оподзоленных почвах.

Г. Территории, нуждающиеся в улучшении.

Улучшение с последующим переводом в категорию сохранения экстенсивного использования. Территории вокруг населенных пунктов, горно-долинные ландшафты с разнотравно-злаковыми степями, кустарниками, лугами, местами засоленными на дерново-луговых почвах.

На основании анализа карт отраслевых целей развития были выявлены конфликты природопользования. Это: 1) между биологической продуктивностью пастбищ и растущим поголовьем скота; 2) нарушение технологии мелиорации, приводящей к засолению почв; 3) отставание лесовосстановления от объемов заготовки древесины; 4) конфликт между пропускной способностью ландшафтов и численностью туристов в отдельных участках; 5) проблемы утилизации отходов; 6) между охраной редких видов и хозяйственной деятельностью; 7) проблемы сохранения памятников историко-культурного наследия.

Таким образом, ландшафтное планирование территории Кош-Агачского района будет способствовать сохранению существующего уровня биоразнообразия территории. Эффективное использование комплекса территориального и ландшафтного планирования благоприятствует улучшению состояния природной среды и оптимизации существующей системы природопользования. Комплекс планируемых мероприятий и результатов их проведения должен привести к демократизации общества, и, в конечном итоге, к повышению уровня жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов А.Н., Семенов Ю.М. Ландшафтное планирование как инструмент управления природопользованием (на примере Байкальского региона) // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. - № 5. – С. 82-91.
2. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Экологическое зонирование Байкальской природной территории. - Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 103 с.
3. Самойлова Г.С. Ландшафтная карта Кош-Агачского района Республики Алтай. М 1:300 000 // Оценка местообитаний некоторых ключевых видов млекопитающих в Алтае-Хангае-Саянском регионе с помощью специализированной геоинформационной системы. - М.: Российское представительство WWF, 2005.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ GPS И ГИС ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГОРНЫХ ЛЕДНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕДНИКОВ АЛТАЯ)¹

Самойлова С. Ю.

Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН

Барнаул, Россия

E-mail: bastet@iwep.asu.ru.

METHODOLOGY AND RESULTS OF GPS AND GIS APPLICATION FOR MOUNTAIN GLACIERS MONITORING

S. Samoylova

Institute for Water and Environmental Problems, SB RAS

E-mail: bastet@iwep.asu.ru

Abstract. The paper presents the methodology and results of geodetic GPS-systems and GIS application for assessment of glaciers dynamics. With the use of large-scale topographic maps, the estimation of reduction of some Altay glaciers during instrumental observations is made.

Введение

В последние десятилетия особую актуальность приобрели исследования динамики природных систем под влиянием климатических изменений. Большое значение имеют наблюдения за колебаниями ледников (изменениями их размеров и формы, вызванными изменениями внутреннего режима и климата). Связано это в первую очередь с тем, что, ледники являются чувствительными индикаторами как местных, так и глобальных климатических изменений. В благоприятные периоды (похолодание или увлажнение) ледники накапливают вещество (снег и лед), а в неблагоприятные (потепление или иссушение) – отдают его в виде талого стока, изменяя при этом свои размеры и форму. Во-вторых, ледники являются источниками чистой пресной воды, влияют на речной сток и, соответственно, обеспеченность горных районов водными ресурсами.

Методы исследований

Самым простым способом наблюдений за колебаниями ледников является маркировка концов их языков. На Алтае начало таких наблюдений связано с именем В.В. Сапожникова. В конце XIX - начале XX века им было зафиксировано положение концов ряда крупных ледников. Подобные наблюдения продолжаются в настоящее время на отдельных ледниках (Томич, Малый Актру, Софийский и др.). В последние десятилетия источником информации об изменении длин и площадей ледников также могут являться космические снимки высокого разрешения. Однако наиболее объективным и информативным показателем колебаний ледников служит изменение их массы или объема. Его можно определить по изменению площади и высоты поверхности ледника. В настоящее время единственным имеющимся в нашем распоряжении способом получения информации об изменениях высоты поверхности ледников с приемлемой точностью (в пределах нескольких сантиметров) являются топогеодезические работы. На ледниках Алтая подобные работы производились Р.М. Мухаметовым. С начала 70-х до середины 90-х гг. им была выполнена топографическая съемка 27 ледников с интервалом в 5-10 лет [Галахов, Мухаметов, 1999]. Основа топоплана составлялась по материалам теодолитной съемки (теодолит Т-30), сгущение горизонталей проводилось на основании фототеодолитной съемки (фототеодолит Karl Zeiss, Jena).

В настоящее время для топографической съемки ледниковой поверхности наряду с современными тахеометрами можно использовать геодезические GPS – системы. Поскольку топографическая съемка ледников из-за их труднодоступности требует значительных материальных и физических затрат, работа с подобными приборами позволяет существенно ускорить и упростить процесс съемки. Сотрудниками ИВЭП СО РАН, АлтГУ (г. Барнаул) и ИЭЧ СО РАН (г. Кемерово) в течение полевых сезонов 2009 – 2011 гг. выполнялась топографическая съемка ледников Томич (Катунский хребет, бассейн р. Мульты), Водопадный и Левый Тетё (Северо-Чуйский хребет, бассейн р. Актру, массив Купол). Выбор ледников был обусловлен тем, что топогеодезические работы на них выполнялись ранее неоднократно.

Во время съемки 2009-2011 гг. использовались геодезические GPS Leica SR20 и Epoch 10. Это одночастотные (L1) геодезические системы для выполнения профессиональных топографических измерений, с сантиметровой точностью, в режимах «STATIC» и «KINEMATIC» с постобработкой. При съемке поверхности ледника используется два приемника: один в качестве базовой станции производит

¹ Работа выполнена в рамках проекта VII.63.3.2. – Ледники как индикаторы климатических изменений под влиянием вулканической деятельности

съемку на опорной точке в режиме «STATIC», с помощью второго, работающего в режиме «KINEMATIC», измеряются координаты точек на поверхности ледника.

Естественно, съемка производится на той части ледника, которая доступна для безопасного передвижения. Так, на ледниках Томич и Водопадный во время съемок 2009-2011 гг. точками было охвачено около 70% ледниковой поверхности, на леднике Левый Тетё - всего 30-40%. Постобработка результатов измерений производится с помощью поставляемого вместе с GPS программного обеспечения Leica Geo Office, которое позволяет впоследствии экспортировать данные в системы GIS и CAD.

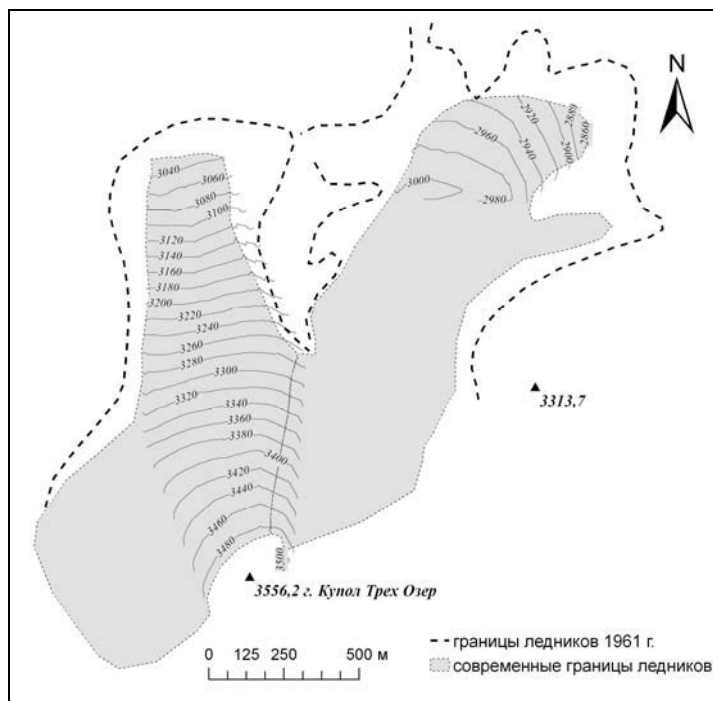


Рис. 1. Результаты топографической съемки ледников Водопадный и Левый Тетё (Массив Купол, Северо-Чуйский хребет, Алтай), 2011 г.

На рисунке 1 в качестве примера представлены результаты топографической съемки ледников Водопадный (слева) и Левый Тетё (справа).

«Наложение» топографических съемок разных лет друг на друга позволило нам оценить изменение высоты поверхности и площадей ледников. При этом используется программное обеспечение ArcGis, инструменты Spatial analyst и 3D analyst. Предварительно была выполнена привязка топографических карт прошлых лет в систему координат 1942 г. (СК-42). Координаты с GPS-приемников, записанные в географической системе координат WGS 84 также были переведены в СК-42. В качестве «опорной точки» для вычисления объема ледников приняты материалы радиолокационного зондирования, выполненного в разные годы С.А. Никитиным [Галахов и др., 1987; Никитин и др., 2001].

Результаты работ: колебания ледников под влиянием климатических изменений

На рисунке 2 представлено изменение высоты поверхности ледника Томич за период наблюдений. Топографическая съемка этого ледника была выполнена Р.М. Мухаметовым в 1973 г. [Ревакин и др., 1979], затем в 1983 и 1995 гг. [Галахов, Мухаметов, 1999].

За период наблюдений произошло значительное сокращение толщины ледника (до 50 м и более на языке), в среднем она уменьшилась на 18,9 м.

Зная изменение высоты поверхности и объем ледника (получен в результате радиолокационной съемки, выполненной в 2000 г. [Никитин и др., 2001]), было рассчитано изменение объема ледника в разные периоды (таблица 1).

Таблица 1. Объем ледника Томич

Год	Объем ледникового льда, млн. м ³
1973	67.4
1983	54.7
1995	54.9
2000*	48.3
2010	37.4
Примечание. * – по данным радиолокационной съемки [4].	

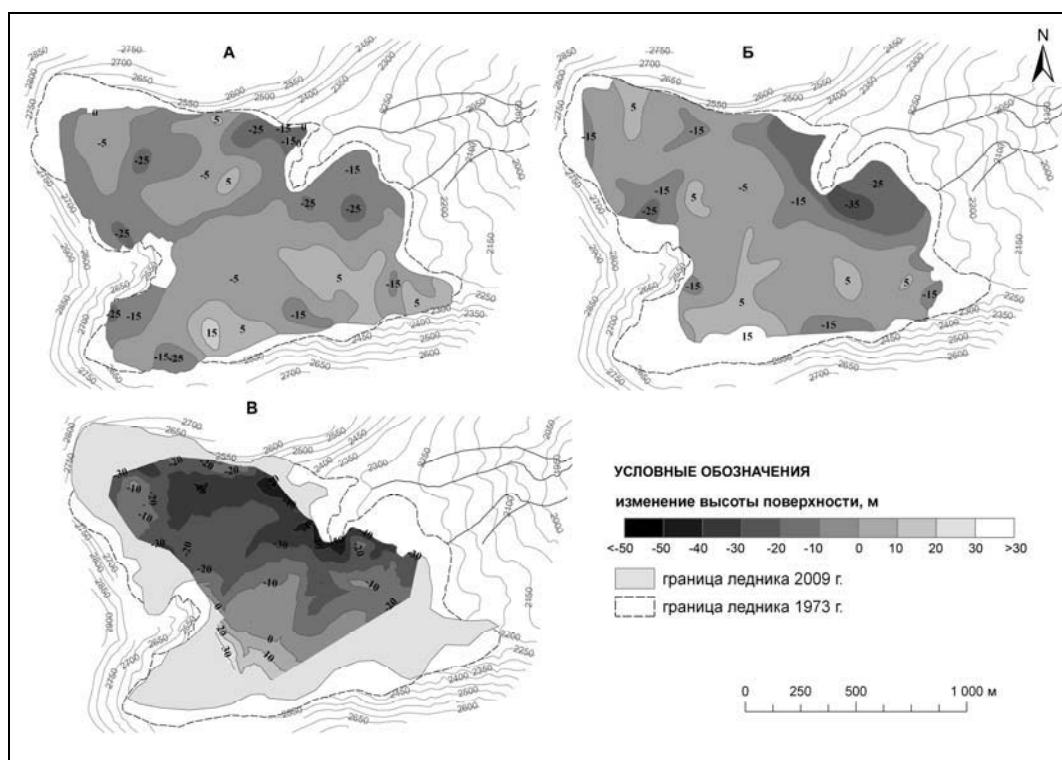


Рис. 2. Изменение поверхности ледника Томич:
А – 1973-1983 гг.; Б – 1983-1995 гг. [2]; В – 1973-2010 гг.

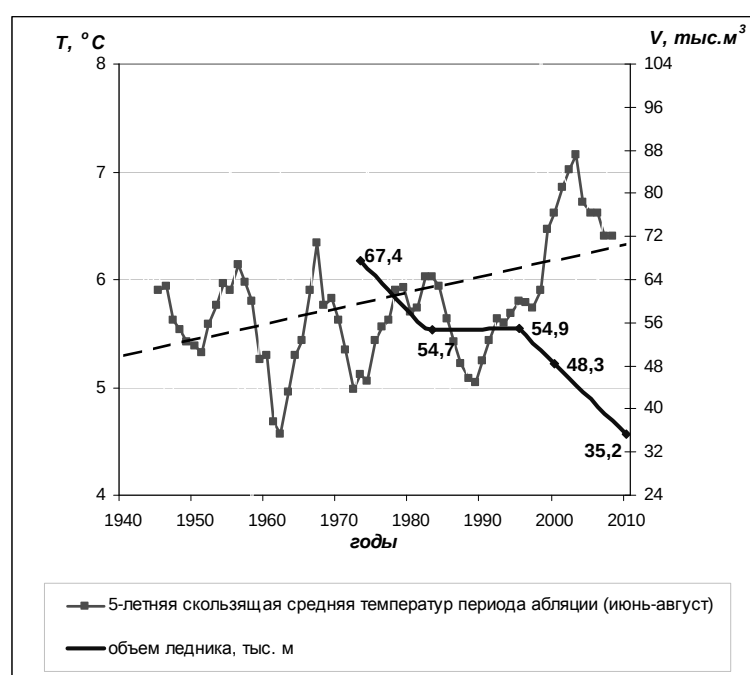


Рис. 3. Изменение средней летней температуры по станции Каратюрек и динамика объема ледника Томич

Площадь ледника за этот период уменьшилась с 1,55 до 1,25 км² (на 19%), длина – на 136 м, а объем – на 30 млн. м³ (на 45%). Таким образом, сокращение запасов льда произошло в большей степени за счет уменьшения толщины ледника. При этом наряду с интенсивным уменьшением толщины ледника на языке, на отдельных участках фирнового бассейна происходит накопление вещества (см. рисунок 2, В).

Наиболее значительное влияние на ледники оказывает изменение теплоприхода, самым простым и достоверным показателем которого является среднелетняя температура [Галахов, Мухаметов, 1999]. На

рисунке 3 представлено изменение объема ледника Томич с 1973 по 2010 гг. и кривая температур периода абляции по станции Каратюрк (северный склон Катунского хребта, абсолютная высота 2605 м, наблюдения с 1939 г.).

На рисунке 3 видно, что динамика объема ледника хорошо согласуется с температурной кривой. В 1973-1983 гг. рост летних температур вызвал быстрое сокращение объема ледника (около 19%). В начале 80-х – середине 90-х гг., когда летние температуры были ниже средних, объем ледника оставался неизменным, даже незначительно увеличился, при этом его язык продолжал отступать. С 1995 г. ледник снова стал интенсивно сокращаться вслед за ростом температур.

Работы на ледниках массива Купол также показали значительное сокращение их площадей и длин в последние десятилетия (рисунок 1). Язык ледника Водопадного с 1961 по 2011 гг. отступил на 100 м., Левого Тетё – на 150 м. Площадь ледника Водопадного сократилась с 1,0 до 0,8 км², Левого Тетё – с 1,1 до 0,75 км² (на 20% и 32% соответственно). В настоящее время ведется работа по «наложению» современной съемки этих ледников на топографические съемки прошлых лет для определения потери запасов льда.

Систематическое выполнение съемки поверхности ледников поможет исследовать реакцию отдельных ледников и их групп на климатические изменения, что позволит впоследствии исследовать и прогнозировать изменение речного стока и запасов воды в горно-ледниковых бассейнах.

Автор выражает благодарность кандидатам географических наук В.П. Галахову (ИВЭП СО РАН), О.В. Останину (АлтГУ), Р.Т. Шереметову (ИЭЧ СО РАН), студенту географического факультета АлтГУ Шевченко А.А. за помощь в проведении исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галахов В.П., Нарожный Ю.К., Никитин С.А. и др. Ледники Актру (Алтай). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 118 с.
2. Галахов В.П., Мухаметов Р.М. Ледники Алтая. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. 1999. – 136 с.
3. Ревякин В.С., Галахов В.П., Голещихин В.П. Горноледниковые бассейны Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ. 1979. – 310 с.
4. Никитин С.А., Веснин А.В., Осипов А.В., Игловская Н.В. Распределение объемов льда в западной части Катунского хребта по данным радиолокационного зондирования // Вестник ТГУ. 2001. № 274. С. 34–39.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ

Лыгин А.А., Лыгин А.А., Хабидов А.Ш.
Институт водных и экологических проблем СО РАН
Барнаул, Россия
E-mail: lygin@iwep.asu.ru, anton.lygin@gmail.com

THE DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF THE CONSTRUCTION OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING THE COASTAL ZONE

Lygin A.A., Lygin A.A., Khabidov A.S.
Institute for Water and Environmental Problems, SB RAS
Barnaul, Russia
E-mail: lygin@iwep.asu.ru, anton.lygin@gmail.com

Abstract. The paper presents the data on the first development stage of the concept of the construction of automated information system for monitoring the coastal zone of inland water bodies. The basic requirements to the experimental model of automatic information monitoring system (AIS) are given, the architecture and the functional scheme of AIS are developed, and the models for logical organization of spatial databases are considered.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007г. № 219 [Постановление Правительства...] одной из основных целей государственного мониторинга водных объектов, их побережий и береговых зон является информационное обеспечение управления в области использования и охраны морей, озер и водохранилищ. Инструментарием информационного обеспечения должна стать автоматизированная информационная система (АИС) мониторинга состояния берегов естественных и искусственных водоемов.

При этом сбор, хранение, обработка, анализ и интерпретация данных наблюдений и предоставление информации, получаемой от пространственно-распределенной сети станций Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России и из наблюдений, ведущихся с использованием мобильного аппаратного комплекса мониторинга (МАКМ), должны осуществляться при помощи унифицированных программных и аппаратных средств, обеспечивающих совместимость специализированной АИС с другими системами мониторинга окружающей среды. Учитывая состав наблюдений, предусмотренных утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23.07.2004 г. № 372 «Положением о Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», основной объем специальной информации должен поставляться в результате применения МАКМ.

Схема взаимодействия станций Росгидромета и мобильного аппаратного комплекса мониторинга с автоматизированной информационной системой представлена на рис.1.

Основные требования к экспериментальному образцу АИС мониторинга береговой зоны водоемов

Автоматизированная информационная система мониторинга и состояния береговой зоны морей и внутренних водоемов должна обеспечивать решение следующих задач:

- сбор, передачу и хранение информации;
- защиту хранимой информации;
- анализ и интерпретацию данных;
- характеристику состояния береговой зоны конкретных объектов;
- выработку оперативных, средне- и долгосрочных прогнозов развития береговой зоны водоемов и оповещение органов государственного управления о возможности развития катастрофических природных процессах в береговой зоне.

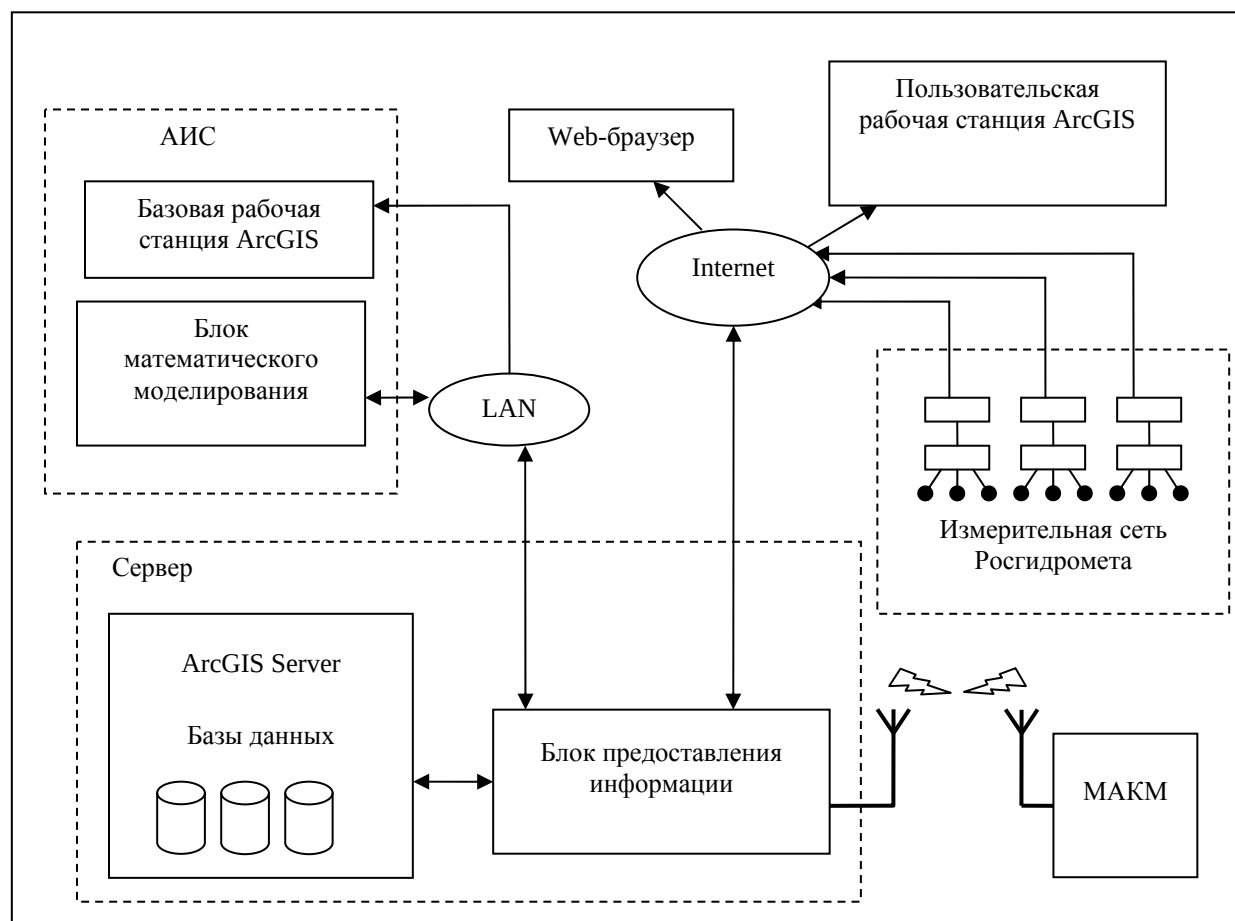


Рис. 1. Функциональная схема АИС мониторинга береговой зоны водоемов

Соответственно этому спектру задач блок математического моделирования береговых процессов АИС должен обеспечить решение следующих прикладных вопросов:

- расчет параметров ветровых волн вне береговой зоны по заданным волнообразующим факторам;
- расчет трансформации ветровых волн в береговой зоне;
- расчет профиля динамического равновесия подводного берегового склона и оценка дефицита (или профицита) наносов в береговой зоне;
- расчет транспорта наносов в волновом потоке, расчет воздействия ветровых волн на берега, сложенные несвязными отложениями, слабосцементированными или связными осадочными горными породами;
- прогноз эволюции береговой линии водоема под действием волн на различных масштабах времени (шторм или серия штормов, год, десятилетие).

Архитектура АИС мониторинга береговой зоны водоемов

Система мониторинга береговой зоны должна представлять собой единый информационный организм с иерархическими связями между объектами, соответствующими региональной структуре подчинения [Айбулатов, 2005].

Принципы построения системы мониторинга можно сформулировать следующим образом:

1. Система должна иметь иерархическую структуру, отвечающую структуре регионального подчинения объектов при сохранении единой логики управления функционированием.
2. Процесс обработки данных мониторинга на всех его этапах от первичных измерений, сбора и накопления данных до поддержки принятия решений по управлению прибрежной зоны должен базироваться на единой информационной технологии; при этом широко должен широко использоваться аппарат геоинформационных систем и комплексных интерактивных технологий.
3. Структура информационно-измерительной сети системы должна являться адаптивно-мобильной – расположение станций и точек измерения адаптируется к динамике природной среды контролируемой территории (акватории).
4. Алгоритмы обработки измерительных данных в системе должны базироваться на сочетании точечных наземных наблюдений и данных, собранных дистанционным методом, что дает возможность площадного охвата и экстраполяции наблюдений.
5. Система должна вести контроль текущего состояния береговой зоны и осуществлять оценку ее динамики, ретроспективный анализ и прогноз изменений природной среды на основе математического моделирования протекающих процессов.
6. Система должна работать в режиме реального масштаба времени, что подразумевает регулярный координационный обмен оперативной информацией между ее элементами по единой технологической схеме, необходимость ограничения циклов обработки жесткими временными рамками и обеспечение актуальности поступающих пользователям результатов мониторинга.
7. Эргономичность. Минимизация трудовых и эмоциональных затрат, простота и очевидность работы, лаконичная визуализация, экономия интеллектуальных ресурсов.

В архитектуре системы следует выделить два блока: информационно-измерительная сеть и подсистема накопления, обработки, анализа и предоставления информации потребителям. При этом предоставляемую конечным потребителям информацию предполагается различать по правам доступа на общедоступную информацию, информацию служебного пользования органами государственной власти и информацию, предоставляемую по коммерческим соглашениям.

Информационно-измерительная сеть предназначена для выполнения широкого комплекса регулярных наблюдений, проводимых на станциях Росгидромета, и специальных измерений состояния береговой зоны водоемов. То есть, в соответствии с перечнем решаемых задач необходимо проводить измерения следующих параметров:

- морфометрических характеристик береговой зоны (побережье и береговая зона водоема) с отбором проб наносов для последующего гранулометрического анализа;
- гидрометеорологических характеристик приземного слоя атмосферы (температура воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра);
- параметров ветровых волн;
- температуры воды, скорости и направления течений;
- концентрации взвешенных наносов;
- гидрохимических характеристик прибрежных вод (рН воды, содержание растворенного в воде кислорода, содержание биогенных веществ в воде);
- географических координат точек измерения геолого-геоморфологических, гидрофизических и гидрохимических характеристик в системах GPS (в перспективе – ГЛОНАСС).

Данные, поступающие в базу, условно можно разделить на два класса: статические данные, для которых фактор времени не существен, и динамические, требующие отображения их изменения.

Динамические данные включают результаты широкого комплекса измерений, выполняемых в различных точках наблюдаемой территории с той или иной периодичностью. Сбор, передача и первичная

обработка этих данных составляют основную задачу информационно-измерительной сети (ИИС) системы мониторинга.

Необходимые системе мониторинга первичные измерения различаются по типу контролируемых параметров природной среды. Экспериментальный образец МАКМ (ЭО МАКМ) должен работать в следующих условиях: на побережье, пляжах и в прибрежной зоне водоемов, в устьевых участках рек, на гидротехнических и иных сооружениях. Поэтому в информационно-измерительной сети должны функционировать измерительные средства различного назначения.

Передача данных информационно-измерительные системы предполагается в двух режимах: в режиме реального масштаба времени и посредством автономного носителя.

Информационно-измерительная система должна обеспечивать выполнение следующих функций:

1. Обеспечение надежной работы каждого измерительного звена и их совместного функционирования в системе.
2. Проведение регулярных штатных измерений и наблюдений с целью пополнения и обновления банка данных.
3. Выполнение разовых (или повторяющихся) измерений заданных участков наблюдаемой территории и акватории.
4. Передача результатов наблюдений и измерений в Центры мониторинга.
5. Обеспечение метрологического единства всех выполняемых измерений, метрологического обслуживания измерительных приборов.

Блок предоставления информации решает задачи, связанные с представлением результатов мониторинга конечным пользователям в виде изображений на экране и документов. Информация может выдаваться периодически (в соответствии с установленным расписанием) либо по разовому запросу пользователя.

Геоинформационный сервер. ГИС должна состоять из геоинформационной базы данных (ГБД) и программных средств, обеспечивающих доступ к данным ГБД, их визуализацию и обработку.

Геоинформационная база данных организована в виде совокупности информационных слоев различного тематического содержания, характеризующих рассматриваемую территорию (акваторию).

Задача ГИС состоит в обеспечении различных компонент мониторинга прибрежной зоны и ее пользователей (операторов, лиц, принимающих решения и др.) средствами манипулирования и преобразования географической информации, обращения к ней, поиска информации, предоставления в табличном или картографическом виде.

Для успешной работы ГИС необходимо, чтобы геоинформационная модель территории (акватории) отличалась полнотой и актуальностью [Айбулатов, 2005].

В качестве серверной платформы ГИС нами выбран продукт компании ESRI ArcGIS Server как комплексное решение задач масштаба предприятия, включающего создание централизованной многопользовательской базы геоданных и средства разработки приложений на основе .NET и Java. [ГИС - ArcGIS Server].

Блок математического моделирования. Имеющиеся в системе мониторинга данные о состоянии береговой зоны, несущие оперативную информацию, обычно включают результаты измерений в ограниченном числе пространственно-временных точек. Средством решения поставленных перед системой задач контроля, оценки и прогноза развития событий и экстраполяции является математическое моделирование.

Блок математического моделирования предназначен для решения следующих основных задач:

- расчет параметров ветровых волн вне береговой зоны по заданным волнообразующим факторам;
- расчет профиля динамического равновесия подводного берегового склона и оценка величины дефицита или профицита наносов;
- расчет результирующего вдольберегового потока наносов;
- расчета воздействия ветровых волн на берега, сложенные несвязными отложениями, слабосцементированными или связными осадочными горными породами;
- прогноз эволюции береговой линии водоема под действием волн на различных масштабах времени (шторм или серия штормов, год, десятилетия).

Результаты работы математических моделей заносятся обратно в базу данных в виде новых слоев пространственных данных.

Логическая организация модели данных

В качестве логической модели данных выбрана объектно-реляционная модель как надстройка объектно-ориентированных отношений над прочной реляционной структурой. Реляционная база данных расширяется за счет включения объектно-ориентированных линий поведения, но данные при этом не инкапсулированы. Информация в базе представлена в таблицах, имеющей некоторые поля абстрактного типа.

Объектно-реляционная модель имеет преимущества в скорости (что важно в больших базах данных), возможности обработки комплексных данных при сохранении целостности объектно-ориентированных отношений. Дополнительное преимущество такого подхода – способность поддерживать расширенную форму структурированного языка запросов (SQL) и возможность доступа к обычной реляционной СУБД.

Такая гибкость поведения позволяет объектно-ориентированной модели более точно моделировать реальный мир, чем это удастся посредством реляционной модели [Томлинсон, 2004].

Технология ArcGIS – широко известный пример реляционной модели, расширенной до возможности включения объектно-ориентированного поведения в модель данных, которая, в силу своего содержания, называется моделью базы геоданных. Возможность реализации модели от ESRI имеет некоторые преимущества объектно-реляционной модели, включая области атрибутов, правила связности сети и правила отношений [Томлинсон, 2004].

Объектно-реляционный подход имеет преимущества при [Томлинсон, 2004]:

- множественном одновременном обновлении данных;
- высокой важности данных, требующей сохранения ее целостности;
- комплексном анализе на большой территории с небольшим временем исполнения;
- требуемой возможности совместимости со всеми другими типами баз данных;
- наличии сложных отношений между объектами.

Проектирование функциональной схемы АИС мониторинга состояния береговой зоны водоемов

Экспериментальный образец АИС (ЭО АИС) должен работать на базе Web-сервера, обеспечивая интеграцию следующих клиентских приложений:

- программа расчета параметров ветровых волн вне береговой зоны по заданным волнообразующим факторам;
- программа расчета профиля динамического равновесия подводного берегового склона, дефицита или профицита слагающих его наносов;
- программа расчета результирующего вдольберегового потока наносов;
- программа расчета воздействия ветровых волн на берега, сложенные несвязными отложениями, слабосцементированными или связными осадочными горными породами;
- программа прогнозирования эволюции береговой линии водоема под действием волн на различных масштабах времени (шторм или серия штормов, год, десятилетие).

В качестве геоинформационного обеспечения выбраны программные продукты семейства ArcGIS.

ЭО АИС предполагается создавать по так называемому экспресс-методу (Rapid Application Development) с применением автоматного-ориентированного программирования и систем проектирования UniMod, встраиваемой в среду разработки Eclipse или серии Rational от IBM. За счет использования автоматов на всех трех стадиях разработки (проектирование, реализация, отладка) упрощается спецификация компонентов и сопровождение, следствием чего является возможность дальнейшего безболезненного рефакторинга.

Проектирование функциональной схемы планируется проводить при помощи автоматного метода и автоматного-ориентированного программирования. В качестве платформы разработки предполагается использовать .NET.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айбулатов Н.А. Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии / Н.А. Айбулатов ; отв. ред. В.И. Осипов ; Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова. – М.: Наука, 2005. – 364 с.
2. ГИС - ArcGIS Server [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.dataplus.ru/Soft/ESRI/ArcGIS/ArcGISServer/Index.html>, свободный. - Загл. с экрана.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007г. № 219.
4. Томлинсон Р. Думая о ГИС. Планирование географических информационных систем: руководство для менеджеров. Пер. с англ. – М.: Дата+, 2004. – 347 с.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Скрипко В.В., Платонова С.Г.***

**Алтайский государственный университет*

E-mail: skripko@inbox.ru

***Институт водных и экологических проблем СО РАН*

E-mail: platonova@iwep.asu.ru

Барнаул, Россия

GIS FOR THE ANALYSIS OF STRUCTURE OF RIVER POOLS OF A FLAT PART OF ALTAY TERRITORY

Skipko V.V., Platonova S.G.***

**Altay State University*

E-mail: skripko@inbox.ru

***Institute for Water and Environmental Problems, SB RAS*

E-mail: platonova@iwep.asu.ru

Barnaul, Russia

Abstract. In article preliminary results of the river basin analysis executed on the basis of calculated by means of GIS of structural indexes are presented.

Современные ГИС-технологии предоставляют значительные возможности для решения различных морфометрических и морфодинамических задач в геоморфологических исследованиях.

Определение параметров рельефообразующих процессов, исходя из структуры геоморфологической системы, относится к проблемам, имеющим большое теоретическое и прикладное значение в геоморфологии. В этом отношении особый интерес представляют речные бассейны, которые можно рассматривать как большие сложные системы, контролирующие потоки вещества и энергии. Структура этих систем, в свою очередь состоящих из вложенных подсистем – бассейнов более низкого иерархического уровня, определяется элементами, к которым относятся иерархически упорядоченные русла разных порядков и опирающиеся на них фасетки склонов. Подсистемы, обладающие сходной структурой, будут характеризоваться сходными характеристиками потоков вещества и энергии между своими элементами, а так же сходной реакцией на внешние воздействия.

Объектом исследования являются бассейны рек Кулунды, Касмалы и Барнаулки, расположенных в равнинной части Алтайского края. Река Кулунда принадлежит области внутреннего стока с базисом в виде Кулундинского озера, а Касмала и Барнаулка являются левыми притоками Оби.

Методологической базой исследования стал морфометрический анализ речных бассейнов, который принято называть Хортон-анализом [Симонов, 1998]. Его основой является разделение речных бассейнов на группы в зависимости от порядка главного русла. Хортон-анализ постоянно совершенствуется, имеется ряд его модификаций. Нами использовался подход, разработанный независимо друг от друга А. Стралером и В. П. Философовым [Философов, 1960]. В системе Стралера-Философова, как и у Р. Хортона, водоток (или русло временного водотока), не получающий притоков, относится к руслам 1-го порядка. Два русла 1-го порядка, сливаясь, дают начало водотоку 2-го порядка. По этому правилу ниже узла слияния любых однопорядковых водотоков начинается русло более высокого порядка (порядок увеличивается на единицу). При слиянии разнопорядковых водотоков образованный ниже узла их слияния водоток сохраняет тот порядок, который был у водотока, являвшегося до слияния более старшим [Симонов, 1998].

В основе анализа внутренней структуры речного бассейна лежит подход и методика, разработанные исследовательским коллективом под руководством Ю. Г. Симонова [Симонов, Симонова, 2004]. По этой методике в пределах бассейнов исследуемых рек определены следующие характеристики: порядки водотоков, их длины и уклоны, площади водосборов. В качестве операционной единицы бассейнового анализа выбраны бассейны 3-го порядка. Для каждого из них вычислены следующие структурные индексы, характеризующие строение бассейна [1-3]: 1) индекс структуры бифуркации (ИСБ) – параметр, определяющий наличие и соотношение в пределах каждого бассейна водотоков разного порядка; 2) индекс структуры площадей (ИСП) – показывает соотношение площадей бассейнов разных порядков; 3) индекс структуры длин (ИСД) – вычисляется как соотношение средних длин водотоков разных порядков; 4) индекс структуры уклонов (ИСУ) – для каждого порядка вычисляется средний уклон водотока.

Проведение водотоков, определение порядков и расчет структурных индексов выполнены в ArcGIS, GRASS и SAGA GIS на основе ЦМР SRTM-90 с разрешением пикселя на местности 90 x 60 м, что приблизительно соответствует масштабу 1:230000.

В пределах бассейнов Кулунды, Касмалы, Барнаулки выделено 57 бассейнов 3 порядка, из них 33 (58%) приходится на бассейн Кулунды, 4 (7%) – Касмалы, 20 (35%) – Барнаулки. Чтобы более полно исследовать выделенные бассейны потребовалось уменьшить их количество, объединив в классы, на основе занимаемой площади. Площадь водосбора является одной из наиболее информативных характеристик, поскольку именно она определяет количество поступающих в русло воды и рыхлых отложений. С площадью речного бассейна связаны длина пройденного пути и затрачиваемое время на перемещение воды и наносов со склонов в русла. В качестве способа разделения нами выбрано среднеквадратическое отклонение или сигма (σ) величины площади бассейна 3-го порядка от среднего значения в большую и меньшую сторону (рис. 1, 2).

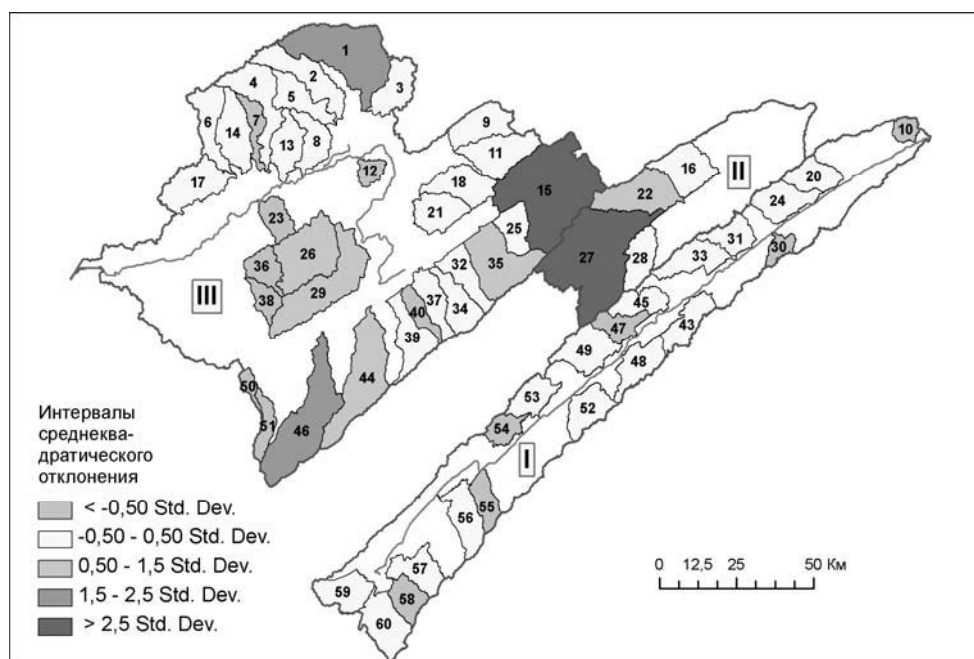


Рис. 1. Распределение бассейнов 3-го порядка по площади относительно среднего значения в бассейнах рек Барнаулки (I), Касмалы (II) и Кулунды (III).

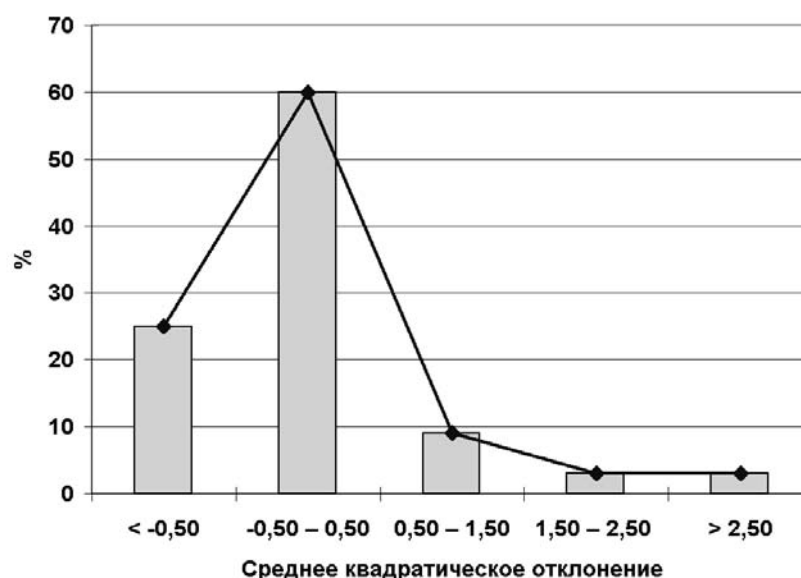


Рис. 2. Гистограмма и кривая распределения площадей бассейнов 3-го порядка относительно среднего значения в бассейнах рек Кулунды, Касмалы и Барнаулки

Если проанализировать распределение по площади однопорядковых речных бассейнов, то можно увидеть, что бассейны с наиболее часто встречающимися значениями формируют своеобразный «фон» на котором выделяются бассейны с меньшей и большей площадью. Первые из них, несмотря на малую площадь, все же имеют достаточно сложную сеть русел, чтобы набрать необходимый порядок. Вторые –

напротив, при значительной площади так и не смогли набрать необходимое количество водотоков и их ветвление, чтобы перейти в другой, более высокий порядок [Симонов, Симонова, 2004].

В нашем случае «фоновым» будет класс со значением $\sigma = -0,5-0,5$ (60% общего числа бассейнов 3-го порядка) (см. рис. 2). При этом наблюдается асимметрия распределения: количество бассейнов с площадью меньше «фоновой» (1 класс, 25%) превосходит количество тех бассейнов, у которых площадь больше (3 класс, 9%). Бассейны 4-го и 5-го классов выделяются аномально большими размерами, их доля составляет в сумме 6%. Такое распределение обычно указывает на действие какого-то внешнего фактора (климатического, тектонического и др.).

После чего произведен расчет структурных индексов для всех 57 бассейнов. В таблице 1 приведены структурные индексы для некоторых бассейнов 3-го порядка в пределах речных бассейнов Кулунды, Барнаулки и Касмалы.

Таблица 1. Структурные индексы бассейнов 3-го порядка

Класс бассейна	Площадь S, кв. км (доля в бассейне)	Интервалы σ	Структурные индексы			
			площадей (ИСП)	длин (ИСД)	уклонов (ИСУ)	бифуркации ИСБ
р. Кулунда						
1	95-135 (24%)	< -0,50	721	325	433	124
2	145-220 (56%)	-0,50–0,50	712	118	217	133
3	145-220 (15%)	0,50–1,50	712	127	235	146
4	260-275 (2,5%)	1,50–2,50	532	136	145	155
5	430-450 (2,5%)	>2,50	631	127	253	195
р. Барнаулка						
1	95-135 (30%)	< -0,50	811	514	514	122
2	145-220 (70%)	-0,50–0,50	721	451	442	123
р. Касмала						
2	145-220 (50%)	-0,50–0,50	541	244	343	133
4	260-275 (25%)	1,50–2,50	622	127	325	136
5	430-450 (25%)	>2,50	631	136	145	166

На основе рассчитанных с помощью структурных индексов соотношений распределения водосборных площадей, длин, уклонов, а также особенностей ветвления разнорядковых водотоков установлены особенности внутреннего строения бассейна, контролирующие пространственное распределение потоков воды и наносов, регулируя в главном русле процессы эрозии и аккумуляции в отдельных звеньях речной сети.

Например, сравнение индексов структуры площадей (ИСП) в пределах бассейнов позволяют сравнить однопорядковые бассейны между собой по распределению поступающих со склонов наносов в главное русло. Так, в бассейне Касмалы более или менее равномерное распределение наносов характерно для бассейна 4-го класса с ИСП=532, такое значение ИСП соответствует модальному бассейну по Ю.Г. Симонову (2004). У бассейнов Кулунды и Барнаулки (ИСП= 712, 721, 811) по сравнению с ним, питание главного русла наносами идёт за счёт верхних звеньев (на долю верховий приходится, соответственно 70%, 70%, 80% водосбора), а в питании наносами нижнего звена русла доля местного пополнения рыхлым материалом со склонов низовий эти значения близки значениям бассейнов 4 и 5 классов.

Сравнение индексов структуры бифуркации (ветвления, ИСБ) бассейнов 3-го порядка выявило, что бассейны 2-4 классов (ИСБ=133) в Кулунде и Касмале в 2,25, а 5 класса (ИСБ=166) в 3 раза сильнее расчленены в верхнем звене речной сети, чем бассейны 1 класса (ИСБ=122). Соответственно, более расчлененный бассейн при прочих равных условиях быстрее и полнее дренирует водосбор, быстрее отводит с ее поверхности воду.

Значительное количество информации об особенностях функционирования речных бассейнов можно получить на основе использования соотношения структурных индексов. Например, сопоставление структуры длин (ИСД) и уклонов (ИСУ) путем графических построений позволяет на основе формы продольного профиля бассейна определить стадию развития долины, а так же наличие и положение зоны выноса, транзита и аккумуляции рыхлого материала внутри бассейна.

Так, в бассейне р. Касмалы преобладают бассейны 3-го порядка со слабо вогнутым продольным профилем, что свидетельствует об относительной «молодости» склона на котором развиваются бассейны и указывает на преобладание внутри этих бассейнов процессов врезания и сопутствующего выноса литогенного материала. Ярко выраженные участки аккумуляции при этом отсутствуют. В долине р. Барнаулки преобладают бассейны 3-го порядка (45% от общего числа), имеющие невыработанный слабовогнутый продольный профиль. Чуть меньше бассейнов имеют вогнуто-выпуклый профиль (35%), который свидетельствует об относительно недавнем понижении местного базиса эрозии. Среди бассейнов с

вогнуто-выпуклым продольным профилем выделяется ярко выраженной зоной аккумуляции в узлах слияния водотоков 1 и 2-го порядков бассейн № 54. На бассейны с прямым продольным профилем приходится всего 15%. Более разнообразные соотношения структурных индексов установлено для долины р. Кулунды, что определяется значительной площадью, высокой степенью изменчивостью факторов функционирования бассейна (рис. 3).

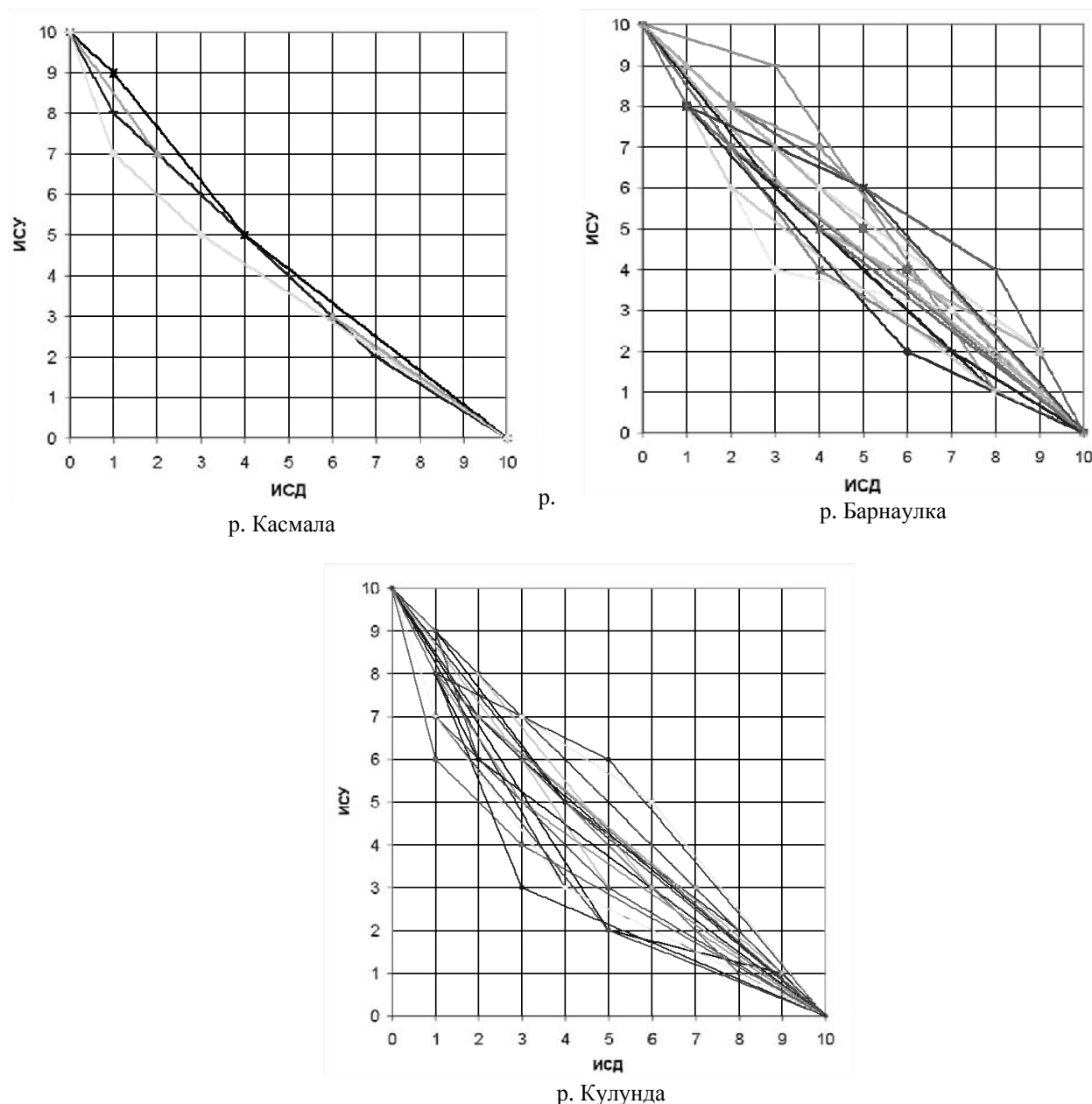


Рис. 3. Соотношение ИСД и ИСУ в бассейнах 3-го порядка

Проведённая адаптация методики и анализ структуры водосборных бассейнов 3 порядка через структурные индексы, создали основу для количественной оценки условий формирования стока, особенностей проявления пространственного распределения потоков воды и наносов в отдельных звеньях речной сети, а также для оценки потенциала геодинамических процессов в целях оптимизации природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новаковский Б.А., Симонов Ю.Г., Тульская Н.И. Эколого-геоморфологическое картографирование Московской области. – М.: Научный мир, 2005. 72 с.

2. Симонов Ю. Г. Морфометрический анализ рельефа. – Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. 272 с.
3. Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 14. Чалов. М., 2004. С. 7–32.
4. Философов В.П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1960. 94 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ВЕБ-СИСТЕМА ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ ПО ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМ ПРИРОДНЫМ ТЕРРИТОРИЯМ

О.М. Атаева², А.В. Кошкарев¹, А.А.Медведев¹, В.А. Серебряков², К.Б.Теймуразов²

¹*Институт географии РАН*

²*Вычислительный центр РАН*

Москва, Россия

WEB INFORMATION SYSTEM “PROTECTED SITES”

О.М.Атаева², AV Koshkarev¹, A.A.Medvedev¹, VA Serebryakov², K.B.Teymurazov²

¹*Institute of geography of the Russian Academy of Sciences*

²*Computer center of the Russian Academy of Sciences*

Moscow, Russia

Abstract. The Web Information System “Protected Sites” is based on ISO standards 19115:2003 «Geographic information – Metadata», 19139:2007 Geographic information – Metadata – XML schema implementation, 19101:2002 Geographic information – Reference model, 19109:2005 Geographic information -- Rules for application schema, 19110:2005 Geographic information -- Methodology for feature cataloguing. The system consists of application schemas repository, catalog and Protected Sites application schema based on INSPIRE proposals.

1. Основные цели и задачи проекта

К настоящему времени накопилось много данных по особо охраняемым территориям (ООПТ) как в нашей стране, так и за рубежом. В основном эти данные представлены слоями ГИС в разных системах в разных организациях. Недостатки нынешней ситуации очевидны:

- Нет унифицированной модели самого объекта особо охраняемой территории;
- Нет единого представления информации по слоям;
- Нет возможности работать специалистам с информацией по разным ООПТ в Интернет одновременно через единый интерфейс и с единой логикой организации информации;
- Информация по ООПТ не представлена в виде *информационной системы*, т.е. взаимосвязанной совокупности сущностей, к которой можно делать разнообразные интересующие специалистов запросы.

В мире идет интенсивный процесс формализации описания предметных областей. Это связано с желанием упростить и удешевить создание прикладных информационных систем, сделать его более доступным и всеохватывающим. В технологическом отношении это близко связано с разработками области Семантик Веб и использовании онтологий при описании предметных областей. По-видимому наибольший прогресс в этом направлении достигнут в описании пространственных данных, чему способствовала выработка международных стандартов серии ISO 191**. Реализация этих стандартов в Европейском союзе идет в контексте инициативы INSPIRE, которая, в частности, предполагает реализацию прикладных схем отдельных тем. Одной из таких тем являются особо охраняемые территории.

Таким образом, задачей проекта является разработка информационной системы по ООПТ, обладающей следующей функциональностью:

- доступность через Интернет;
- В основу информационной модели кладется прикладная схема ООПТ INSPIRE;
- Возможность загрузки данных из различных ГИС;
- Возможность формулировать запросы, связывающие различные элементы модели;
- Как сущности прикладной схемы, так и технические решения, принятые при реализации, должны обеспечивать интеграцию информационной системы в единое информационное пространство инфраструктуры пространственных данных.

В ВЦ РАН совместно с ИГРАН ведется разработка среды интеграции пространственных данных и метаданных ГеоМета. Разработка ИС ООПТ ведется на базе проекта ГеоМета.

2. Геопортал «ГеоМета»

Геопортал «ГеоМета» [Атаева и др., 2010] – это стандартизированная и децентрализованная среда управления пространственной информацией, разработанная для доступа к пространственным данным, картографическим продуктам и связанным с ними метаданным из различных источников, облегчающая

обмен пространственной информацией между организациями и ее совместное использование посредством интернета.

Главная цель геопортала – увеличить доступность разнообразных междисциплинарных данных различного масштаба вместе с сопутствующей информацией, организованных и документированных стандартным и непротиворечивым способом, улучшить кооперацию и координацию усилий при сборе данных.

Геоportal «ГеоМета» представляет собой платформу для создания распределенной среды интеграции неоднородных источников геоинформационных данных и предоставления к этой среде единой точки входа (веб-портала), которая позволит ученым в сфере наук о Земле легко находить специализированные данные и приложения, производить вычислительные эксперименты, визуализировать результаты деятельности.

Благодаря тому, что портал «ГеоМета» построен на базе ИС «НИ РАН» [Бездушный и др., 2007], являющейся базовым инфраструктурным компонентом ЕНИП [Бездушный и др., 2006], он может интегрироваться в ЕНИП с предоставлением расширения схемы пространственными данными и метаданными.

Функциональность системы включает:

- каталогизацию, сбор, поиск пространственных метаданных;
- размещение данных в собственном хранилище и предоставление к ним доступа;
- предоставление доступа к распределенным пространственным данным по стандартизованным протоколам;
- визуализацию карт, редактирование их элементов.

Интерфейс системы представлен веб-порталом, поэтому основным методом доступа пользователя к информации является обычный доступ к веб-страницам портала через любой распространенный браузер. Ядро системы предоставляет следующие возможности: управление статическим содержанием; хранение объектов системы в реляционных СУБД; индексирование и полнотекстовый поиск; обеспечение безопасности системы.

Задача интеграции распределенных неоднородных источников пространственных данных и сервисов решается путем выделения базовой схемы метаданных, реализованной в виде OWL-онтологии [Бездушный и др., 2008] на основе стандартов ISO 19115:2003 [5] и ISO 19139:2007 [ISO/TS 19139:2007] и полностью включающей российский стандарт ГОСТ Р 52573–2006 [ГОСТ Р 52573–2006] для обеспечения семантической интероперабельности систем, участвующих в распределенном взаимодействии.

3. Прикладные схемы

В соответствии с положениями Директивы INSPIRE [Directive 2007], а также международной организации по стандартизации ISO, в основу идеи инфраструктуры пространственных данных положено информационное моделирование предметной области. Согласно стандарту ISO 19101 «Географическая информация – эталонная модель» [ISO 19101:2002] важным компонентом представления информационных и вычислительных уровней компьютерных систем является концептуальное моделирование, представляющее собой процесс создания абстрактных описаний части окружающего мира и относящихся к ней онтологических понятий (классов объектов). Правила для построения прикладных схем пространственных данных регулируются стандартом ISO 9109 [ISO 19109:2005].

Для работы с прикладными схемами создается каталог. Методология каталогизации географических классов определяется стандартом ISO 19110 [ISO 19110:2005]. Каталог служит средством интеграции прикладной схемы в инфраструктуру пространственных данных. Он позволяет осуществлять визуализацию прикладных схем и их поиск, а также определение того, какие типы ресурсов содержатся в базе данных и какие возможные атрибуты для поиска у них существуют.

Таким образом, хранилище прикладных схем должно обеспечивать:

- Средства разработки прикладных схем;
- Преобразование прикладных схем в реляционную схему;
- Загрузку/выгрузку прикладных схем;
- Каталог схем с возможностями поиска, в частности обеспечивать программный интерфейс поиска;
- Построение запросов к прикладной схеме в терминах самой схемы и преобразование запроса в реляционный;
- Выдачу результата в виде слоев, чтобы обеспечить визуализацию.

4. Проект по особо охраняемым природным территориям

В контексте прикладной области особо охраняемых природных территорий, необходимо разработать прикладную схему, которая определит, какие базовые сущности и их характеристики, а также взаимосвязи между ними необходимо иметь для наиболее полного пространственного моделирования особо охраняемых природных объектов в системе ИПД. При выполнении проекта была разработана прикладная схема базовых пространственных данных для особо охраняемых природных объектов. За основу берется прикладная схема INSPIRE как наиболее детально проработанная. С учетом Федерального закона «Об особо охраняемых природных территориях» построена схема данных, содержащая минимальный набор обязательных объектов

и их характеристик (в виде классов, их атрибутов и связей), создаваемый для особо охраняемого природного объекта.

Для обеспечения возможности работы с данными по каждой ООПТ в рамках единой модели необходима интеграция (загрузка) схем данных источников в единую прикладную схему. Интеграция заключается в отображении объектов и их атрибутов каждой схемы на релевантные объекты и атрибуты (расширенной) схемы данных INSPIRE. При отсутствии аналогичных объектов в схеме данных INSPIRE производится ее расширение путем введения дополнительных объектов и атрибутов. Общий процесс моделирования иллюстрируется рис. 1.

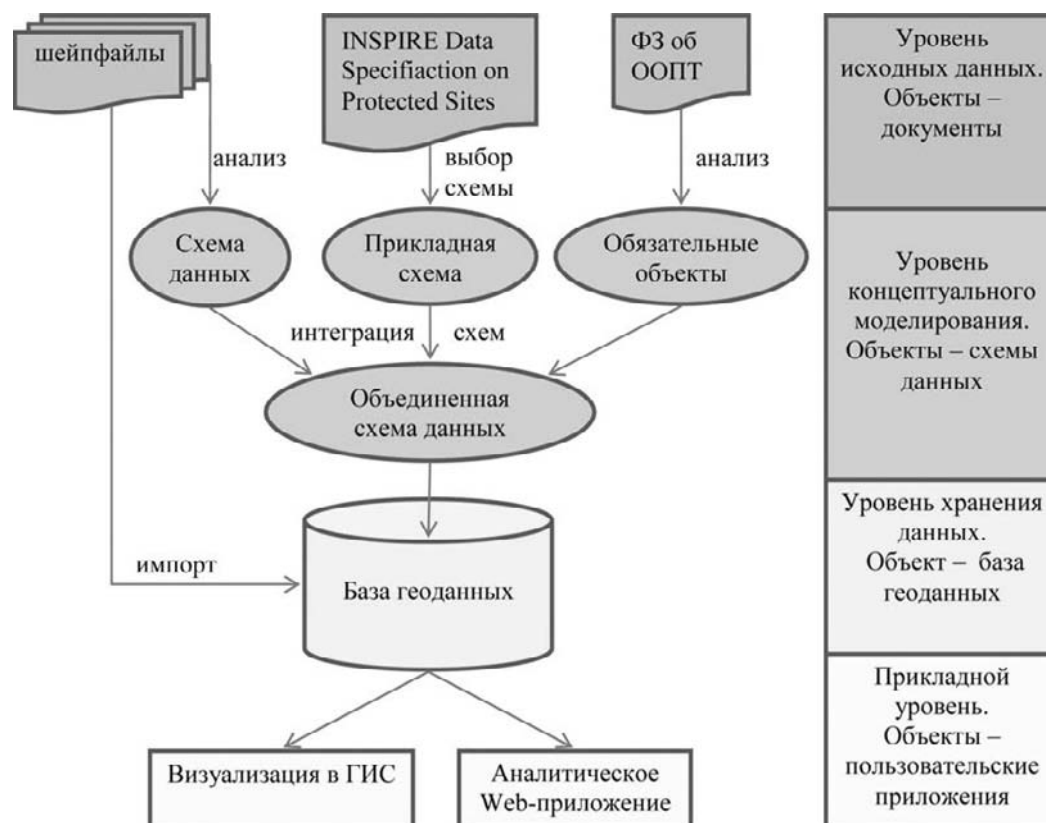


Рис. 1. Уровни моделирования предметной области «ООПТ»

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаева О.М., Кузнецов К.А., Серебряков В.А., Филиппов В.И.. Портал интеграции пространственных данных «ГеоМета». Препринт ВЦ РАН, 2010 г. 106 стр.
2. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Нестеренко А.К., Серебряков В.А., Сысоев Т.М., Теймуразов К.Б., Филиппов В.И. Информационная Web-система «Научный институт» на платформе ЕНИИП. М.: ВЦ РАН, 2007. 254 с.
3. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Серебряков В.А., Филиппов В.И. Интеграция метаданных Единого Научного Информационного Пространства РАН. М.: ВЦ РАН, 2006. 238 с.
4. Бездушный А.Н., Вершинин А.В., Дьяконов И.А., Динь Ле Дат, Серебряков В.А. Пространственные метаданные в системе «ГеоМета»// Пространственные данные. 2008. № 2. С. 16 – 25, 68; №3. С. 26 – 29.
5. ISO 19115:2003 «Geographic information – Metadata».
6. ISO/TS 19139:2007. Geographic information – Metadata – XML schema implementation.
7. ГОСТ Р 52573–2006 «Географическая информация. Метаданные».
8. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
9. ISO 19101:2002 Geographic information – Reference model.
10. ISO 19109:2005 Geographic information -- Rules for application schema.
11. ISO 19110:2005 Geographic information -- Methodology for feature cataloguing.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ ДОЛИНЫ Р. ГЕЙЗЕРНОЙ (КРОНОЦКИЙ ЗАПОВЕДНИК, КАМЧАТКА)

В.М. Яблоков¹, А.В. Завадская²

¹Московский Государственный университет имени М.В.Ломоносова
Москва, Россия

E-mail: vasily.yablokov@gmail.com

²ФГУ «Кроноцкий заповедник»

Камчатский край, Россия

E-mail: anya.zavadsкая@gmail.com

GEOINFORMATION MODELING OF THERMAL FIELDS OF THE GEYSERNAYA RIVER VALLEY (KRONOTSKY NATURE RESERVE, KAMCHATKA)

V.M. Yablokov, A.V. Zavadskaya

M.V.Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia

E-mail: vasily.yablokov@gmail.com

Federal State Institution "Kronotsky Reserve"

Kamchatky Kray, Russia

E-mail: anya.zavadsкая@gmail.com

Abstract. The article demonstrates the possibilities of implementation of geoinformation modeling and mapping of soil temperature for unique and rare natural complexes of the hydrothermal systems. It based on the methods of landscape indicators - namely, on the structure of the vegetation area. The work is performed on the territory of the Geisernaya River valley. It is based on the materials of detailed field studies conducted by the authors in 2010-2011. The resulting cartographic materials can be used to optimize the structure of the territory for recreation and protection of unique natural systems in our country, as well as for environmental education (ecologic education).

Введение

Открытая 70 лет назад Долина гейзеров является одним из четырех районов мира (наряду с Йеллоустонским парком в США, термальными полями Исландии и Новой Зеландии), в которых можно наблюдать такое редкое явление природы как гейзеры – периодически фонтанирующие горячие источники. Ценность и значимость данного природного комплекса признаны на национальном (статус «Чудо России», 2008 г.) и международном (знаменитая долина расположена в Кроноцком государственном природном биосферном заповеднике, включенном с 1996 г. в Список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО) уровнях.

Уникален весь природный комплекс Долины гейзеров, который формируется в условиях наличия многочисленных и разнообразных термопроявлений и содержит интразональные термальные экосистемы, существенно отличающиеся от зональных природно-территориальных комплексов (ПТК).

Одним из ведущих аazonальных факторов, определяющих формирование растительного покрова, своеобразие микрофлоры и фауны уникальных и редких ПТК гидротермальных систем является температура почв. Крупномасштабное картографирование данной характеристики необходимо для информационного обеспечения большинства эколого-географических и биологических исследований в геотермальных районах, а также для планирования охраны уникальных и редких термальных экосистем в условиях их ограниченного рекреационного использования.

Трудоемкость получения площадных данных о термальном режиме почв определяет необходимость разработки методов ландшафтной индикации, позволяющих вместо экспериментальных данных использовать информацию о характеристиках ПТК, однозначно определяющих интересующие параметры. По наблюдениям ряда авторов, в геотермальных районах таким индикатором может выступать структура растительного покрова, которая отражает распределение температур почв корнеобитаемого слоя.

В настоящей работе на примере Долины гейзеров продемонстрирована возможность реализации геоинформационного моделирования и картографирования температуры почв на основе методов ландшафтной индикации.

Описание района работ

Район исследований отличается большим ландшафтным разнообразием. Долина р. Гейзерной, как более точно и правильно назвала рассматриваемый район первооткрывательница камчатских гейзеров Т.И. Устинова [Устинова, 1955], представляет собой ландшафт, в котором выделяются две местности [Иванов, 1995]:

1) тектоническая макродолина р. Гейзерной, обусловленная соответствующей депрессией северо-восточного простираения [Леонов, 1989];

2) эрозионная долина, обладающая сложной и дробной ландшафтной структурой и вмещающая редкие и уникальные термальные ПТК (термальными принято считать экосистемы, отделяемые от зональных по изотерме $+20^{\circ}\text{C}$ на глубине 1 м [Рассохина, 2002]).

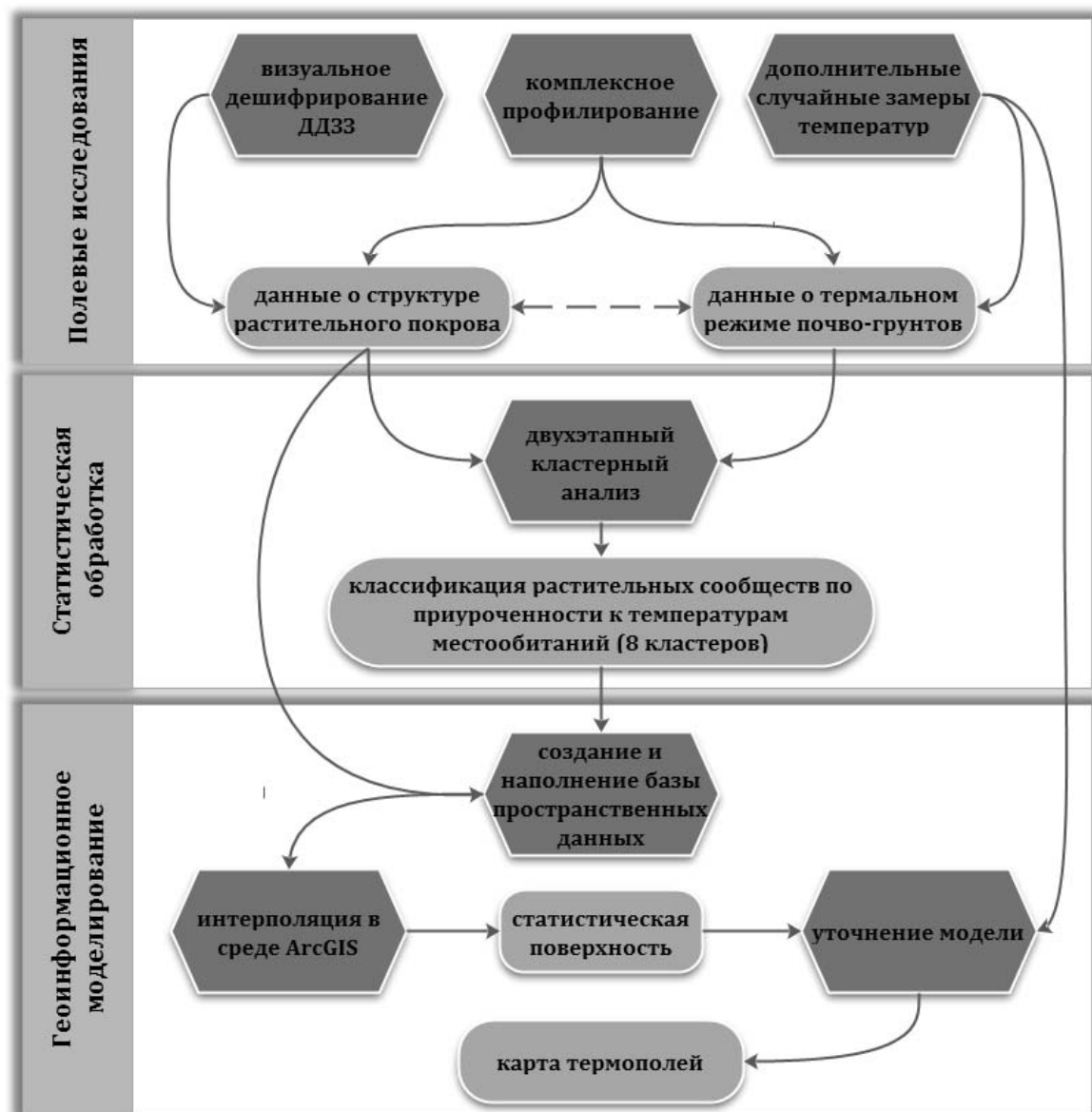


Рис. 1. Этапы картографирования термальных полей по структуре растительного покрова

Если для первой местности ландшафтная структура определяется эффектом высотной поясности, то для второй основным дифференцирующим фактором является действие напорных термальных вод и пространственная неоднородность температурного поля [Сугробов, 1990].

Отличительными особенностями термальных ПТК, обуславливающими их уникальность и высокую природоохранную, эстетическую и научно-познавательную ценность, являются: высокая мозаичность растительного покрова, вмещающего ценопопуляции эндемичных видов; многообразие форм микрорельефа (бессточные воронки, грязевые котлы и вулканчики, гейзеритовые постройки и др.); неоднородность микроклиматических условий; специфичный химический состав и температурный режим почв; существование в местах разгрузки термальных вод уникальных альго-бактериальных сообществ и колоний сине-зеленых водорослей; особая роль термальных экосистем в территориальном и сезонном перераспределении животных.

Разработка методов картографирования температуры почво-грунтов как ведущего фактора пространственной дифференциации ПТК гидротермальных районов и апробирование данных методов осуществлены на примере центрального участка Гейзерного термального поля (общая площадь участка работ около $0,15\text{ км}^2$), вмещающего наиболее ценные термальные ПТК, традиционно используемого для осуществления эколого-познавательных маршрутов.

Материалы и методы

Работы по картографированию термальных полей долины р. Гейзерной выполнялись в три этапа: 1) полевой этап (получение данных о структуре растительного покрова и приуроченных к растительным выделам температурных характеристиках); 2) камеральная обработка полученных материалов, поиск статистических закономерностей между характеристиками термального режима почв и параметрами растительного покрова и 3) геоинформационное моделирование и составление карты термальных полей (рисунок 1).

Информационной основой работ явились материалы детальных полевых исследований в рассматриваемом районе, выполненных авторами в 2010-2011 гг. Исследования осуществлялись методом комплексного профилирования и включали наблюдения на трех эколого-географических трансектах (общая протяженность 863 м, ширина каждой трансекты – 5 м), наилучшим образом отражающих разнообразие ландшафтной структуры исследуемого участка и, в частности, фациальную структуру термальных ПТК эрозионной долины, представляющих наибольший интерес в связи с решаемой в работе задачей.

В состав наблюдений на комплексных профилях входили следующие работы:

- выделение растительных сообществ, измерение их протяженности;
- геоботаническое описание сообществ с выявлением флористического состава травяно-кустарничкового яруса, определением общего проективного покрытия травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, а также проективных покрытий каждого вида сосудистых растений;
- измерение температуры почв (почвенным термометром с термопарой, Hanna Instruments, Inc.) вдоль линии профиля на глубине 15 см и 50 см через каждые 2 м в зональных ПТК и 0,5 м в термальных местообитаниях.

Сообщества определялись на основе учета их физиономического облика и описывались в естественных границах. Виды сосудистых растений определены авторами [Определитель сосудистых растений., 1981]. Номенклатура видов растений приведена по «Каталогу флоры Камчатки (сосудистые растения)» [Якубов, 2004].

Помимо наблюдений на трансектах, для обеспечения достоверной интерполяции характеристик температурного поля в условиях высокой мозаичности ландшафтной структуры были произведены случайные замеры температур по всей площади исследуемого участка.

Одновременно с наблюдениями на комплексных профилях осуществлялось крупномасштабное (1:2 000) картографирование растительного покрова исследуемого участка. В полосе трансект шириной 5 м такие работы выполнялись методом сплошной пикетажной съемки, на остальной территории в целях минимизации антропогенного воздействия на уязвимые термальные ПТК картографирование растительного покрова осуществлялось путем полевого дешифрирования аэрофотоснимка, выполненного И. Ю. Свиридом (ИВиС ДВО РАН) в 2007 г. и спутникового снимка, сделанного космическим аппаратом GeoEye-1 06.09.2009 г. (разрешение 0,41 м), с составлением кратких геоботанических бланков по каждому выделу.

В результате выполнения полевых работ были получены данные о пространственной структуре (полевая схема) и единицах растительного покрова (97 полных геоботанических описаний и более 200 кратких геоботанических бланков) и приуроченных к ним температурах почв (358 измерений на трансектах и 52 вне трансект).

Последующая статистическая обработка материалов полевых исследований в пакетах MS Excel и SPSS Statistics и осуществленное на базе ГИС-пакета ArcGIS 10 геоинформационное моделирование [Лурье, 2010; Тикунов, 1997] на основе схемы растительного покрова позволили составить карту термальных полей исследуемого участка. Оформление итоговой карты осуществлено в графическом редакторе Adobe Illustrator.

Результаты

Основой для геоинформационного моделирования термальных полей явилась составленная по материалам полевых исследований карта-схема растительного покрова долины р. Гейзерной (1:2 000). При разработке легенды карты применялась классификационная схема высших синтаксонов растительности полуострова Камчатка, разработанная В.Ю. Нешатаевой [Нешатаева, 2009], а также работа Т.Ю. Самковой [Самкова, 2009]. Полученная схема исследуемого участка содержит 354 единицы растительного покрова (площадью от 1 до нескольких тысяч м²), классифицированных в 42 сообщества (12 зонально-поясных сообществ или схожих с таковыми по составу и структуре; 30 термальных сообществ) (рисунок 2).

Статистическая обработка полученных описаний единиц растительного покрова и характеристик температурного режима почв позволила получить следующие закономерности, которые стали основой проведения работ по моделированию термальных полей:

- (1) между температурами почв на глубине 15 см и 50 см существует сильная корреляция (коэффициент корреляции Пирсона равен 0,967) и почти линейная зависимость);
- (2) в результате классификации растительных сообществ (величин нормализованных проективных покрытий всех видов в сообществе) методом двухэтапного кластерного анализа выделяется 8 классов растительных сообществ с четкой приуроченностью к определенным диапазонам температур (таблица 1);

(3) в результате сопряженного статистического анализа геоботанических описаний (величин проективных покрытий) для 67 видов сосудистых растений (более 680 описаний) и соответствующих их местообитаниям температур почв выделяются индикационные для конкретных температурных диапазонов виды сосудистых растений.

На основе полученных закономерностей (1 и 2) выделяем на схеме растительного покрова долины р. Гейзерной были присвоены температурные характеристики.

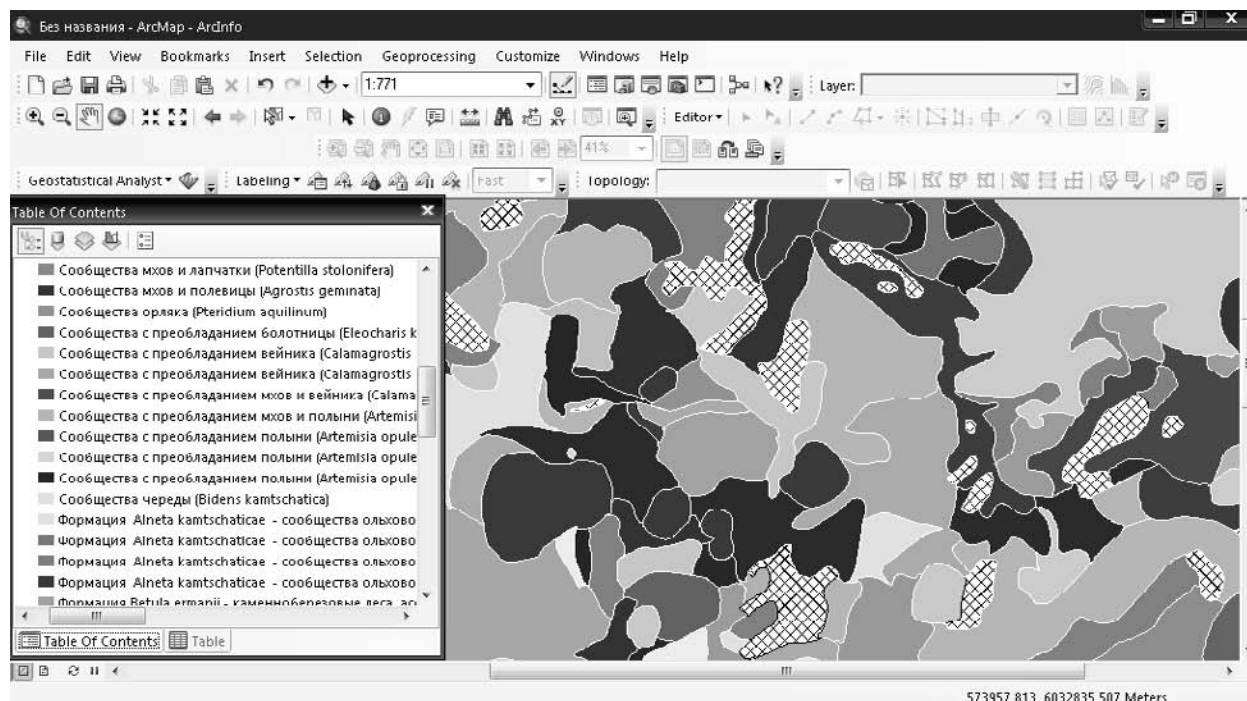


Рис. 2. Фрагмент схемы растительного покрова долины р. Гейзерной в среде ArcGIS

Таблица 1. Характеристики выделенных центроидов классов температур и приуроченных к ним растительных сообществ

Класс	Центроиды кластеров, °C		Сообщество*	N(клас териз ация)	всего выдел ов
	на 15 см	на 50 см			
1	12,38** (1,20)	1,52 (1,78)	Формация <i>Betula ermanii</i> - каменноберезовые леса, ассоциация каменноберезняк вейниковый, субассоциации: типичная, вейниково-папоротниковая	3	10
			Формация <i>Betula ermanii</i> - каменноберезовые леса, ассоциация каменноберезняк кустарниково-разнотравный	1	1
			Формация <i>Alneta kamtschaticae</i> - сообщества ольхового стланика, ассоциация ольховник щитовниковый, субассоциации: типичная, буковниковая	3	6
			Формация <i>Alneta kamtschaticae</i> - сообщества ольхового стланика, сообщества с доминированием страусопера (<i>Matteuccia struthiopteris</i>)	1	3
2	15,39 (1,93)	15,88 (3,21)	Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> - шеломайниковая, ассоциация вейниково- шеломайниковая	1	1
			Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> - шеломайниковая, ассоциация разнотравно- крупнотравная, сообщества с доминированием лабазника (<i>Filipendula</i> <i>camtschatica</i>) и крестовника (<i>Senecio cannabifolius</i>)	4	9
3	20,92 (3,20)	25,08 (4,81)	Сообщества с преобладанием вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) и ореоптериса (<i>Oreopteris quelpaertensis</i>)	1	1
4	27,38 (3,46)	35,37 (5,98)	Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> - шеломайниковая, ассоциация шеломайниковая	2	2
			Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> - шеломайниковая, ассоциация разнотравно- крупнотравная, сообщества с доминированием: василистника (<i>Thalictrum minus</i>); лабазника (<i>Filipendula camtschatica</i>) и вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>); лабазника и волжанки (<i>Aruncus dioicus</i>); лабазника и орляка (<i>Pteridium aquilinum</i>)	12	32

Класс	Центроиды кластеров, °С		Сообщество*	N(клас териз ация)	всего выдел ов
	на 15 см	на 50 см			
5	43,22 (8,18)	63,33 (13,12)	Формация <i>Saussurieta pseudo-tilesii</i> - <i>Geranieta erianthis</i> - <i>соссюреево-гераниевая</i> , ассоциация <i>соссюреево-гераниево-василистниковая</i> , субассоциации: <i>титичная</i> и <i>кипрейная</i>	5	8
			Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> - <i>шеломайниковая</i> , ассоциация <i>разнотравно-крупнотравная</i> , сообщества с доминированием: <i>вожжанки</i> (<i>Aruncus dioicus</i>) и <i>бодяка</i> (<i>Cirsium kamtschaticum</i>); <i>вожжанки</i> и <i>орляка</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>)	2	5
			Сообщества с преобладанием <i>вейника</i> (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) и <i>орляка</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>)	1	5
			Сообщества <i>орляка</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>)	2	6
6	50,69 (9,46)	69,23 (15,94)	Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> - <i>шеломайниковая</i> , ассоциация <i>разнотравно-крупнотравная</i> , сообщества с доминированием <i>бодяка</i> (<i>Cirsium kamtschaticum</i>) и <i>орляка</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>)	1	1
			Формация <i>Calamagrostideta langsdorffii</i> - <i>вейника</i> <i>Лангсдорфа</i> , ассоциация <i>бодяково-вейниковая</i>	1	5
			Монодоминантные сообщества и группировки <i>вейника</i> (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)	2	18
			Сообщества и группировки <i>орляка</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>) и <i>таволги</i> (<i>Spiraea beauverdiana</i>)	2	2
			Сообщества с преобладанием <i>болотницы</i> (<i>Eleocharis kamtschatica</i>)	1	2
			Сообщества и группировки <i>вейника</i> (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) и <i>юзника</i> (<i>Lycopus uniflorus</i>); <i>вейника</i> и <i>таволги</i> (<i>Spiraea beauverdiana</i>)	3	3
			Сообщества с преобладанием <i>полыни</i> (<i>Artemisia opulenta</i>) и <i>юзника</i> (<i>Lycopus uniflorus</i>); <i>полыни</i> и <i>лапчатки</i> (<i>Potentilla stolonifera</i>)	7	7
			Сообщества с преобладанием <i>полыни</i> (<i>Artemisia opulenta</i>)	2	3
			Сообщества с преобладанием <i>мхов</i> и <i>вейника</i> (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)	3	5
			Сообщества с преобладанием <i>мхов</i> и <i>полыни</i> (<i>Artemisia opulenta</i>)	6	37
			Сообщества <i>мхов</i> и <i>лапчатки</i> (<i>Potentilla stolonifera</i>)	1	1
			Разреженный покров с участием <i>полыни</i> (<i>Artemisia opulenta</i>) и <i>кровохлебки</i> (<i>Sanguisorba officinalis</i>); <i>полыни</i> и <i>вейника</i> (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)	2	19
			Разреженные группировки <i>горчачка</i> (<i>Picris kamtschatica</i>) и <i>мхов</i>	1	1
			Разреженный покров с преобладанием <i>кровохлебки</i> (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	1	1
Разреженный покров с преобладанием <i>подорожника</i> (<i>Plantago asiatica</i>)	2	2			
7	70,10 (15,30)	90,87 (17,39)	Формация <i>Fimbristyleta ochotensis</i> - <i>фимбристилица охотского</i> (фрагментами)	9	34
			Сообщества <i>мхов</i> и <i>полевицы</i> (<i>Agrostis geminata</i>)	3	24
			Моховые сообщества	7	36
8	85,87 (16,95)	95,87 (22,13)	Участки, лишённые растительного покрова	5	4
Итого:				97	256

* Статистический анализ проведен только в отношении сообществ, детально описанных вдоль трех трансект. Приуроченность температур для остальных растительных выделов определена либо путем дополнительных замеров, либо в процессе интерполяции методами геоинформационного моделирования.

** В скобках приведены величины средних квадратических отклонений.

Обычным начертанием шрифта обозначены зональные единицы растительного покрова; *курсивом* - сообщества термальных местообитаний, по составу и структуре близкие к соответствующим зонально-поясным; **жирным** - термофильные сообщества.

Последующее пространственное моделирование в ГИС-среде (метод интерполяции – natural neighborhood) и уточнение полученной модели (см. рисунок 1) позволило составить схемы распределения температур почв на глубине 15 см и 50 см (рисунок 3) и итоговую карту термальных полей долины р. Гейзерной, отражающую распределение температурного поля на глубине 50 см (рисунок 4). Карта выполнена в масштабе 1:2 000, изотермы проведены через каждые 10 °С. Проекция карты – Universal Transverse Mercator, UTM; система координат – WGS-84.

Распределение температуры почв в долине р. Гейзерной

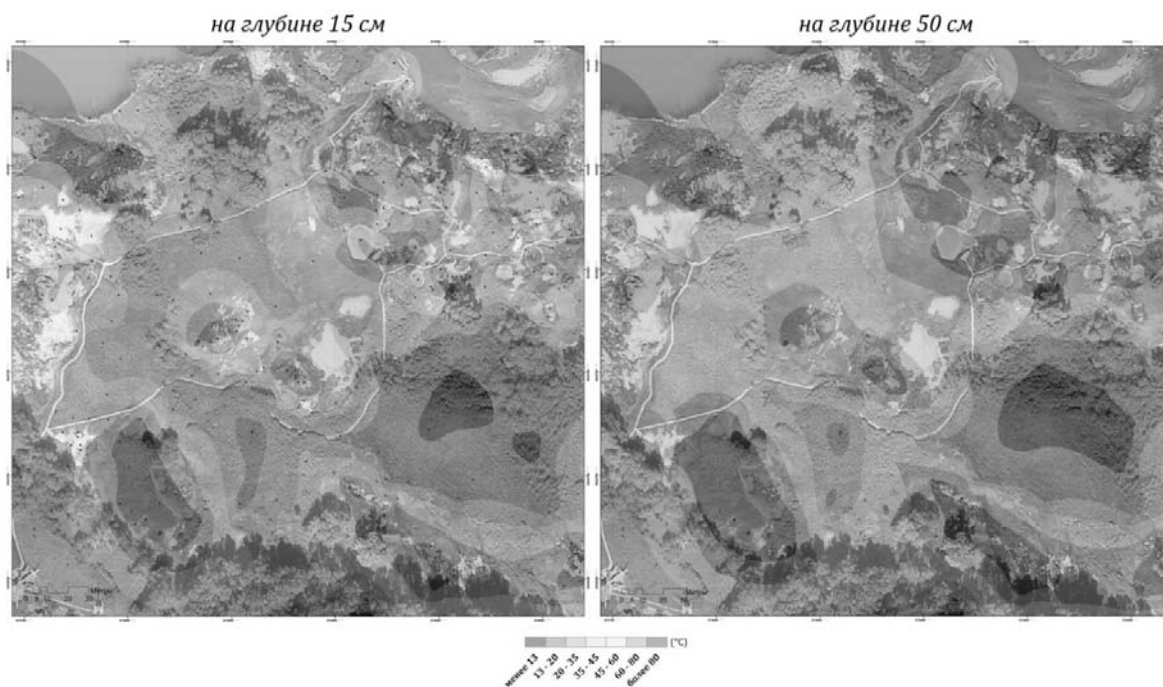


Рис. 3. Визуализация составления карты термальных полей по структуре растительного покрова в ГИС-среде (картографическая основа – аэрофотоснимок, И.Ю. Свирид, 2007)

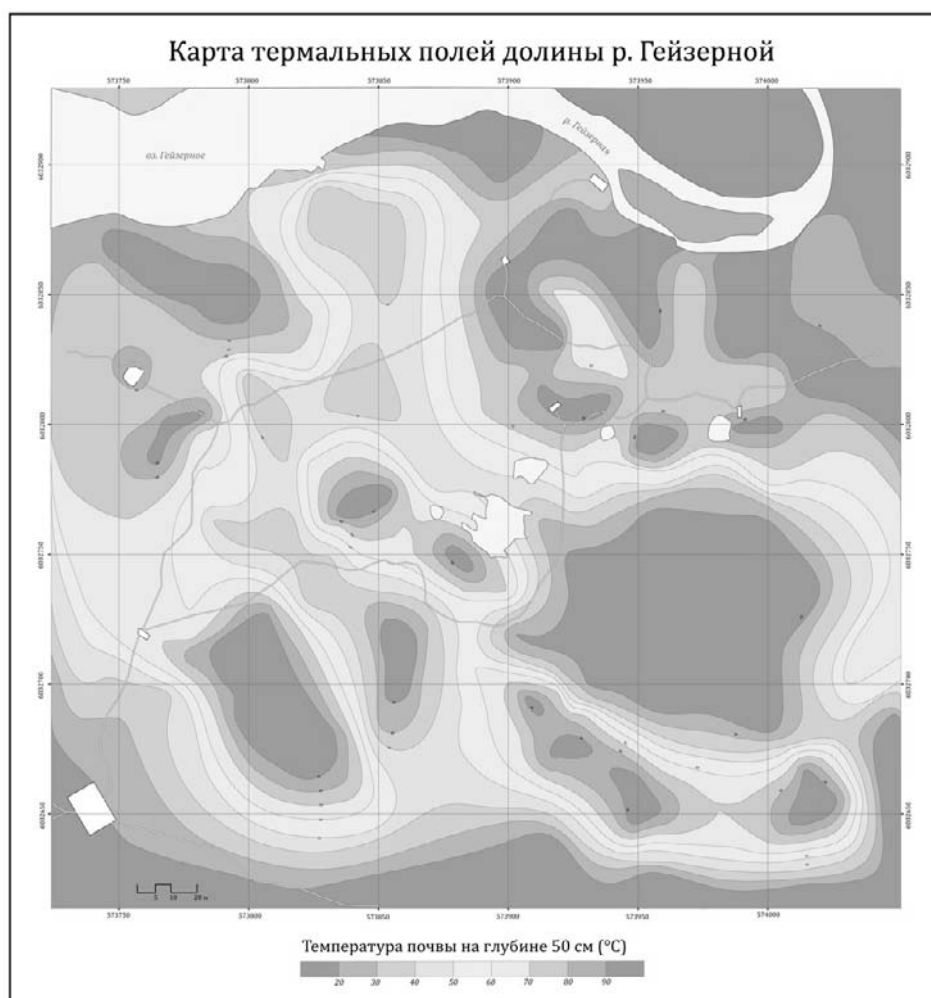
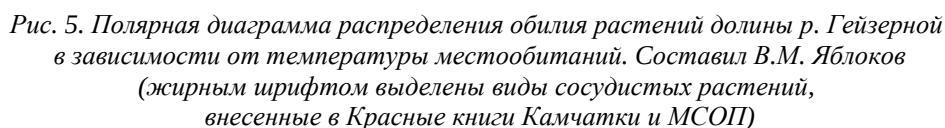


Рис. 4. Карта термальных полей долины р. Гейзерной. Составил В.М. Яблоков. (уменьшена до масштаба 1:5 000)



Обсуждение результатов

Своеобразие растительных сообществ ПТК гидротермальных систем Камчатки посвящено довольно большое количество работ [Нешатаева, 2005; Нешатаева, 2009; Рассохина, 2002; Самкова, 2009; Трасс, 1963; Чернягина, 2007; Чернягина, 2000]. Многими авторами отмечается связь термальной растительности с температурными характеристиками местообитаний. Так, установлено, что распределение отдельных видов растений и растительных сообществ в окрестностях горячих ключей происходит по определенным зонам и носит микропоясный характер [Нешатаева, 2005; Нешатаева, 2009; Самкова, 2009; Трасс, 1963]; предприняты попытки классификации термальных местообитаний по температуре субстрата [Рассохина, 2002] и группировки растительных сообществ и отдельных видов растений по их принадлежности к тем или иным термальным местообитаниям [Трасс, 1963]. Однако до настоящего момента никем не предпринималась попытка осуществления моделирования температурного поля по данным о растительном покрове термальных местообитаний.

В процессе выполнения работ нами была выявлена методами статистического анализа индикаторная роль структуры растительного покрова в диагностике температурных характеристик термальных полей и подтверждены основные закономерности, описанные авторами, занимавшимися в разные годы изучением термальной флоры Камчатки.

В результате впервые стало возможным а) составление карты термальных полей по структуре растительного покрова ПТК гидротермальных систем и б) графическая визуализация большого массива данных о распределении отдельных видов сосудистых растений в зависимости от температурного фактора.

Сравнение полученной карты с имеющимися картографическими материалами, составленными на основе использования других методов, в частности, с термометрической картой Гейзерного термального поля [Сугробов, 1990], доказывает возможность применения описанного метода для картографирования температуры почв уникальных ландшафтов гидротермальных систем.

Оригинальная методика, использованная при построении полярной диаграммы (рисунок 5), также может быть использована для наглядной демонстрации и последующего анализа распределения большого массива данных в зависимости от одного ведущего фактора.

Заключение

Таким образом, в представленной работе для ПТК гидротермальных систем предложены и апробированы методы картографирования термальных полей по структуре растительного покрова как наиболее физиономичного компонента ландшафта. Полученные картографические и иллюстративные материалы для участка долины р. Гейзерной, а также выявленные статистические закономерности могут использоваться в комплексных и узко специализированных географических и биологических исследованиях, при оптимизации территориальной структуры рекреационного природопользования и охраны уникальных, не имеющих аналогов в нашей стране природных комплексов, а также в целях экологического просвещения и образования.

Дальнейшие направления исследований связаны с поиском подобных закономерностей для ПТК других гидротермальных районов, обладающих в каждом отдельном случае высокой специфичностью и малой общностью видового состава растительного покрова.

Сравнительно малая трудоемкость метода делает целесообразным и перспективным его применение для регулярного мониторинга растительного покрова и термальных полей динамичных и особо ценных экосистем путем периодически осуществляемого дешифрирования обновленных космических снимков сверхвысокого разрешения. Представленные результаты в данном случае будут являться информационной основой последующих мониторинговых исследований.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Л.И. Рассохиной за ценные советы и консультации по составу и пространственной структуре полевых работ, к.б.н. Якубову В.В. за помощь в определении отдельных видов сосудистых растений, а также компании СканЭкс за предоставление привязанного космического снимка GeoEye-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, А. И. Проблемы рационального использования ООТ (на примере Долины Гейзеров) / А.И. Иванов, В.А. Валебная, В.П. Чижова // Вестник Московского университета. Серия 5. География. - 1995. Вып. 6. - С. 68-74.
2. Леонов, В.Л. Структурные условия локализации высокотемпературных гидротерм / В.Л. Леонов. - М.: Наука, 1989. - 104 с.
3. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование / И.К. Лурье. - М.: КДУ, 2010. - 424 с.
4. Нешатаева, В. Ю. Редкие растительные сообщества термальных местообитаний района Мутновского вулкана (Южная Камчатка) / В.Ю. Нешатаева, О.А. Чернягина, И.В. Чернядьева // Бот. журн. 2005, Т. 90. № 5. - С. 731-748.
5. Нешатаева, В.Ю. Растительность полуострова Камчатка / В.Ю. Нешатаева. - М.: т-во науч. изданий КМК, 2009. - 537 с.
6. Определитель сосудистых растений Камчатской области / Отв. ред. С.С. Харкевич, С.К. Черепанов. - М.: изд-во "Наука", 1981. - 412 с.

7. Рассохина, Л.И. Флора и растительность / Л.И. Рассохина // Растительный и животный мир Долины Гейзеров. – Петропавловск-Камчатский: «Камчатский печатный двор», 2002. – С. 32–71.
8. Самкова, Т. Ю. Влияние гидротермального процесса на растительность: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Т.Ю. Самкова. – Петропавловск-Камчатский : ИВиС ДВО РАН, 2009. – 24 с.
9. Сугробов, В. М. Особенности разгрузки высокотемпературных подземных вод в Долине гейзеров / В.М. Сугробов, Н.Г. Сугрובה // Вопросы географии Камчатки, 1990. – С. 81-89.
10. Тикунов, В.С. Моделирование в картографии / В.С. Тикунов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. – 405 с.
11. Трасс, Х. Х. О растительности окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной полуострова Камчатки / Х.Х. Трасс // Исследование природы Дальнего Востока. – Таллин : АН Эстонской ССР, 1963. – С. 112–146.
12. Устинова, Т.И. Камчатские гейзеры / Т.И. Устинова. – М.: Гос. изд-во географ. Литературы, 1955. – 120 с.
13. Чернягина, О.А. Термальные ключи Камчатки как места обитания видов растений занесенных в «Красные Книги» России и региона / О.А.Чернягина, В.Е. Кириченко // Материалы ежегодной конференции, посвященной дню вулканолога. – Петропавловск-Камчатский: Издательство ИВиС ДВО РАН, 2007. – С. 247-255.
14. Чернягина, О.А. Флора термальных местообитаний Камчатки / О.А. Чернягина // Труды Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН. Вып. 1. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – С. 198–228.
15. Якубов, В. В. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения) / В. В. Якубов, О. А. Чернягина – Петропавловск-Камчатский, 2004. – 165 с.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

*Сухорукова С.А., Дышлиук С.С.
Сибирская государственная геодезическая академия
Новосибирск, Россия
E-mail: ss9573@yandex.ru*

MAPPING OF NATURE MANAGEMENT AS AN ELEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

*Sukhorukova S.A., Dyshliuk S.S.
Siberian State Academy of Geodesy
Novosibirsk, Russia
E-mail: ss9573@yandex.ru*

Abstract. The transition to the concept of sustainable development for the regions in Russia means the necessity to optimize nature management, so corresponding cartographical materials should be worked out. There the key problem is to formulate The principles and methods of mapmaking. Cartographic method shouldn't be undervalued with its possibilities of analysis and presentation of information in visualized form. Complex maps reflecting nature and socio-economic potential of the territory are of great use. The article touches the principles and methods of complex mapmaking at different territorial scales for nature management.

Переход к устойчивому развитию территорий для большинства регионов России связан с необходимостью оптимизации природопользования, что требует создания карт, отражающих его региональную структуру. Поэтому важной задачей природопользования как географической науки является разработка принципов и методов его картографирования.

Картографические исследования проблем охраны природы и обеспечение народного хозяйства картами, предназначенными для их решения, составляют основу одного из направлений тематической картографии - природоохранного картографирования.

К настоящему времени в нашей стране накоплен немалый опыт разработки карт, предназначенных для изучения и решения проблем природопользования. Весьма важным результатом этих разработок является определение места и роли карты как географической основы выявления, инвентаризации, оценки, территориального анализа и синтеза ситуаций в природопользовании, как инструмента осуществления экспериментальных проработок, средства документирования и передачи информации потребителям в сфере науки, проектирования и управления.

Картографический анализ конкретен, так как имеет под собой определенную совокупность понятий и категорий и опирается на информацию о взаимном расположении объектов и явлений.

В связи с тем, что проблемы охраны природы и пути их решения рассматриваются в комплексе проблем рационального природопользования, возникла необходимость расширения сферы функционирования природоохранного картографирования, проявились тенденции развития новой, более обширной отрасли - картографических исследований природопользования [Золовский, 1980].

В основу отбора картографических показателей положены требования нормативных документов министерств и ведомств, осуществляющих использование тех или иных видов природных ресурсов.

Исходная цель изучения природопользования заключается в том, чтобы разобраться в сущности этого сложного понятия, установить структуру природопользования, его связи с экономикой хозяйствования, экологией, проследить воздействие на ресурсы и окружающую среду [Природопользование и среда обитания, 2005].

Актуальными являются оценки современного и прогнозного состояний ресурсов и окружающей среды. Главное внимание направлено на выявление неблагоприятных последствий воздействия на природу.

При отражении на картах состояния природных ресурсов можно выделить территории с рациональным или нерациональным природопользованием, то есть с сохранением или нарушением баланса самовосстановления возобновимых ресурсов, оптимального или неоптимального использования невозобновимых (комплексного с утилизацией пород в отвалах и рекультивацией) [Природопользование и среда обитания, 2005].

Наиболее продуктивным на этом этапе является создание картографических документов, комплексно отражающих природный и социально-экономический потенциал региона.

Решение такой актуальной и сложной проблемы требует применения различных методов исследования, в том числе и картографический, в частности, важно определить, в какой мере могут быть использованы существующие разнообразные карты, а также методики их составления, разработать карты нового содержания, предназначенные для решения вопросов охраны природы.

Комплексное картографирование дает возможность, во-первых, более эффективно использовать особенности карты, как средства научного исследования при разработке мероприятий по использованию, защите, сохранению, возобновлению и обогащению природы; во-вторых, существенно облегчить процесс научного обобщения, упростить изучение взаимосвязей и взаимодействия существующих и возможных различных природных и социально-экономических факторов; в-третьих, в особом виде отразить работу плановых, хозяйственных органов и результаты исследований смежных наук по вопросам охраны природы, улучшить хозяйственное использование территории, изучить проблему формирования территориально-производственных комплексов и систем расселения, их связей и взаимодействия с окружающей средой; в-четвертых, увеличить информативную емкость карт, в связи с чем расширится сфера их применения и углубится степень использования, повысится ценность карты как средства исследования.

Необходимо определить принципы сочетания объектов и показателей картографирования на одной карте или на группе карт, выбрать способы отображения содержания, провести экспериментальные работы, связанные с математическим обоснованием карты, установлением ее содержания, комплексированием показателей, оформлением.

Картографическая интерпретация показателей ведется на различных территориальных уровнях и в различных аспектах: от небольших территорий до значительных.

Картографирование выполняет три функции.

Во-первых, картографирование обеспечивает наличие необходимых пространственных сведений о регионе, выполняя тем самым информационную функцию.

Во-вторых, картографирование выполняет роль метода исследования региональных систем и принятия решений по их развитию - алгоритмическая функция.

В-третьих, картографирование выполняет языковую функцию, выступая в роли средства пространственного представления программных решений по развитию региональных систем.

Основная задача, которая ставится перед данным видом картографирования - помогать принимать обоснованные эффективные решения по развитию региональных систем и проводить эти решения в жизнь.

Обоснование масштабов карт составляет важную часть методических рекомендаций. Выбор единого ряда масштабов карт для всех природно-хозяйственных регионов, областей и районов, должен основываться на:

- едином подходе к отображению основного содержания;
- отборе и показе основных объектов картографирования всех географических элементов.

Масштабы карт могут изменяться как в сторону их увеличения, так и в сторону уменьшения.

В зависимости от целей и задач, указанных в положении о территориальном планировании применительно к конкретной схеме территориального планирования, при подготовке карт и их фрагментов могут быть использованы следующие масштабы:

- масштаб 1:2 500 000-для карт территории Российской Федерации;
- масштабы 1:1 000 000-1:500 000-для карт части территории Российской Федерации;
- масштабы 1: 5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500-для фрагментов карт [О составе схем территориального планирования..., 2006].

Для конкретного территориального уровня применяется свой масштаб, величина которого связана с размерами картографируемой территории и с численностью проживающего на ней населения. Например,

территория менее 100 тыс.кв.км отображается в масштабе 1: 200 000-1:100 000, а более 100 тыс.кв. км - в масштабе 1:1 000 000-1:500 000 [Об утверждении инструкции о порядке разработки..., 2002].

Установленные масштабы карт хорошо сочетаются с имеющимися общегеографическими картами и могут быть уточнены заказчиком с учетом конкретной ситуации, что в значительной мере благоприятствует работе по созданию географических основ и привязке всех элементов специального содержания карт.

Задача картографов состоит в поиске, разработке и выборе способов построения картографических изображений, наилучшим образом передающих объемность и пространственную структуру картографируемых объектов.

Для правильного отображения элементов природопользования необходимы интегральные условные обозначения. Одним из сложных моментов при их разработке является выбор масштаба. Это объясняется тем, что экологические закономерности имеют сложные пространственно-временные распределения и поэтому для отображения рассматриваемых категорий условные знаки используются не в конкретном масштабе, а применяются обобщающие понятия «в масштабе карты» и «вне масштаба карты».

Малые по площади объекты, которые не выражаются в масштабе карты, показываются значками, имеющими для каждой категории объектов определенный рисунок и размер. Такие знаки еще называют «внемасштабными».

Объекты, площадь которых отображается в масштабе карты и показывается своими контурами, называются «масштабными» или «площадными». Они заполняются внутри контуров площадными знаками, присвоенными соответствующим объектам (Таблица 1).

Широкий выбор способов отображения позволяет повысить наглядность и выразительность карт, увеличить их информационную ёмкость и представить информацию в легко воспринимаемом виде, исследовать пространственные объекты и явления, устанавливать пространственные связи между ними [5].

Общее количество явлений, показываемых на картах весьма велико. Основные явления на картах подразделяются согласно принятому в Земельном кодексе делению.



Рис. 1. Способ значков

В основе картографирования природопользования лежат общепринятые способы картографического отображения, а именно:

- способ значков используется для передачи планового положения, количественных и качественных характеристик объектов, по своим размерам не выражающихся в масштабе карты, но имеющих четкую точечную локализацию. Форма и цвет значка чаще всего несут качественную информацию об изображаемом объекте, а размер и внутренняя структура - количественную характеристику. Например, месторождения нефти (добыча более 300 млн.тонн) , санатории, сообщества растительных и животных организмов (Рисунок 1).
- способ линейных знаков используется для передачи линий в геометрическом понимании: границ, береговых линий, гидрографии. Линейные знаки могут передавать количественные и качественные характеристики. Количественные показатели передаются с помощью ширины линии или полосы, а качественные – структурой линии, цветом. Например, водоотводная канава, учебно-туристические тропы, защитные полосы леса (Рисунок 2).

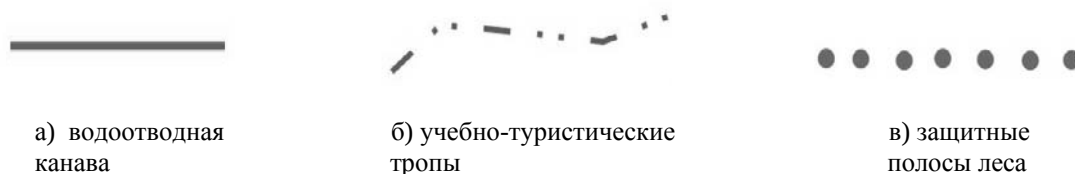


Рис. 2. Способ линейных знаков

- способ качественного фона используется для качественной характеристики явлений. При его использовании территория делится на качественно однородные контуры, которые окрашиваются или штрихуются в соответствии с качественной характеристикой. Графическим средством в данном способе могут служить цвет (ровные фоновые окраски разных цветовых тонов), штриховки различных рисунков и интенсивности, заполняющие обозначения, а также буквенно-цифровые индексы. Например, заготовки древесины, ведение охотничьего хозяйства (рисунок 3).



а) заготовки древесины



б) ведение охотничьего хозяйства

Рис. 3. Способ качественного фона

- способ ареалов используется для передачи области распространения явлений, имеющих ограниченное по площади распространение, причем в пределах этой площади картографируемое явление может быть сплошным или рассеянным. Способ ареалов отображает форму и местоположение площади распространения картографируемого явления. Например, земли транспорта, биосферные заповедники (рисунок 4).



а) земли транспорта



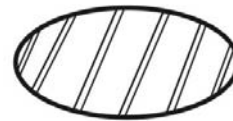
б) биосферные заповедники

Рис. 4. Способ ареалов

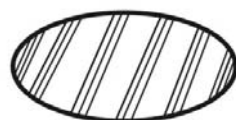
- картограммы графически передают среднюю интенсивность какого-либо явления (то есть количественную характеристику) в пределах определенных территориальных единиц, чаще всего административных. Для наглядности каждая территориальная единица или раскрашивается или штрихуется так, чтобы по насыщенности цвета и частоте штриховки можно было судить об интенсивности явления. Например, категории почв сельскохозяйственного назначения по степени загрязнения химическими веществами: допустимая категория почв, умеренно опасная категория почв, опасная категория почв, чрезвычайно опасная категория почв (рисунок 5).



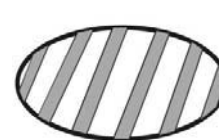
а) допустимая категория почв



б) умеренно опасная категория почв



в) опасная категория почв



г) чрезвычайно опасная категория почв

Рис. 5. Способ картограммы

Главные требования, предъявляемые к способам отображения на картах заключаются в том, что применяемые способы должны обеспечить наглядность и читаемость карты [Салищев, 1987, Берлянт, 2001].

При разработке цветового оформления способов отображения учитывались как определенная традиционность в подборе красок, так и способность четкого различения одних элементов от других. В результате проведенных экспериментальных работ категориям землепользования присвоены следующие цвета: землям населенных пунктов – коричневый, землям сельскохозяйственного назначения – черный, землям промышленности – фиолетовый, землям водного фонда – синий, землям лесного фонда – зеленый, землям особо охраняемых территорий – красный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золовский, А.П. Картографические исследования проблемы охраны окружающей среды: вopr. теории. [Доклад]. X Междунар. картогр. конф./А.П.Золовский, Г.О. Пархоменко, Токио, Япония, 1980 г.- Киев: Наук. думка, 1980.-30с.
2. Природопользование и среда обитания. Системный подход/ С.И. Кожурин и др.; под общ.ред. Р.М. Мифтахова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Костром. гос. технол. ун-т.- Кострома: КГТУ, 2005.-103с.
3. О составе схем территориального планирования Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.11.2006 № 680 // Консультант Плюс.
4. Об утверждении инструкции о порядке разработки, согласования, экспертизы и утверждения градостроительной документации. Постановление государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 29.10. 2002 г.№150// Консультант Плюс.
5. Картографические исследования природопользования: (Теория и практика работ)/ Л.Г. Руденко, Г.О. Пархоменко, А.Н. Молочко и др.; отв. ред. А.П.Золовский; АН Украины. Ин-т геофизики им. С.И.Субботина, отд-ние географии. - Киев: Наук. думка,1991.-212с.
6. Салищев, К. А. Проектирование и составление карт. – 2-е изд. – М.: МГУ,1987. – 240 с.
7. Берлянт, А.М. Картография. – М.: Астрель Пресс, 2001.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА)

*Цыдыпова М. В.
Иркутский государственный университет
Иркутск, Россия
E-mail: ecovie@mail.ru*

GEOINFORMATION MAPPING OF WOODS OF ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES (ON THE EXAMPLE OF TRANSBAIKALIAN NATIONAL PARK)

*Tsydyypova M.V.
Irkutsk State University
Irkutsk, Russia
E-mail: ecovie@mail.ru*

Abstract. This paper addresses the methodology of geoinformational mapping and developing GIS of forest in Zabaikalsky National Park. Then, using MapServer a cartographic web service was developed giving an open access to the geospatial data through the Internet.

Введение

На сегодняшний день, особо охраняемые природные территории (ООПТ) обладают большим массивом данных научных исследований и картографических материалов, но нуждаются в оптимизации хранения, представления и обмена данными в целях реализации доступности и открытости научных знаний и популяризации экологического просвещения. Эффективное использование накопленных пространственно-временных данных требует интеграции их в базу данных ГИС, обладающей средствами анализа и представления пространственной информации.

Объекты и методы исследования

Забайкальский национальный парк является одним из звеньев сети ООПТ центральной экологической зоны Байкальской природной территории (БПТ). Территория парка охватывает акваторию Баргузинского и Чивыркуйского заливов, западный макросклон Баргузинского хребта, полуостров Святой Нос, Ушканьи и Чивыркуйские острова.

Все работы по подготовке данных дистанционного зондирования и проведению их дешифрирования были выполнены с использованием программного обеспечения (ПО) ArcView 3.2 (с модульными

расширениями Spatial Analyst, Image Analysis, Model Builder, Edit Tools) и ERDAS Imagine 8.7. В работе были использованы космические снимки со спутников Landsat (1975-2011гг.), фрагмент сцены со спутника IRS-P6 съемочный прибор LISS-4 (2007 г).

В качестве топографической основы использованы топографические карты масштаба 1: 100 000 и данные SRTM (данные радарной топографической съемки поверхности земного шара, произведенной методом радарной интерферометрии), с пространственным разрешением 90 м/пиксел.

Также были привлечены тематические карты: карта растительности Забайкальского национального парка (М 1:300 000), карта ландшафтов Забайкальского национального парка (М 1:500 000), карта структуры почвенного покрова Забайкальского национального парка (М 1:500 000) [1], лесоустроительные материалы (М 1: 50 000) [План лесонасаждений Чивыркуйского лесничества..., 1991; План лесонасаждений Арангатуйского лесничества..., 1991], карта растительности Юга Восточной Сибири (М 1:1500 000) [Белов, 1972].

Предварительная обработка данных дистанционного зондирования включала объединение одноканальных данных в многоканальные и приведение данных ДЗЗ и картографических материалов к единой картографической проекции (Равновеликой конической проекции Альберса, датум- Пулково, сфероид- Крассовского).

Тематическая обработка данных заключалась в проведении управляемой автоматизированной классификации космических снимков. Для контролируемой классификации космических снимков необходимо создание обучающих эталонов (сигнатур) – заранее заданных программе значений спектральных характеристик классифицируемых объектов. Для создания обучающих эталонов (сигнатур) были проведены полевые исследования с целью выявления и описания ключевых участков разных типов лесов и других классов объектов.

По результатам полевых работ был создан точечный векторный слой описанных эталонных участков, каждой точке которого присвоена информация о географических координатах мест описания, даты, названия лесного сообщества и краткое описание. Обучающие выборки созданы путем цифрования векторных полигонов вокруг точек описания эталонных участков. Области в пределах таких полигонов были использованы для определения спектральных значений обучающих выборок.

Для проведения классификации с обучением были созданы обучающие сигнатуры следующих классов объектов: сосновые леса, лиственничные леса, кедровые леса, пихтовые леса, еловые леса, берзовые и осиновые леса, гольцы и подгольцовые редколесья, заросли кедрового стланика, заболоченные луга и болота, горные луговые степи, альпийские и субальпийские луга, песчаные пляжи, свежие гари, водные поверхности.

Erdas Imagine позволяет интерактивно оценивать выборки одновременно в двух зонах спектра, рассматривая их как объекты пространства признаков. Оценка качества созданных эталонов была основана на построении эллипсов рассеяния. По значениям яркости пикселей выборок рассчитываются параметры эллипсов рассеяния - средние значения и стандартные отклонения пикселей, сохраненных в файлах обучающих выборок.

Основной критерий отбора обучающих полигонов - неперекрываемость эллипсов рассеяния.

В качестве решающего правила классификации выбран алгоритм классификации на основе метода максимального правдоподобия.

Для проведения генерализации и корректировки растровая карта классификации преобразована в векторный формат. Многие мелкие полигоны были объединены в более крупные полигоны с помощью операции «Поглощения» (Eliminate, модуль ET для ArcView) мелких полигонов по принципу примыкания к полигону, обладающего наибольшей площадью соприкосновения.

Для верификации результатов дешифрирования карта классификации сопоставлялись с тематическими картами, лесоустроительными материалами, геоботаническими описаниями, сделанными такими исследователями как Тюлиной Л.Н., Малышевым Л.И., Моложниковым В.Н., Аненхоновым О.А. и др. [Тюлин, 1981; Малышев, 1956; Моложников, 1986; Иметхенов, 1990] и собственными полевыми исследованиями. На основе полученных материалов составлен предварительный вариант карты лесов Забайкальского национального парка М 1: 100 000 (рис.1).

Разработка легенды карты лесной растительности Забайкальского национального парка

Карта подготовлена на основе структурно-динамических и географо-генетических принципов многомерной классификации растительных сообществ, разработанных академиком В.Б. Сочавой [Сочава, 1979], и получивших свое развитие в работах специалистов иркутской школы картографирования растительности [Белов, 2002].

Согласно физико-географическому районированию Забайкалья, исследуемый район входит в состав Байкало-Джугджурской горнотаежной области [Физико-географическое районирование, 1967]. Для исследуемой территории характерно сочетание Урало-Сибирских (Южно-Сибирский) горнотаежных формаций и Ангаридских (Байкало-Джугджурских) формаций лиственничных лесов, выраженное в обоюдных вкраплениях, обусловленных влиянием специфических факторов среды. Характерными для урало-сибирских формаций являются горные таежные леса из кедра, пихты и ели. Они преобладают на западном макросклоне Баргузинского хребта и имеют островное распространение на полуострове Святой Нос [Сочава, 1980].

Карта лесной растительности построена по принципу объединения лесных ассоциаций в группы с учетом их принадлежности к Южно-Сибирским и Байкало-Джугджурским формациям и отношением к высотно-растительным поясам.

Легенда карты состоит из 21 классов, отражающих пространственно-временную структуру лесной растительности Забайкальского национального парка. Коренные сообщества в легенде имеют подробную характеристику доминирующих видов по ярусам и дополнительные сведения о лесорастительных условиях. Восстановительные серии также имеют характеристику по доминирующим видам, в легенде имеют буквенный индекс и подчинены коренным сообществам.

Для характеристики лесорастительных условий созданы дополнительные информационные слои растительно-высотных поясов, экспозиций и крутизны склонов на основе данных SRTM.

Структура высотной поясности отражена через показ в легенде подгорных, горно-таежных, подгорно-котловинных групп лесных формаций.

Выделение типов почв проведено в соответствии с картой структуры почвенного покрова Забайкальского национального парка (М 1: 500 000).

Геоинформационная система (ГИС) по лесам Забайкальского национального парка

Геоинформационная система (ГИС) по лесам Забайкальского национального парка создана в среде ArcView GIS 3.2 в виде согласованных растровых и векторных слоев и атрибутивных таблиц. В качестве основы для базы данных использована атрибутивная таблица векторной карты лесов Забайкальского национального парка. Данная таблица содержит поля, отражающие индивидуальный номер полигона (ID) и номер класса, к которому он принадлежит (Gridcode). Записям атрибутивной таблицы, относящимся к лесным территориям присвоены следующие характеристики: формация, класс формации, группа формации, географическое положение, растительно-высотный пояс, крутизна склона (град), экспозиция, класс возраста насаждений, степень нарушенности и площадь выдела.

Для гарей были указаны площадные характеристики, даты возникновения пожаров.

Также созданы векторные слои рек и озер, дорог, населенных пунктов и антропогенных объектов.

Создание картографического web-сервиса с использованием MapServer

Для реализации доступа к картографическим данным через сеть Интернет создан картографический веб-сервис на основе Mapserver. MapServer представляет собой открытую и свободно распространяемую среду разработки web-сервисов для работы с электронными картами в векторных и растровых форматах, обладающую большим числом функциональных возможностей.

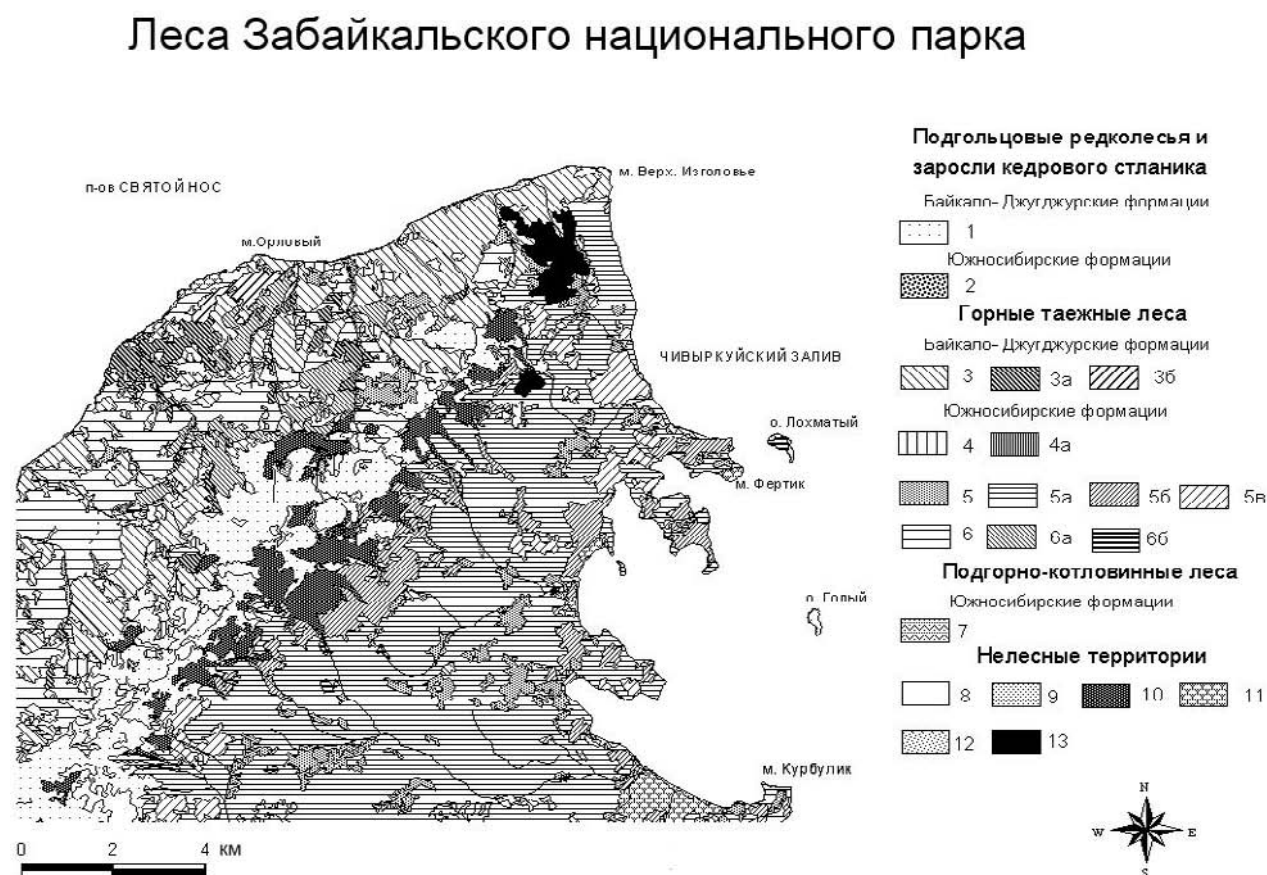


Рис. 1. Фрагмент карты предварительного варианта карты лесов Забайкальского национального парка.
Условные обозначения см. в легенде

Леса Забайкальского национального парка

Подгольцовые редколесья и заросли кедрового стланика

Байкало-Джугджурские формации:

- 1  Заросли кедрового стланика в сочетании с редкими лиственницами и другими древесными породами, местами в сочетании с горными тундрами преимущественно на подбурх типичных тундровых и подбурх литогенных тундровых

Южно-Сибирские формации

- 2  Пихтовые редколесья, местами с березой круглолистной и кедровым стлаником в сочетании с субальпийскими лугами на подбурх литогенных тундровых и подбурх перегнойных с выходами коренных пород

Горные таежные леса

Байкало-Джугджурские формации:

- 3  Лиственничные, иногда с участием кедра и пихты, ольховниковые багульниково-бруснично-зеленомошные, бруснично-баданово-зеленомошные, шикшиново-зеленомошные леса склонов средней крутизны и крутых склонов преимущественно северных и северо-западных экспозиций на дерновых литогенных и подбурх литогенных с дерновыми лесными почвами и с подзолами иллювиально-гумусово-железистыми

- 3a  Сосново-березовые разнотравно-злаковые, травяно-зеленомошные восстановительные серии

- 3б  Сосново-осиновые разнотравно-злаковые, бруснично-зеленомошные восстановительные серии

Южно-Сибирские формации

- 4  Кедрово-пихтовые чернично-бадановые, чернично-травяно-зеленомошные леса склонов средней крутизны и крутых склонов к речным долинам преимущественно северных и северо-западных экспозиций на подбурх литогенных тундровых и подбурх перегнойных тундровых с выходом коренных пород

- 4a  Березово-осиновая травяно-зеленомошная восстановительная серия

- 5  Пихтово-кедровые чернично-мелкотравно-зеленомошные, бадановые, разнотравные с кедровым стлаником леса пологих и средней крутизны склонов преимущественно северных, северо-западных и северо-восточных склонов на подбурх перегнойных и буроземах грубогумусных

- 5a  Березово-сосновые леса с участием пихты и кедра чернично-бруснично-зеленомошные кедровостланиковые, местами с баданом восстановительные серии на пологих склонах преимущественно южных, юго-восточных и юго-западных экспозиций на дерновых лесных почвах, подзолах и подбурх перегнойных

- 5б  Осиново-березовая травяно-зеленомошная восстановительная серия

- 5в  Сосново-осиновая травяно-злаковая восстановительная серия

- 6  Сосновые и лиственнично-сосновые душекиево-рододендреново-бруснично-зеленомошные на пологих склонах преимущественно южных, юго-восточных и юго-западных экспозиций на дерновых лесных почвах, подзолах и подбурх перегнойных

- 6a  Редкостойная березово-сосновая душекиево-рододендреново-бруснично-зеленомошная восстановительная серия на пологих склонах южных, юго-восточных и юго-западных экспозиций

- 6б  Сосново-березовые рододендреново-душекиевые разнотравные, местами бруснично-травяные восстановительные серии

Подгорно-котловинные леса

Южно-Сибирские формации

- 7  Сосновые с участием кедра рододендреново-бруснично-толокнянковые, часто с лишайниковым покровом и кедровым стлаником, участками береговых дюн на дерново-подзолистых песчаных почвах

Нелесные территории

- 8  Каменистые тундры с господством накипных лишайников и мохово-лишайниковые тундры местами в сочетании с альпийскими лугами

- 9  Альпийские и субальпийские луга в сочетании с кедровым стлаником и др. кустарников на горнолуговых дерново-торфянистых и дерновых почвах

- 10  Горные остепненные луга на органогенно-щебнистых остепненных и горно-степных черноземовидных почвах

- 11  Заболоченные луга, облесенные болота и топи на болотных торфяных и торфяно-глеевых и аллювиальных луговоболотных почвах

- 12  Пляжные пески

- 13  Свежие гари

Рис. 2. Легенда предварительной карты лесов Забайкальского национального парка

Интерфейс веб-сервиса состоит из системы управления информационными слоями, блока масштабирования и панорамирования, картографического изображения с инструментом прокрутки и масштабной линейкой, Легенды и Обзорной карты. На данном сервисе представлена карта лесов Забайкальского национального парка и дополнительные информационные слои: реки, озера, дороги, населенные пункты и туристическая инфраструктура, гари, категории нарушенности лесов.

Выводы

Геоинформационная система (ГИС) по лесам Забайкальского национального парка обладает возможностями хранения, актуализации, визуализации и обмена данных, позволяет проводить геоинформационные запросы по количественным и качественным характеристикам лесных сообществ. Созданная ГИС может служить информационным ядром для создания комплексной ГИС по природным ресурсам Забайкальского национального парка.

Созданный веб-сервис по лесам Забайкальского национального парка дает широкие возможности для представления картографической информации в среде Интернет в виде графических изображений и проведения информационных запросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Территориальная организация Забайкальского национального парка / А. Д. Абалаков [и др.]. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. – 125 с.
2. План лесонасаждений Чивыркуйского лесничества Забайкальского природного национального парка Бурятской АССР. Лесоустройство 1991. М- б 1: 50 000. – Минск: Белорусское государственное лесоустроительное объединение «Белгослес», 1991.
3. План лесонасаждений Арангатуйского лесничества Забайкальского природного национального парка Бурятской АССР. Лесоустройство 1991. М- б 1: 50 000. – Минск: Белорусское государственное лесоустроительное объединение «Белгослес», 1991.
4. Белов А.В. Карта растительности юга Восточной Сибири. М- б 1: 1500 000/ Отв. ред. А.В. Белов. М.: ГУГК СССР, 1972
5. Тюлина Л.Н. Растительность южной части Баргузинского хребта / Л. Н. Тюлина. – Новосибирск: Наука, 1981. – 84 с.
6. Малышев Л.И. Растительность лесного пояса побережий Северного Байкала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Иркутск, 1956. - 18 с.
7. Моложников В.Н. Растительные сообщества Прибайкалья / В. Н. Моложников. – Новосибирск: Наука, 1986. – 270 с.
8. Иметхенов А.Б. Природа Забайкальского национального парка / А.Б. Иметхенов [и др.]; под ред. А.К. Тулохонова. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1990. – С. 14
9. Сочава В. Б. Растительный покров на тематических картах / В.Б. Сочава. — Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1979. — 190 с.
10. Белов А.В. Картографическое изучение биоты / А.В. Белов, В.Ф. Лямкин, Л. П. Соколова. – Иркутск : Облмашинформ, 2002. – 160 с.
11. Физико-географическое районирование. Карта сост. В.С. Михеевым, В.А. Рящиным / Ред. В.Б. Сочава // Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область). – М.; Иркутск, 1967
12. Сочава В. Б. Географические аспекты сибирской тайги / В.Б. Сочава. — Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1980. — 256 с.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Турьшев А.Ю., Яковлев А.Б., Касьянов З.В., Согрина А.Н.

*ГБОУ ВПО Пермская Государственная фармацевтическая академия Минздрава России
Пермь, Россия*

E-mail: aleksej2@mail.ru

PERM KRAI MEDICINAL PLANTS STOCK-TAKING U SING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Turyshv A.Yu., Yakovlev A.B., Kasyanov Z.V., Sogrina A.N.

*Perm State Pharmaceutical Academy
Perm, Russia*

E-mail: aleksej2@mail.ru

Abstract. Intensive anthropogenous influence can lead to sharp reduction of many valuable plants natural stocks. In this connection inventory data received early become outdated quickly. Absence of fresh stock-taking data

and plant chemical composition features limits raw materials preparation and it's industrial use which are not carried out in Perm Krai territory at present. Because of this medicinal plants resources stock-taking stands actual problem. Application of geographical information systems as methodological basis allows to realize medicinal plants areals mapping, to perform plant association square analyzis for significant territory of Perm Krai on high scientific level.

Для устойчивого развития экономики территории необходимо наиболее полное и эффективное использование внутренних ресурсов региона, в том числе лекарственных растений (ЛР). Однако, для рационального использования природных ресурсов необходимо иметь представление об их количественных и качественных характеристиках.

На первом этапе работы нами был проведен анализ лекарственной флоры региона.

На территории Пермского края произрастает [Турышев, 2007] более 100 видов дикорастущих лекарственных растений, относящихся к 2 царствам (Грибы и Растения). Представителями царства Грибы являются Спорынья пурпурная – *Claviceps purpurea* Tulasne. и Трутовик косой – *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. F.

Представители царства Растения относятся к 3 отделам, 5 классам, 40 семействам.

Основу лекарственной флоры Пермского края составляют представители отдела Покрытосеменные (Angiospermae), который включает 2 класса, 36 семейств и 77 видов ЛР. В процентном соотношении в отделе Покрытосеменных преобладают представители класса Двудольные (Dicotyledones).

Количественное представительство видов лекарственной флоры отдельных семейств классов Однодольных (Monocotyledones) и Двудольных (Dicotyledones) представлено на рисунке 1, из которого видно, что класс Однодольные представлен 2 семействами и 3 видами.

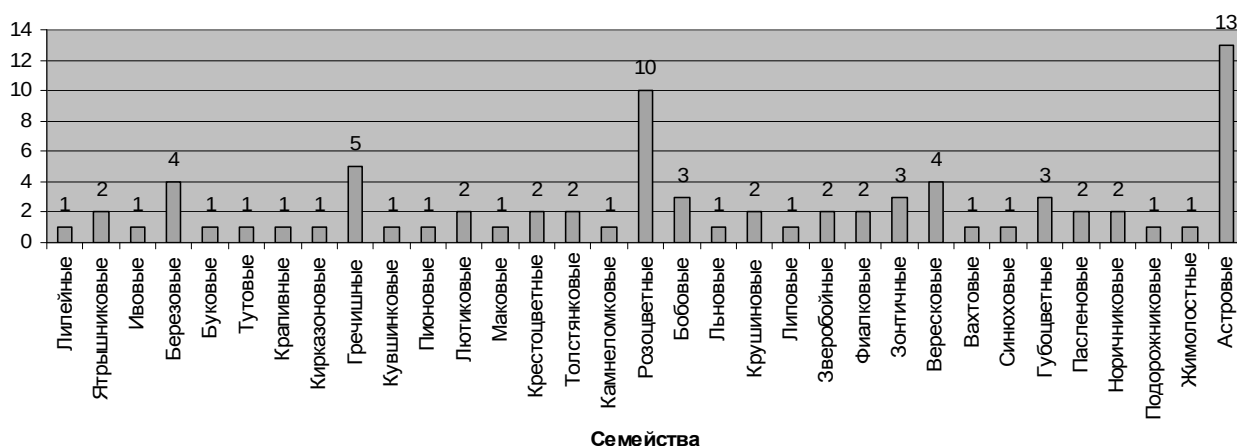


Рис. 1. Представительство видов лекарственной флоры отдельных семейств классов Однодольных и Двудольных

Двудольные растения представлены 31 семейством, из которых наиболее объемными по видовому составу являются семейства Астровые – *Asteraceae* Dumort. (13 видов) и Розоцветные – *Rosaceae* Juss. (10 видов).

Данные по приуроченности ЛР к той или иной ботанико – географической зоне (по Овеснову С.А.) показали, что наиболее широко лекарственная флора представлена в центральной и южной частях края.

Учитывая частоту встречаемости видов, можно сделать вывод о том, что из всех ЛР повсеместно произрастают лишь 42 % (или 34 вида).

Для анализа биогеоценотической приуроченности все ЛР можно условно разбить на 4 группы – «лесные», «луговые», «водные», «сорные» (рисунок 2).

«Лесные» виды включают собственно лесообразующие виды растений (все деревья), а также те виды ЛР, для которых типичными местами обитания являются леса (брусника обыкновенная – *Vaccinium vitis-idaea* L. /сем. Вересковые – *Ericaceae*/, черника обыкновенная – *Vaccinium myrtillus* L. /сем. Вересковые – *Ericaceae*/, толокнянка обыкновенная – *Arctostaphylos uva – ursi* L. /сем. Вересковые – *Ericaceae*/ и др.).

«Луговые» виды представлены растениями, произрастающими на лугах (суходольных, остепненных, пойменных и т.п), например, душица обыкновенная - *Origanum vulgare* L. /сем. Яснотковые – *Lamiaceae*/; виды зверобоя (з. пятнистый – *Hypericum maculatum* L. и з. продырявленный – *Hypericum perforatum* L. /сем. Зверобойные *Hypericaceae*/; тысячелистник обыкновенный - *Achillea millefolium* L. /сем. Астровые – *Asteraceae*/ и т.п.

К «водным» видам можно отнести ЛР, являющиеся гидро- и гигрофитами: кубышка желтая – *Nuphar lutea* L. /сем. Кувшинковые – *Nymphaeaceae*/; и т.п.

Примером «сорных» (придорожных, рудеральных и т.п.) ЛР могут служить пустырник пятилопастной – *Leonurus quinquelobatus* Gilib. /сем. Яснотковые – *Lamiaceae*/; подорожник большой – *Plantago major* L. /сем. Подорожниковые – *Plantaginaceae*/ и ряд других.

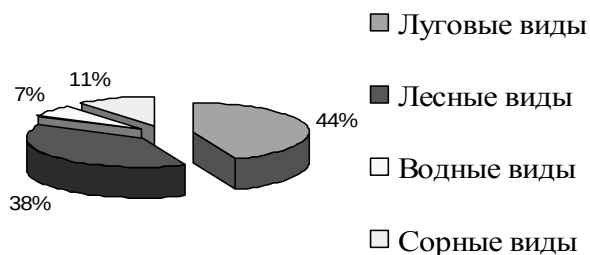


Рис. 2. Биогеоценотическая приуроченность лекарственных растений Пермского края

Анализ биогеоценотической приуроченности показал (рисунок 2), что на территории Пермского края преобладают луговые и лесные виды ЛР.

В зависимости от условий произрастания ЛР, их встречаемости и востребованности, стратегия и тактика проведения «инвентаризационных» ресурсоведческих работ может быть различна.

Ряд ЛР Пермского края (такие, как *Rhodiola rosea* L., *Adonis vernalis* L., *Platanthera bifolia* L., и некоторые другие) занесен в Красные книги Пермского края и Среднего Урала [1]. Для этих видов необходимо проводить работы по инвентаризации с целью дальнейшей охраны.

Такие травянистые виды, как одуванчик лекарственный, горец птичий, подорожник большой, а также пихта сибирская, сосна лесная, ель европейская, береза, липа сердцевидная и другие древесные породы, произрастают повсеместно и в больших количествах. Оценку запасов сырья этих ЛР, на наш взгляд, проводить нецелесообразно.

В то же время для многих представителей лесной, луговой и сорной флоры, таких как багульник болотный, брусника обыкновенная, душица обыкновенная, зверобой продырявленный и з. пятнистый, тысячелистник обыкновенный, полынь горькая, пустырник пятилопастной, черника обыкновенная и ряда других видов необходимо как можно чаще отслеживать состояние зарослей ввиду увеличивающейся антропогенной нагрузки на окружающую среду и хозяйственного освоения и использования территорий. Именно они и представляют интерес для разработки ГИС «Лекарственные растения».

Для создания ГИС «Лекарственные растения» нами была использована программа ArcView GIS.

При тесном сотрудничестве с сотрудниками ГИС-центра Пермского государственного национального исследовательского университета нами создан модуль «Лекарственные растения».

Благодаря сотрудничеству с ГИС-центром Пермского государственного университета в Пермском крае есть опыт создания геоинформационной системы (ГИС) «Лекарственные растения» [Турышев, 2010; Турышев, 2007; Турышев, 2010].

За 2003-2011 г.г. была разработана ГИС «ЛР» для 19 районов Пермского края (рисунок 3).

Учитывая возможности информационных систем, нами была сделана попытка включить в ГИС «Лекарственные растения» данные не только ресурсоведческих исследований, но и результаты, полученные при оценке качества сырья.

Для сравнения геоботанических районов по характеристикам популяций ЛР нами был использован условный коэффициент, названный «показатель сырьевой ценности района» (ПСЦР), который представляет собой произведение возможного объема ежегодной заготовки сырья (ВОЕЗ) и среднего показателя содержания действующих веществ (ДВ) в данном районе и рассчитывается по формуле:

$$\text{ПСЦР} = \text{ВОЕЗ} \cdot \text{ДВ}$$

где ПСЦР – показатель сырьевой ценности района, усл. ед.;

ВОЕЗ – возможный объем ежегодной заготовки воздушно-сухого сырья, кг;

ДВ – содержание действующих веществ, %.

Данный показатель позволяет сравнивать районы между собой по результатам комплексной оценки состояния зарослей ЛР, учитывающей не только запас сырья, но и содержания в нем биологически активных веществ.

Введение данного показателя в ГИС позволяет визуализировать районы (Рисунок 5), наиболее перспективные для заготовки того или иного вида сырья.

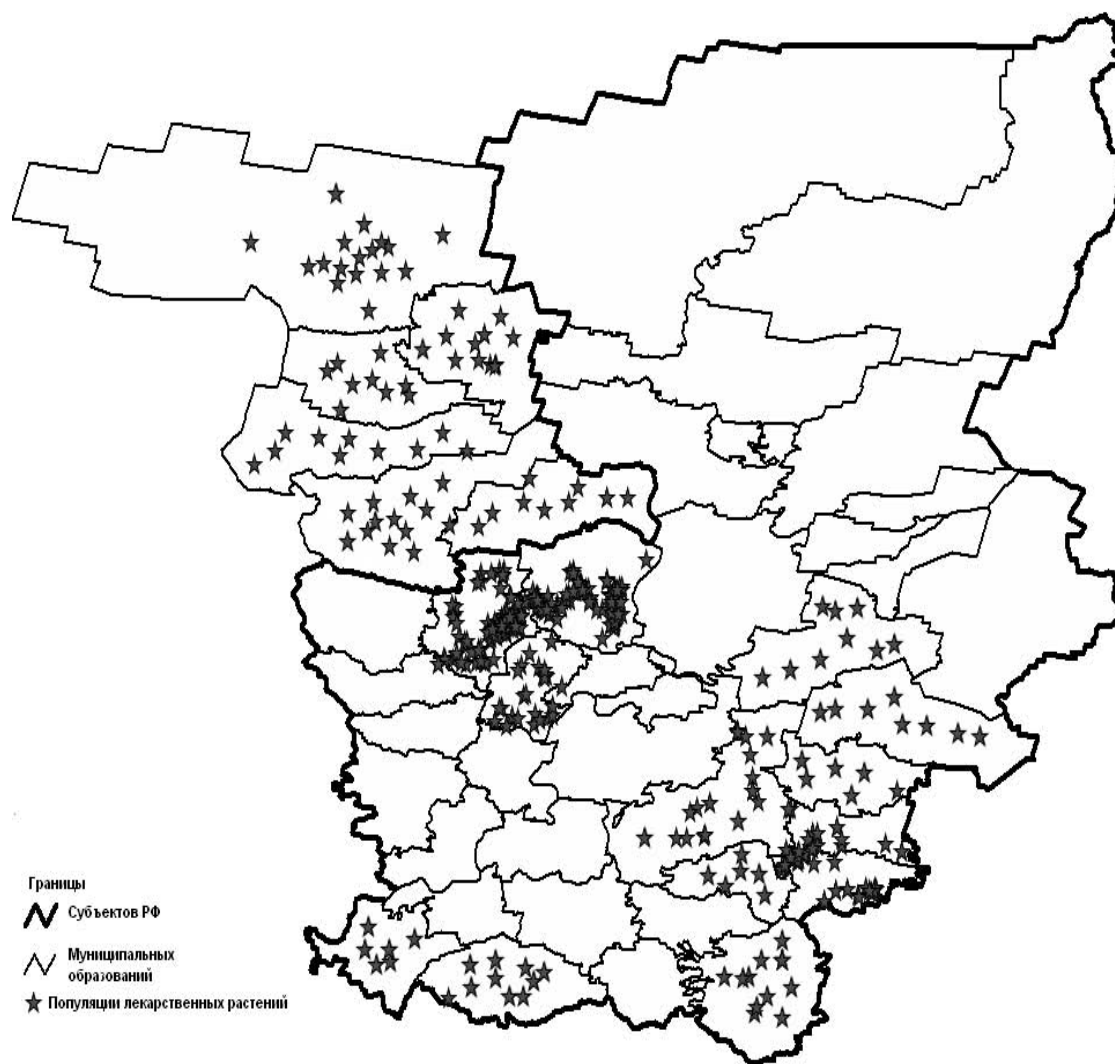


Рис. 3. ГИС "Лекарственные растения" Пермского края. Современное состояние проблемы

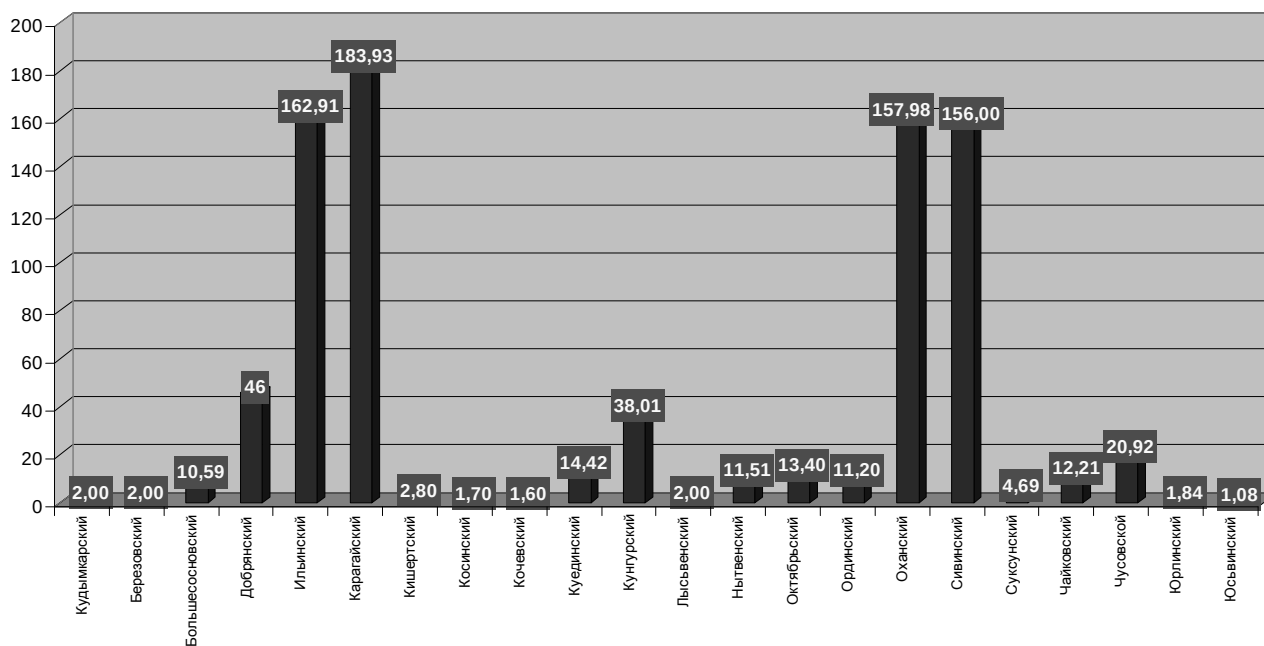


Рис. 4. Показатель сырьевой ценности района для душицы обыкновенной, у.е.

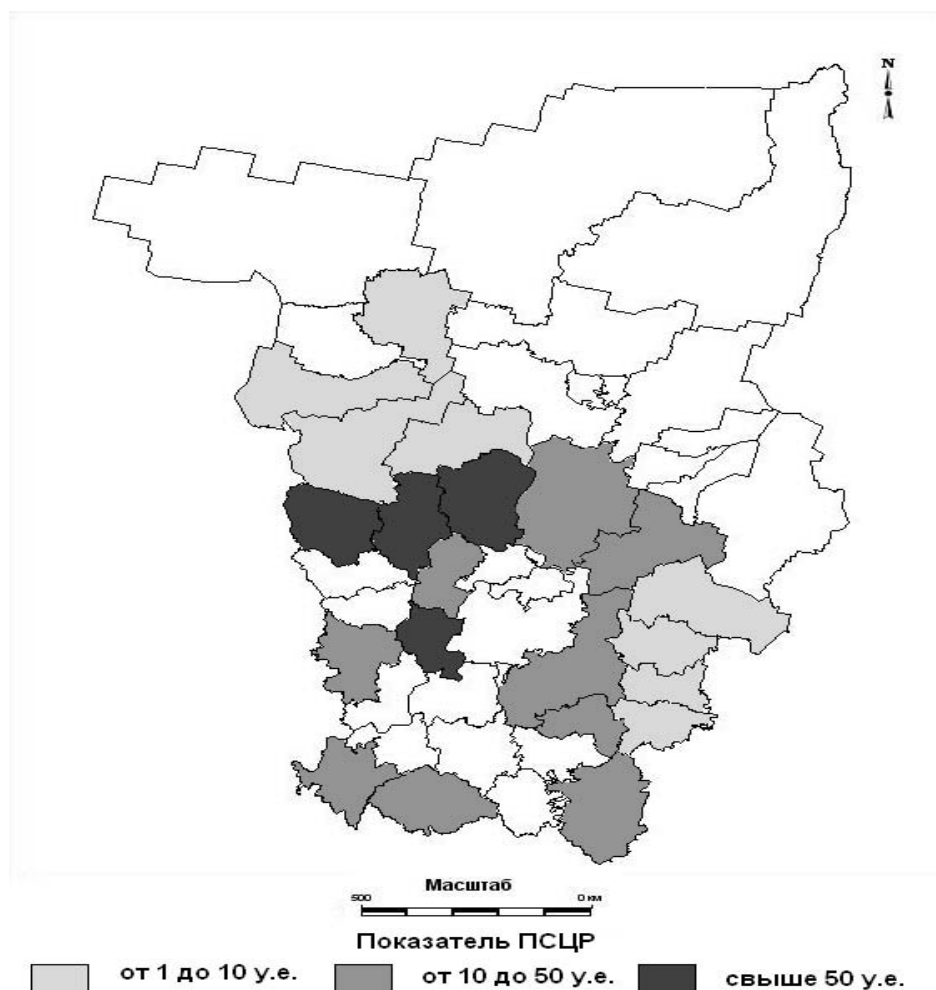


Рис. 5. Ранжирование исследованных районов по ПСЦР для душицы обыкновенной

Таким образом, специализация районов по ПСЦР показала, что наиболее перспективными для заготовки травы душицы являются Ильинский, Карагайский, Сивинский и Оханский районы Пермского края.

Предложенный алгоритм создания и работы геоинформационной системы на модели ряда растений Пермского края может быть использован для любых практически значимых растений, в том числе растений, подлежащих охране.

Разработанная нами ГИС является универсальным «программным продуктом», позволяющим работать не только в конкретном регионе, но и в любой точке земного шара, при наличии соответствующей топоосновы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Пермского края/ науч. ред. А.И. Шепель (официальное справочное издание)// Пермь: Книжный мир, 2008. – 256 с.
2. Турышев, А.Ю. Инновации в лекарственном ресурсоведении / Турышев А.Ю., Яковлев А.Б., Олешко Г.И., Сограина А.Н.// Вестник РУДН. Секция медицина. – Москва, 2010 - №4. – С. 475-478.
3. Турышев А.Ю. Методологические основы разработки ГИС "Лекарственные растения" / А.Ю. Турышев, А.Б. Яковлев, В.Ф. Левинова // Достижения и перспективы в области создания новых лекарственных средств: Материалы Российской научно-практической конференции, посвященной 70-летию ПГФА (27-28 ноября 2007 г., Пермь). – Пермь, 2007. – С. 465 – 468.
4. Турышев, А.Ю. Применение ГИС-технологий при кадастрировании популяций дикорастущих лекарственных растений / А.Ю. Турышев, А.Б. Яковлев, С.В. Пьянков // ИтерКарто/ИнтерГИС 16: Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт: Материалы Международной конференции, Ростов-на-Дону, Зальцбург 3-4 июля 2010. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. – С 300-305.
5. Турышев, А.Ю. Систематический анализ лекарственной флоры Пермского края / А.Ю. Турышев, А.Б. Яковлев, А.А. Устинова [и др.]// Вестник Пермской государственной фармацевтической академии №2.- 2007.- С. 292-297.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОКИНСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС

Шеховцов А.И., Алешина И.Н., Китов А.Д.
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
Иркутск, Россия
E-mail: ashekhov@irigs.irk.ru, kitov@irigs.irk.ru

LANDSCAPE-ECOLOGICAL MAPPING OF OKINSKY PLATEAU WITH APPLICATION GIS

Shekhovtsov A.I., Aleshina I.N., Kitov A.D.
V.B. Sochava Institute of Geography Siberian Branch of RAS
Irkutsk, Russia
E-mail: ashekhov@irigs.irk.ru, kitov@irigs.irk.ru

Abstract. Some specific features inherent to landscapes of the Okinskoye upland are considered from the perspective of the modern postglacial development, with emphasis on results from mapping the geosystems based on using remote sensing data and GIS technologies.

Окинское плоскогорье расположено на высоте 1600 м над уровнем моря и является водосбором для рек Восточного Саяна – Китой, Ока, Дибь, Иркут (рис. 1). Это территория с бескрайними просторами тундры и множеством озер. Окинское плоскогорье представляет уникальное сочетание нивально-гляциальных, гольцово-тундровых и лесных ландшафтов. Основными факторами, предопределившими столь высокую степень ландшафтного разнообразия, являются широтная зональность и высотная поясность, в основе которой лежит горный рельеф местности. Глубокие ущелья и узкие долины, остроконечные хребты с оголенными вершинами, отвесные скалы предопределили альпийский тип рельефа Восточного Саяна, где горные вершины поднимаются до отметок 3000-3500 м н. у. м. [Воскресенский, 1962; Михайлов, 1961]. В этом районе расположена самая высокая вершина Саян – Мунку-Сардык (Вечный гольц) 3491 м, около этой вершины и в районе пика Топографов сосредоточено основное оледенение Саянских гор, а озерный край тундровой долины р. Жохой называют Малым Тибетом. Как тектонически-активная вся территория изобилует горячими лечебными источниками [[http:// nature.baikal.ru](http://nature.baikal.ru)].



Рис. 1. Окинское плоскогорье в горной системе Восточного Саяна.
1, 2 – ключевые участки



Рис. 2. Вулкан Кропоткина

Окинское плоскогорье славится уникальным геоморфологическим образованием – обширное базальтовое плато – результат кайнозойского вулканизма. До настоящего времени в верховьях р. Жомболок (левый приток Оки) сохранились древние вулканические формы (12000 лет). Это вулкан Кропоткина (2080 м н. у. м.) (рис. 2), имеющий форму конуса диаметром 500 м и высотой 120 м с небольшим кратером на вершине. Около него расположен вулкан Старый, состоящий из трех слившихся конусов. Северо-восточнее вулкана Кропоткина на высоте 2030 м находится вулкан Перетолчина. Базальтовый шлаковый конус этого вулкана достигает 530 м в диаметре и 110 м в высоту, на его вершине также сохранился небольшой кратер. От упомянутых вулканов по долине р. Жомболок распространяется базальтовый лавовый поток длиной до 70 км. Мощность лав составляет 100-150 м, площадь – 120 км², а объем – 5 км³ [Воскресенский, 1962].

Климат этой части Саян резко континентальный, с большими колебаниями температур. Лето нежаркое, дождливое, особенно во второй половине июля, часты ливни с грозами. Снегопады и резкое колебание температур в горах возможны в любой месяц лета. В горах наблюдается вертикальная климатическая поясность. Период с положительными температурами длится с мая по сентябрь. Лето начинается в первых числах июня жаркой погодой и наступает быстро. Среднемесячная температура июня достигает – +18 градусов, при максимальной – +37 градусов. В то же время часты понижения температуры до +5 градусов, а в августе даже до 0 градусов.

Главный водораздельный хребет Восточного Саяна встает на пути господствующих западных ветров, что сказывается на климате и растительности. Здесь за год выпадает около 1200 мм осадков, в то время как по долинам рек Тисса, Сенцы и Бий-Хема – всего 400-430 мм.

Реки принадлежат бассейнам Ангары и Енисея. Наиболее крупными из них являются река Ока и ее притоки: Тисса, Сенца, Жомболок. Это довольно широкие, длинные и бурные реки. Речная сеть достаточно густая, что поддерживается многолетней мерзлотой. Воды в притоках крупных рек летом немного. Русла рек в широких долинах сильно меандрируют. В тех местах, где зимой располагаются наледи, реки разбиваются на рукава. Местами русла рек исчезают в мощной толще рыхлых отложений у подножия склонов. В период дождей реки реагируют очень быстро. Они переполняются водой – возникают бурные паводки. В этот период переправы через реки становятся очень сложными.

Котловины многочисленных озер имеют различное происхождение. Небольшие озера обычно имеют ледниковое происхождение и располагаются в ледниковых цирках. Они, как правило, имеют небольшую глубину и очень чистую, прозрачную воду. Самые крупные озера – Хара-Нур, Шутхулай-Нур, Дэдэ-Хухэ-Нур и Додо-Хухэ-Нур имеют смешанное ледниково-тектоническое происхождение и протягиваются порой по днищам долин на километры, и даже десятки километров [[http:// nature.baikal.ru](http://nature.baikal.ru)]. Незначительное количество зимних осадков в Ангарском бассейне сказывается на общей снежно-ледовой обстановке, основных рек в их среднем и нижнем течении. Все они, как правило, покрыты наледями.

В горах четко выражена высотная поясность. В регионе прослеживаются четыре зоны растительности: гольцовая, покрытая каменными россыпями, горно-таежная, в основном светлохвойная лиственничная тайга с подлеском из березы), болотно-луговая, хорошо развитая в днищах широких ледниковых долин и степная (в долинах рек Оки и нижнем течении Сенцы).

В горно-таежной зоне господствует лиственница. Тайга в основном редкая, низкорослая, тонкоствольная – сказывается близость многолетней мерзлоты и незначительная толщина почвенного покрова над скальными породами. Но в глубоких долинах лиственница достигает нормальных размеров. Вторая по степени распространенности древесная порода – кедр, который произрастает в хорошо прогреваемых горных долинах.

Почти повсеместна ольха, реже встречается береза. В глубоких речных долинах часто встречаются ель. В подлеске распространены многочисленные кустарники ивы, карликовая березка. Кустарник служит серьезным препятствием на маршруте.

Граница леса лежит на высоте 1600-1700 м, а березовый стланик достигает 2200 м. Выше растут лишь мхи и лишайники. Из ягод встречаются голубика, черника, черная и красная смородина, жимолость, малина. Много грибов. Иногда попадаются дикий лук и ревень.

В лесах обитают косули, горные бараны, лисицы, заяц, рысь, куница, соболь, белка, росомаха, медведь, изюбр, глухарь, тетерев, рябчик, кедровка. В реках водится выдра, а также хариус, таймень, ленок, щука, окунь, сиг, елец и язь.

Тропы пересекают Окинское плоскогорье в разных направлениях. Как правило, они проложены по долинам рек, в отдельных случаях высоко от реки. В тайге тропы глубоко выбиты (особенно вьючные) и хорошо заметны, на осыпях, болотах и горельниках они теряются.

Территория Окинского плоскогорья характеризуется высокой степенью ландшафтного разнообразия, обусловленной особенностями геоморфологического и геологического строения региона в сочетании с законами высотной зональности. На равнинных участках и в нижних частях пологих южных склонов хребтов, обрамляющих котловину широко развиты горно-степные ландшафтные комплексы. В долине Оки и по ее притокам узкими прирусловыми лентами встречаются тополевые и елово-тополевы геосистемы с хорошо развитым травяным ярусом из разнотравья и небольшим количеством мхов. Здесь же, в днищах долин широко распространены луговые и лугово-болотные комплексы [Ландшафты юга Восточной Сибири, 1977] и северо-западных склонах в их составе появляется кедр.

Горно-таежные еловые геосистемы на изучаемой территории развиты слабо и лишь изредка встречаются по долинам рек и на склонах северных экспозиций. Исключение составляет обширная территория по долине р. Оки и ее притока р. Жомболок, представляющая собой обширный лавовый поток базальтовых излияний, имевших место в неогене. Именно здесь, на фрагментарных, маломощных, до конца не сформированных почвах, с мощным мохово-лишайниковым покровом часто встречаются разреженные



Рис. 3. Выделы ландшафтов базальтовых лавовых потоков на космическом снимке

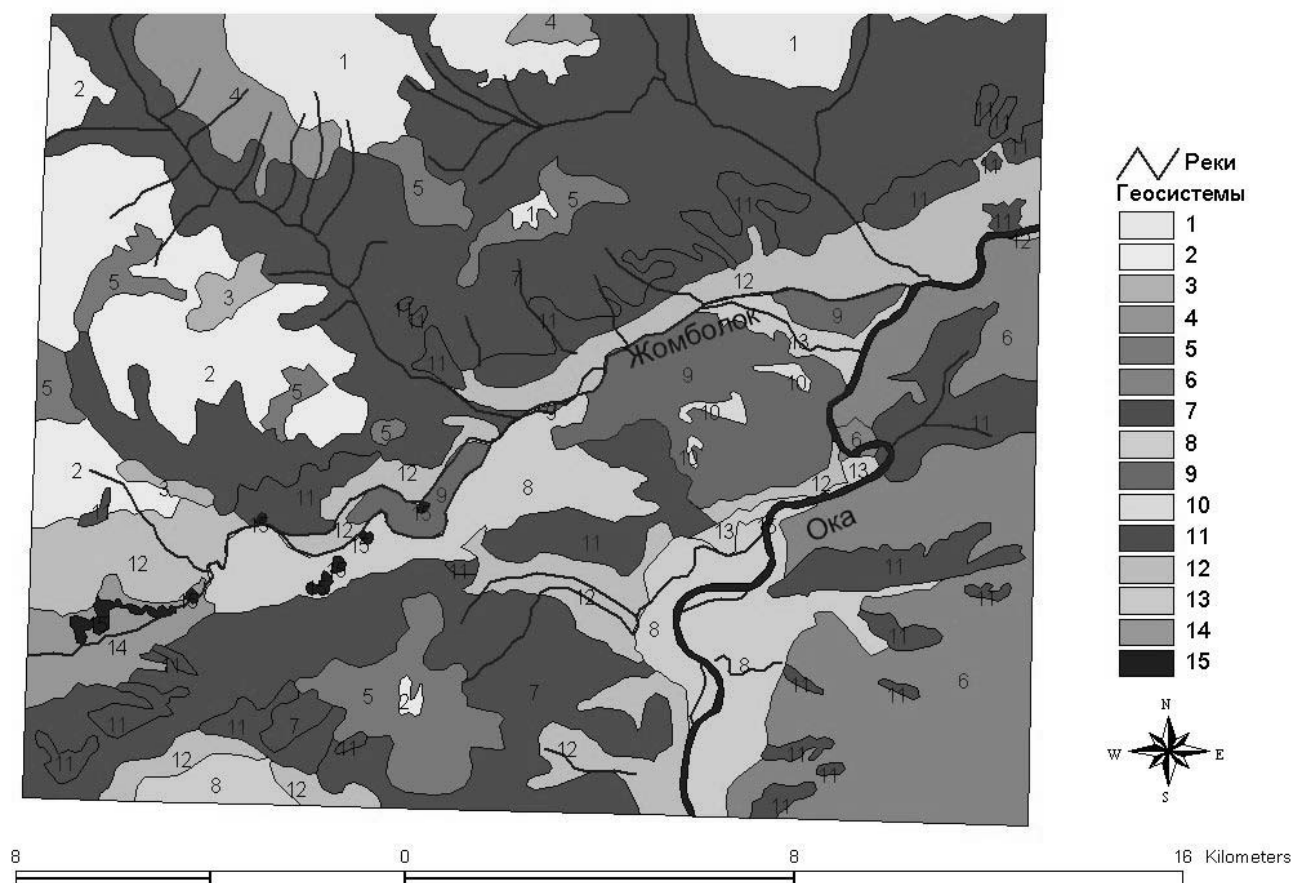


Рис. 4. Геосистемы междуречья Оки и Жомболока и его окрестностей

еловые леса с примесью березы и лиственницы. Ландшафты базальтовых лавовых потоков являются уникальным природным образованием, позволяющим наблюдать процесс их формирования в современных условиях. Изучение первичных растительных сукцессий разновозрастных лавовых потоков дает возможность отследить ход ландшафтообразования (рис. 3). Скорость зарастания лавовых плато зависит от ряда факторов: возраста лавового потока, его химического состава, типа его поверхности, микроклиматических условий и особенностей микрорельефа. В целом, для ландшафтов Жомболокского лавового потока характерно близкое соседство разновозрастных сукцессий, что объясняется наложением разновозрастных лав в пределах долины р. Жомболок.

В структуре высотной поясности геосистемы горно-таежного лесного пояса сменяется высокогорными гольцовыми и альпинотипными комплексами. Для гольцовых ландшафтов характерны пологие, хорошо дренируемые формы рельефа и преобладание в растительном покрове горных тундр. Альпинотипные ландшафты приурочены к альпинотипным формам рельефа (кары, трюги) с достаточно большой крутизной склонов и могут располагаться на склонах различной экспозиции. Как правило, это субальпийские и альпийские горные луга и пустоши в местах с избыточным увлажнением субстрата, хорошим дренажем на сравнительно хорошо развитых почвах.

На территорию Окинского плоскогорья проведено ландшафтно-экологическое картографирование двух ключевых участков (рис. 1), на которых были выполнены экспедиционные исследования, полевое дешифрирование космоснимков (рис. 4, 5).

Геосистемы:

Гольцовые альпинотипные – 1 – нивально-денудационные скальниковые склоновые, 2 – крутосклоновые скальные и обвально-осыпные с разреженным растительным покровом.

Гольцовые тундровые – 3 – склоновые осыпные с лишайниковым покровом.

Подгольцовые кустарниковые – 4 – склоновые с зарослями ивняков и высокотравными лужайками.

Подгольцовые лиственничные редколесные – 5 – выровненных поверхностей с редколесьями лиственницы.

Горно-таежные лиственничные оптимального развития – 6 – склоновые лиственничные со смешанным подлеском, 7 – склоновые лиственничные разнотравные.

Подгорно-подтаежные лиственничные – 8 – днищ котловин лиственничные с елью, разнотравные, 9 – елово-березово-лиственничные с мохово-лишайниковым покровом на базальтовых полях, 10 – мохово-лишайниковые на базальтовых плато.

Горно-степные – 11 – нижнесколновые остепненные, 12 – горно-степные днищ котловин.

Пойменные – 13 – тополевые и елово-тополевые разнотравные, 14 – днищ котловин луговые заболоченные.

Аквальные – 15 – реки, озера.

Обобщенные данные с карты приведены в таблице. Они показывают, что максимальную суммарную площадь занимают склоновые лиственничные разнотравные геосистемы, а минимальную – мохово-лишайниковые геосистемы на базальтовых плато.

Таблица 1. Обобщение данных ландшафтно-экологической карты

Геосистемы	Количество выделов	Суммарная площадь, м ²
1	3	21943216
2	4	25639181
3	2	2051088
4	2	8543529
5	7	15491251
6	5	38224662
7	3	113480987
8	4	26526311
9	4	16443022
10	3	830325
11	30	33102869
12	10	33389540
13	3	3250588
14	1	4908586
15	9	3636949

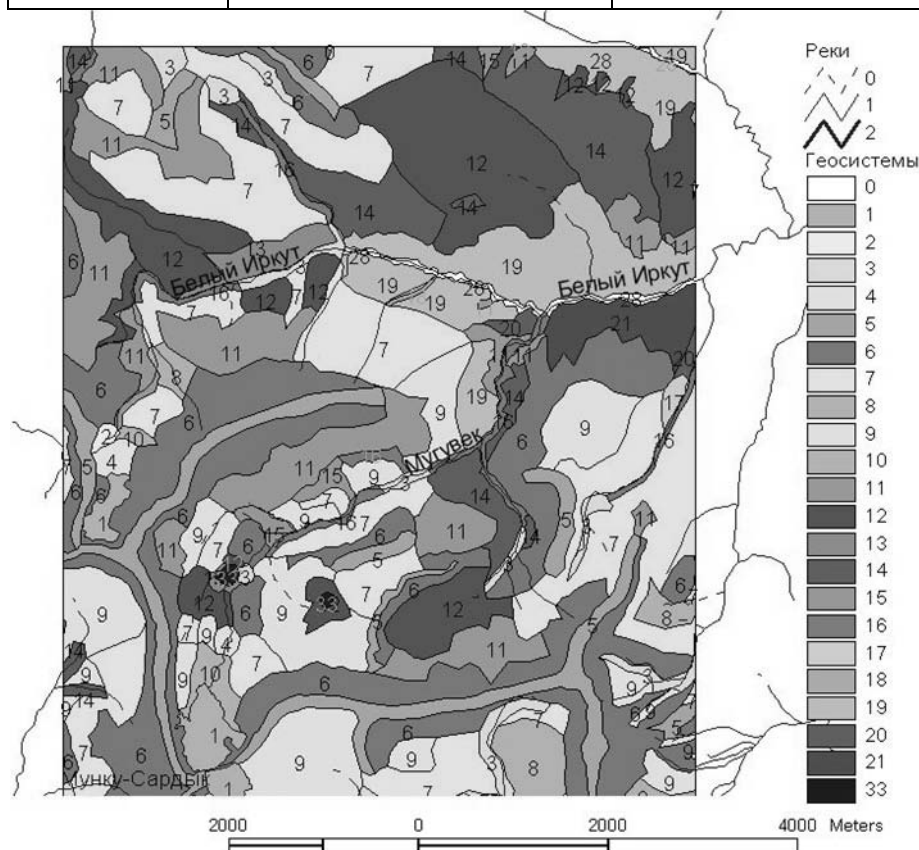


Рис. 5. Геосистемы горного массива Мунку-Сардык

А. СЕВЕРО-АЗИАТСКИЕ ГОЛЬЦОВЫЕ И ТАЕЖНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

I. Нивально-гляциальные Алтай-Саянские

1. Нивально-гляциальные с явлениями интенсивного гравитационного сноса (ледники);
2. Нивально-гляциальные умеренного гравитационного сноса (многолетние снежники);
3. Нивально-гляциальные выположенные овражного типа вдоль русел рек и устьевых участков притоков (наледь);
4. Нивально-гляциальные каменистые верховий троговых долин (каменные глетчеры);

II. Гольцовые и подгольцовые Восточносаянские*Гольцовые альпинотипные:*

5. Верхних частей хребтов, скалистых водоразделов (пики), перевальных комплексов иногда выположенных;
6. Скально-осыпных склонов с явлениями интенсивного гравитационного сноса с бедным или лишенным лишайникового покрова;
7. Денудационных склонов, умеренного гравитационного сноса с разреженным растительным покровом;
8. Щебнистых выположенных поверхностей;
9. Холмистые, древне-моренные, лишайниковые;
10. Крупноглыбовые современных морен преимущественно без растительного покрова;

Гольцовые субальпинотипные:

11. Крутых осыпных склонов с нивально-денудационными и интенсивными денудационными процессами (осыпи, лавины);
12. Выположенных каменистых склонов с разреженным растительным покровом;
13. Приозерные и прирусловые каменисто-луговые;

Гольцовые тундровые:

14. Выровненные лишайниковые с участками каменистых россыпей;
 15. Выположенные заболоченные;
 16. Овражно-русловые, ерниково-ивовые и разнотравные;
- Подгольцовые кустарничковые и листовеннично-редколесные:*
17. Выровненных травяно-моховых поверхностей и долин с зарослями ерников;
 18. Водосборных понижений, днищ троговых долин и склонов ерниковые кустарничково-лишайниковые с зарослями ив вдоль ручьев с отдельными низкорослыми листовенницами;
 19. Пологих ерниковых склонов с листовеннично-тундровым редколесьем лишайниковые с зарослями ив вдоль ручьев;

20. Кустарничково-травяных склонов с листовенничным редколесьем и ивовыми зарослями;
21. Склонов и водорозделов с травяным листовенничным редколесьем с караганой;

III. Горно-таежные Восточносаянские*Склоновые редуцированного развития:*

22. Крутых склонов редкостойные листовеннично-кедровые разнотравно-кустарничковые;
23. Склоновые средней крутизны листовеннично-кедровые разнотравно-кустарничковые;
24. Выровненных поверхностей и пологих склонов листовеннично-кедровые редкостойные кустарничково-зеленомошные с мелкотравьем;

Склоновые ограниченного развития:

25. Пологих склонов листовеннично-кедровые с ольхой, ивой кустарничково-зеленомошные;
26. Крутых склонов листовеннично-кедровые с березой кустарничково-разнотравные;
27. Выровненных поверхностей и пологих склонов листовеннично-кедровые с березой и осиной с травяным покровом;

Горно-таежные долинные:

28. Каменисто-галечниковых русел рек с зарослями ивы и тополя;
29. Пойменные елово-лиственнично-кедровых рододендроновых, карагановых;
30. Крутосклоновые листовеннично-кедровые зеленомошно-брусничные;
31. Сосново-березовые разнотравные;

IV. Горно-степные Центрально-Азиатские

32. Пологих остепненных склонов и террас древних морен (криофитные кобрезиевники);

V. Аквальные

33. Озерные (каровые);

VI. Антропогенно-преобразованные геосистемы

34. Селитебные;
35. Сельскохозяйственные, преимущественно пастбища и огороды;
36. Транспортные.

В работе использовалась следующая ГИС-технологическая схема:

1. Разработка ландшафтной структуры с использованием данных дистанционного зондирования, топокарт и по возможности лесоустроительных материалов и карт растительности.

2. Распознавание космоснимка, например Ландсат, с использованием выбранной типизации ландшафтов.
3. Уточнение на местности деталей типизации по космоснимку.
4. Векторизация космоснимка с заполнением базы данных согласно схеме типизации.
5. Построение ландшафтной карты по базе данных, построение цифровых моделей рельефа с совмещением дистанционных и ландшафтных данных.
6. Уточнение на местности полученных результатов.

С использованием ГИС-технологии по полученным картам удобно вести анализ полученной информации, оценить долю, площадь, тех или иных геосистем в структуре всей карты, построить цифровую модель местности и сопоставить с реальными ситуациями, рассчитать экспозиции, уклоны и т.п., что необходимо при оценке ландшафтов. ГИС упрощает работу по дизайну карты, подбору цветовых оттенков, процессу генерализации и уточнения.

Необходимо отметить, что, в связи с потеплением и аридизацией, наблюдается смещение границ геосистем: сокращаются нивально-гляциальные образования, расширяются остепненные участки, граница леса поднимается в тундровую зону, в этой зоне начали прорастать отдельные карликовые формы лиственницы. Сохраняется состояние геосистем образующих вторичные лиственные березово-осиновые леса. Однако ступенчатая геоморфологическая структура территории, особенно в высокогорье, препятствует смещению некоторых растительных сообществ в более высокие природные зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. – Изд-во МГУ, 1962. – 352 с.
2. Михайлов Н.И. Горы Южной Сибири. – М.: Изд-во «Географическая литература», 1961. – 238 с.
3. <http://nature.baikal.ru>
4. Ландшафты юга Восточной Сибири (карта м-ба 1:1 500 000). – М.: ГУГК, 1977.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ЛЕСА РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Куулар Х. Б.

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН

Кызыл, Россия

E-mail: kuular_kb@mail.ru

CLIMATIC CHANGES AND THE FOREST OF THE TUVA REPUBLIC

Kuular Kh.B.

Tuvian Institute of Complex Exploration of Nature Resources SB RAS

Kyzyl, Russia

E-mail: kuular_kb@mail.ru

Abstract. In the article the analysis of climatic field data is given for the detection of influence of temperature changes on the forests of the region. The result of processing of the data of the profile territory of the Massif Uyukskiy is presented. The analysis of spatial data helped to detect the growth of Siberian stone pine forests at the lower boundary (the height 190 meters). The changes of the temperature are the reason for more frequent fires. The duration of flammable period grew also.

Данные наблюдений по всем континентам и большинству океанов свидетельствуют о том, что многие естественные системы испытывают влияние региональных изменений климата, особенно увеличения температуры. Существуют новые и более веские доказательства наблюдаемых последствий изменения климата для уникальных и уязвимых систем (такие как полярные и высокогорные биологические сообщества и экосистемы), при этом уровни неблагоприятных последствий возрастают при дальнейшем росте температур [МГЭИКБ, 2007].

В условиях изменяющегося климата наибольшим трансформациям подвержены бореальные леса Евразии и Северной Америки [Amber J. Soja et al., V.I. Kharuk, 2010]. Бореальные леса Республики Тыва вызывают интерес в последние годы из-за самого южного расположения в горах Южной Сибири. Переходный характер от центрально-азиатских пустынь до сибирской тайги определяет преобладание двух типов растительности: горных лесов и степей. И их распределения отчетливо зависят от рельефа и контраста климатических условий.

Особенности бореальных лесов региона также зависят от следующих факторов: короткий вегетационный период (~ 165 дней), низкая среднегодовая температура (-5.1°C), зимняя температура

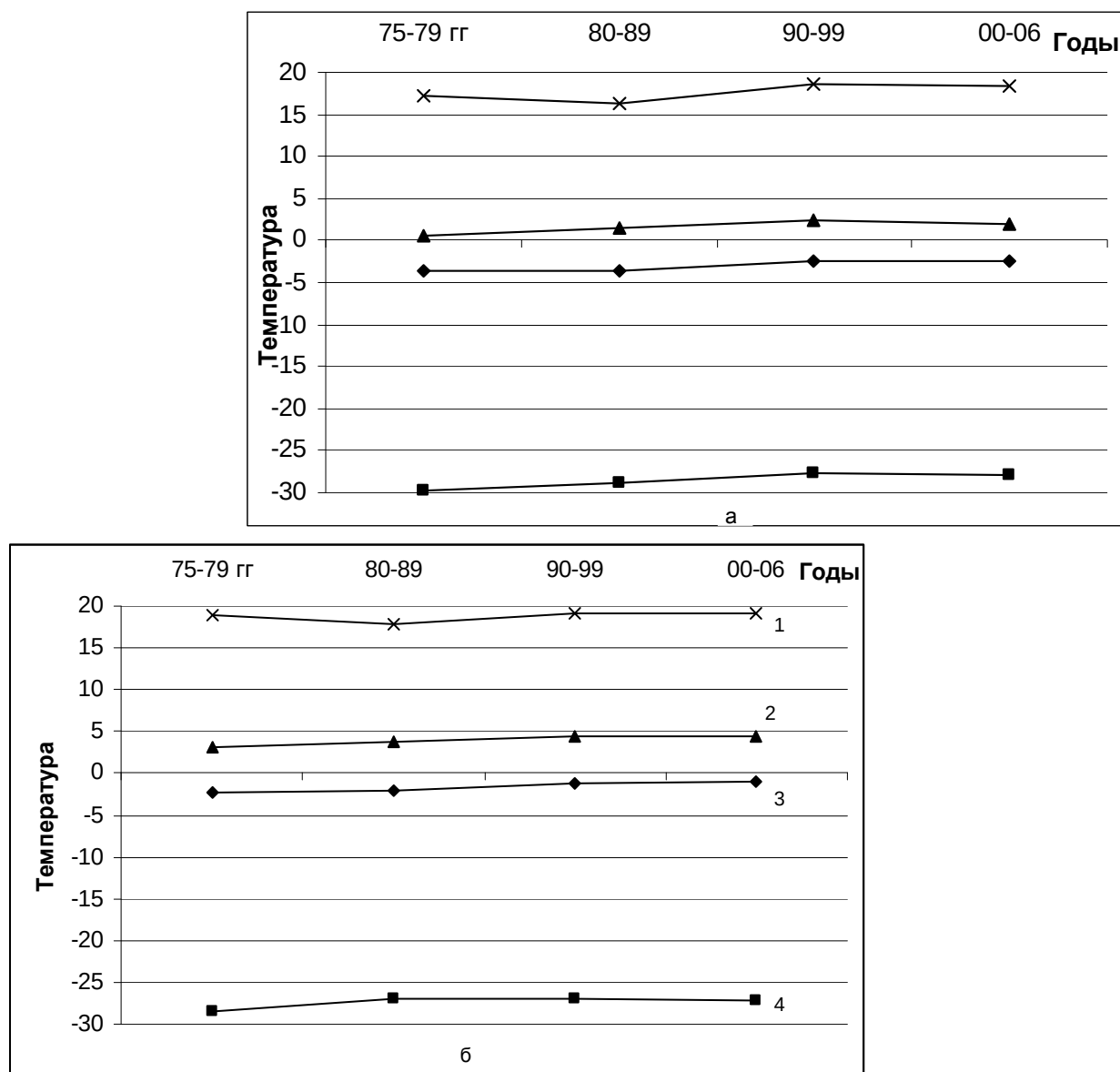


Рис.1. Средние температуры метеостанций Туран (а) и Чадан (б) в период 1975–2006 гг.

1 – среднеиюльская, 2 – среднеапрельская, 3 – среднегодовая, 4 – среднеянварская температура

Таблица 1. Средние температуры по данным метеостанций Туран и Чадан в период 1975–79 и 2000–2006 гг.

метеостанция Туран (сев.часть региона)				
годы	ср.год.Т	ср.январ.Т	ср.апр.Т	ср.июль.Т
1975-79	-3;64	-29;74	0;62	17;2
2000-06	-2;42	-28;0	1;9	18;3
метеостанция Чадан (южн.часть региона)				
1975-79	-2;2	-28;5	3;2	18;9
2000-06	-0;9	-27;2	4;4	19;1

достигает -50°C , а летняя $\sim 35^{\circ}\text{C}$, осадки в пределах 150–550 мм. Такие особенные условия определили своеобразие горных лесов, где переплетены тундра и степь.

Согласно по данным Гидрометеостанции Республики Тыва зафиксированы в регионе следующие изменения. Среднегодовая температура последнего десятилетия повысилась на $1,86^{\circ}\text{C}$ по сравнению с 60-ыми годами. По данным метеостанции Туран (северная часть региона) в 60-ые годы среднегодовая температура была $-4,8^{\circ}\text{C}$, с 2000 г. по 2006 г. среднегодовая температура составила $-2,4^{\circ}\text{C}$. Т.е. среднегодовая температура выросла на $2,4^{\circ}\text{C}$, среднеапрельская температура — $2,9^{\circ}\text{C}$, среднеянварская температура — $3,7^{\circ}\text{C}$, среднеиюльская температура — $0,6^{\circ}\text{C}$ (рис. 1а). В период 1961–90 гг. средние осадки составили 309.9 мм, за 1977–2008 гг. — 319.9 мм [Андрейчик, 2005].

По данным метеостанции Чадан в период 1975–1979 гг. среднегодовая температура была $-2,2^{\circ}\text{C}$, а 2000 по 2006 г. среднегодовая температура составила $-0,9^{\circ}\text{C}$. Средняя температура выросла с 1975 г. на $3,1^{\circ}\text{C}$, среднеапрельская температура — $1,2^{\circ}\text{C}$, среднеянварская температура — $1,3^{\circ}\text{C}$, среднеиюльская температура — $0,2^{\circ}\text{C}$ (рис.1б). В период 1975–90 гг. в осадки составляли 203.1 мм, за 1977–2008 гг. — 235.6 мм.

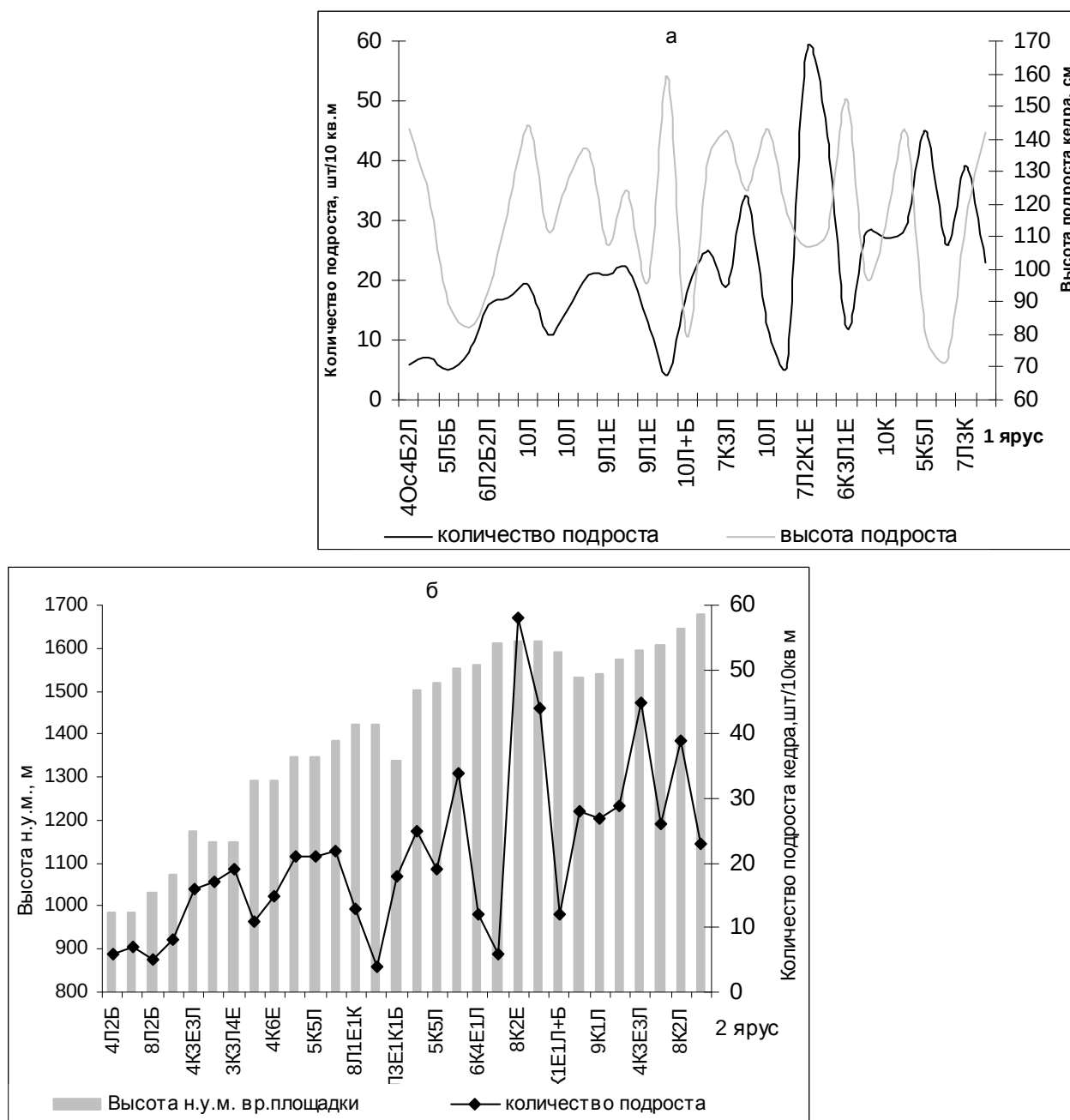


Рис.2. Количество и высота подроста кедр в зависимости от типа леса (а) и от высоты местопроизрастания (б) по полевым данным 2005–2010 гг. хр. Уюкский

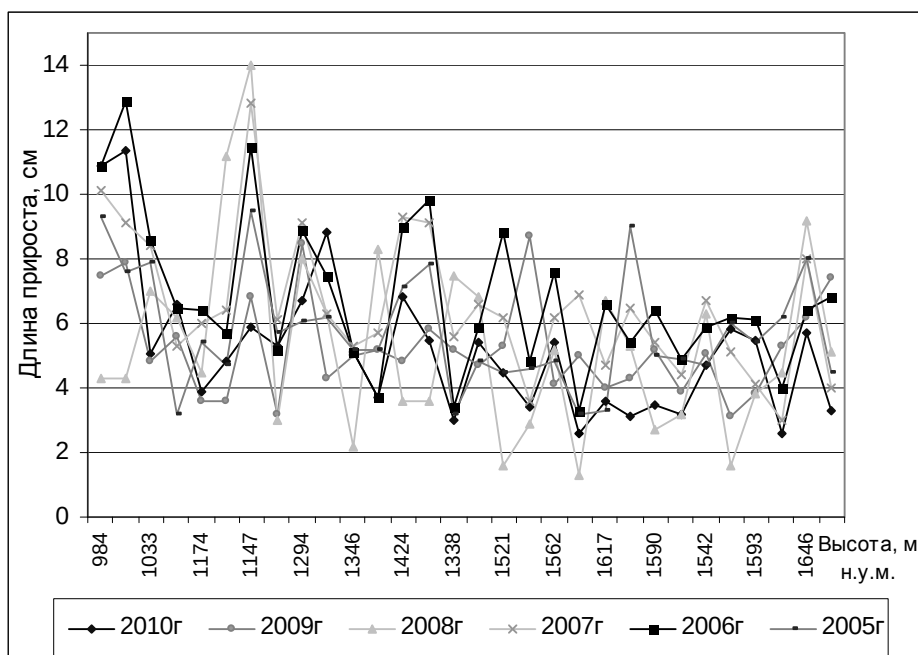


Рис.3. Прирост подростка кедров в зависимости от высоты местопроизрастания

Период с 1995 по 2006 гг. также оказались самыми теплыми в регионе, как и везде. Среднегодовая температура на северной части региона за этот период стала $-2,3^{\circ}\text{C}$, на южной части — $-0,9^{\circ}\text{C}$. Если сравнить данные на двух метеостанциях с 1975 по 2006 гг., то повышение среднегодовой температуры на северной части региона на $1,26^{\circ}\text{C}$, на южной части — $3,1^{\circ}\text{C}$ (табл.1).

Температурные изменения находят отражение в растительности и все больше проявляются в лесных экосистемах. Контрастный горный рельеф с узкими высотно-поясными комплексами особенно чувствительными к изменениям климата.

Кедр сибирский занимает почти половину покрытой лесом площади региона и играет главную климаторегулирующую функцию. Ранее нами были анализированы космоснимки NOAA/AVHRR, и на снимках площади кедровников оказались больше, чем на карте-схеме лесов (1992 г.) [Amber J. Soja et al].

В настоящее время проводим наземные наблюдения за подростом кедров на профильном участке хребта Уюкский (северная часть региона), как индикатора на региональном уровне отражающего изменения. Полевая работа проводится на разных высотных уровнях (800–1680 м н.у.м.), где сосредоточены широкий спектр разных типов лесорастительных условий. Вдоль трансект заложены временные площадки (ВП) по 4–8 с размером 10х10 м в каждом высотном интервале на различных склонах и экспозициях. На каждой площадке были измерены высота, возраст, прирост и количество подростов, что несет важную информацию о динамике кедров сибирского [Куулар и др., 2011]. В результате анализа обобщенных натурных данных построены графики количества и высота подростов кедров в зависимости от высоты местопроизрастания и от типа леса (рис.2).

Из рисунка 2а видно, что достаточное количество подростов кедров в исследуемом профильном участке подтверждает, что кедр сибирский хорошо возобновляется. Средний возраст подростов в пределах ВП 15–20 лет, средняя высота подростов 118 см. Появлению и росту подростов кедров под пологом светохвойных лесов содействует достаточное увлажнение почвы из-за потепления климата. Подрост начинается с высоты 984 м н.у.м, кедр в составе 2 яруса 4КЗЕЗЛ на высоте 1174 м н.у.м., смещение подростов кедров составляет 190 м от 2 яруса (рис.2б). Малое количество подростов в средней части хребта 1200–1300 м н.у.м. (в среднем 16 шт./10кв м) на ВП объясняется отклонением от привычных экологических условий произрастания кедров. До высоты 1300 м н.у.м. среднее количество подростов составляет 15,6 шт./10кв.м связано об установлении лучших условий для развития подростов кедров.

Данные годичного линейного прироста подростов кедров показывает, что хороший линейный прирост подростов (9–14 см) отмечается также на нижней границе 980–1200 м н.у.м., на 1200–1400 м н.у.м. прирост колеблется от 3 до 9,8 см, 1400–1680 м н.у.м. прирост средний прирост 5,3 см. С возрастанием высоты местопроизрастания подростов кедров линейный прирост уменьшается (рис.3) [Куулар, Дробушевская, 2011]. Отрицательные моменты потепления климата зафиксированы в пределах 1300–1680 м н.у.м. во влажных экспозициях (восточные, северные, северо-восточные), где бореальный лес не успевает адаптироваться к новым условиям увлажнения, что приводит к их залишаиванию и угнетению.

Кроме этого, с увеличением весенних температур количество пожаров участились, пожароопасный период увеличился, первые пожары стали возникать в конце марта и в начале апреля. На территории

профильного участка в период 1996 – 2010 гг. из 106 пожаров 72 возникли весной (март-май), 25 пожаров — летом, 9 — осенью. Высоко опасными являются май (38,7 %), апрель (28,3%), затем июнь (13,2%) месяцы. Увеличение количества пожаров, вызванное климатическими изменениями, может привести к обострению экологических последствий в горах Южной Сибири [Куулар, Пономарев, 2011].

Таким образом, в лиственничных лесах кедровый подрост имеет преимущество в динамике роста за период исследования. И возраст подроста кедра совпадает с началом температурных изменений со сдвигами местами до 190 м. Светлохвойные леса относятся к потенциальным кедровым лесам. Большие различия состояний подроста кедра на разных высотах, по количеству и по приросту благонадежного подроста кедра, что объясняется изменением климатических условий (температуры и осадков).

Сегодня развитие методологии мониторинга лесов с целью выработки стратегий лесов предполагает в качестве обязательной компоненты использование геоинформационных систем (ГИС). Полевые данные (2005–2011 гг.), архивные и различные картографические материалы в ГИС-пакетах преобразуются в векторные информационные покрытия. ГИС служат эффективным инструментом многофакторного анализа, пространственного моделирования и прогнозирования устойчивости бореальных лесов к возмущающим факторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчик М.Ф. Загрязнение атмосферы, почв и вод Республики Тыва. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2005. – 400 с.
2. МГЭИКБ 2007: Изменение климата, 2007 г: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Пачаури, Р.К., Райзингер, А., и основная группа авторов (ред.)]. МГЭИК, Швейцария, 104 стр.
3. Куулар Х.Б., Назимова Д.И., Федотова Е.В. Использование данных NOAA/ AVHRR для изучения растительного покрова РТ // Исследования Земли из космоса. – 2005. – № 2. – с. 54–60.
4. Куулар Х.Б., Дробушевская О.В. Подрост кедра сибирского горных лесов Республики Тыва // Сборник материалов II международной конференции “Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование (REECC—2011)”. – Красноярск, 2011. – с. 207–209.
5. Куулар Х.Б., Пономарев Е.И. Пожары растительности в Республике Тыва // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8, № 1, – с.111–117.
6. Amber J. Soja & Nadezda M. Tchebakova & Nancy H.F. French & Michael D. Flannigan & Herman H. Shugart & Brian J. Stocks & Anatoly I. Sukhinin, E.I. Parfenova & F. Stuart Chapin III & Paul W. Stackhouse Jr. Climate-induced boreal forest change: Predictions versus current observations/www.elsevier.com/locate/gloplacha
7. V.I. Kharuk, K.J. Ranson, S.T. Im, A.S. Vdovin. Spatial distribution and temporal dynamics of high-elevation forest stands in southern Siberia // Global Ecology and Biogeography. – 2010, № 19, – P. 822–830.

GIS - TECHNOLOGIES IN THE ANALYSIS OF MAMMAL RANGES IN RESERVES OF PRIMORSKY KRAY, RUSSIAN FAR EAST

*Voloshina I.V., Myslenkov A.I.
Federal State Institution Lazovsky Natural Reserve
Lazo, Russia*

Introduction of GIS-technologies began in the Sikhote-Alinsky Reserve from 1994 and in Lazovsky Reserve since 2004. Creation of a plenty of layers of maps has allowed to digitize observations on different mammal species which were earlier kept as diaries or cards. 79 species proceeding databases on mammals total amount of 33920 records for Lazovsky Reserve were prepared already. 29 species proceeding databases for Sikhote-Alinsky Reserve were created. The historical analysis of distribution of 30 mammal species for 60 years of existence of Lazovsky Reserve was carried out. Comparison of distribution maps for three rare species: Sika deer, Amur goral and Larga seal is carried out. For two reserves changes of their ranges are showed. GIS - technologies have allowed to trace ranges of relative species of one genus and to demonstrate the replacement of one species by another or reductions of ranges. It is shown by the example of Red and Sika deer, Brown and Himalayan bears. For rare species Whales and Chiroptera the maps of sightings which are on territory or water area not all the year-round are created. Besides, there are GPS-coordinates of count routes to that the most observations on animals in the reserve are attached are put also. Thus, GIS Maps allow the ordering of the long-term data which has been saved up in the

Reserves, to analyze the spatial distribution of different species during long-term period, and to monitor a pulsation of species ranges.

ГИС - ТЕХНОЛОГИИ В АНАЛИЗЕ АРЕАЛОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗАПОВЕДНИКАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ, РОССИЙСКИЙ ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

*Волошина И.В., Мысленков А.И.
ФГУ «Лазовский заповедник им. Л.Г. Капанова»
Лазо, Россия*

Использование ГИС-технологий началось в Сихотэ-Алинском заповеднике с 1994, а в Лазовском – с 2004 года. Создание большого количества слоёв карт позволило оцифровывать наблюдения за разными видами млекопитающих, которые ранее хранились в виде дневников наблюдений или карточек. К настоящему времени подготовлено 79 видовых продолжающихся баз данных по млекопитающим Лазовского заповедника общим объёмом 33920 строк. Создано 29 видовых продолжающихся баз данных для Сихотэ-Алинского заповедника. Проведен исторический анализ распространения 30 видов млекопитающих за 60 лет существования Лазовского. Проведено сравнение карт распространения для трёх редких видов: пятнистого оленя, амурского горала и тюленя ларга для двух заповедников и отслежены изменения их ареалов. ГИС-технологии позволили также путём наложения ареалов близких видов одного рода отследить вытеснения одного вида другим или редукции ареалов. Это показано на примере благородного и пятнистого оленей, бурого и гималайского медведей. Для редких видов китообразных и рукокрылых, которые бывают на территории или акватории не круглогодично, созданы карты встреч. Кроме того, на карты нанесены также GPS-координаты троп маршрутных учётов, к которым привязывается большинство наблюдений за животными в заповеднике. Таким образом, ГИС-карты позволяют упорядочить многолетний материал, накопленный в заповедниках, провести анализ распространения видов за длительный период и отследить пульсацию ареалов изучаемых видов.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

*Вахнин М.Г.
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
Сыктывкар, Россия*

GEOINFORMATION TECHNOLOGY AS AN INSTRUMENT FOR ESTIMATION OF GEOPHYSICAL STUDY OF THE TIMAN-PECHORA OIL PROVINCE

*Vakhnin M.G.
Comi Institute of Geology SC UB RAS
Syktyvkar, Russia*

Abstract. To increase the efficiency of reconnaissance research GIS was used. Using GIS allows optimizing the work with large massifs of data. The description of this GIS is given in the article, including cartographic components.

Одной из богатых углеводородными ресурсами территорий России является Тимано-Печорская нефтегазоносной провинции, где выявлено значительное количество крупных нефтяных и газовых месторождений. Однако выявленный ресурсный потенциал составляет лишь порядка 30% всех начальных суммарных ресурсов. Для повышения эффективности поисковых работ была использована геоинформационная система, так как при анализе информации приходится обрабатывать большие объёмы геологической информации.

Геоинформационная система состоит из нескольких блоков:

- система сбора данных, в которой происходит сбор и предварительная обработка данных из различных источников;

- блок хранения и выборки данных, организующий пространственные и атрибутивные данные с целью их выборки, обновления и редактирования;
- блок анализа данных, состоит из набора программ для анализа атрибутивной и пространственной информации;
- вывод полученных результатов в виде карт, табличных данных, диаграмм.

Геоинформационная система реализована на базе продукта ArcGIS 9.3 и включает в себя следующие карты:

- Обзорная карта. Соответствует масштабу 1:1000000. Характеризует общие представления о геологическом и тектоническом строении региона с созданной инфраструктурой. На карте показано тектоническое районирование, изученность региональными сейсмоработами, месторождения, разделенные по типу добываемого сырья, участки в различных стадиях геологического изучения, освоения и выставляемые на конкурс;
- Тектоническое и нефтегазогеологическое районирование. Основой для нефтегазогеологического районирования служит принятое для данного региона его тектоническое районирование. Основными элементами районирования Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции являются нефтегазоносная область, нефтегазоносный район;
- Структурные карты. С помощью изолиний и абсолютных отметок карты воссоздают глубинную и покровную структуру поверхности пластов, выявляют морфологию и типы тектонических форм. Соответствуют масштабу 1:500 000 (масштаб фиксирует детальность построения карты).
- Карта перспективных объектов, общий фонд которых более 1000 структур;
- Карта изученности сейсморазведочными работами и бурением;
- Данные дистанционного зондирования (мозаика космических снимков Landsat-7 и др.).

Функциональные возможности созданной геоинформационной системы позволяют решать задачи сбора, организации и представления данных по геофизической изученности территории, выбору наиболее перспективных участков на поиск месторождений углеводородов, контроль за использованием выделенных участков на поиск, разведку и разработку углеводородов.

АТЛАС ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АРЕАЛОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Парфенова Е.И., Чебакова Н.М., Бляхарчук Т.А.

Институт леса СО РАН

660036 Красноярск, Академгородок; E-mail: lyeti@ksc.krasn.ru

Институт мониторинга климатических и экологических систем

Томск; E-mail: tarun5@rambler.ru

Россия

ATLAS OF THE POTENTIAL MAJOR FOREST TREE SPECIES OF CENTRAL SIBERIA

Parfenova E.I., Chebakova N.M., Blyakharchuk T.A.

Institute of Forest SB RAS

660036 Krasnoyarsk, Akademgorodok; E-mail: lyeti@ksc.krasn.ru

Institute of Monitoring of Climatological and Ecological Systems

Tomsk, E-mail: tarun5@rambler.ru

Russia

Abstract. The aim of this work is to create electronic maps of potential distribution of the main tree species in Central Siberia. The climatic parameters were determined and that made possible to model the distribution of the main forest-forming species habitats in Central Siberia and the conjugation with the soil map was also made. During the research we used different methods including regression analysis and GIS technologies.

Целью настоящей работы являлось построить электронные карты потенциального распространения основных лесобразующих пород Средней Сибири, основываясь на распределении экологических параметров, определяющих их существование на изучаемой территории. Для этого прежде всего было необходимо определить климатические параметры ареалов основных лесобразующих пород Средней Сибири, что давало возможность для моделирования их распределения в настоящем и будущем с учетом прогноза изменений климата до конца текущего века. Также сопряжением с почвенной картой были получены зависимости распределения основных лесобразующих пород от параметров эдафо-литогенной составляющей. В ходе выполнения работы использовались: методы ординаций, позволяющие определить

климаареалы существования и оптимума основных эдификаторов и субэдификаторов лесов Средней Сибири; методы регрессионного анализа, позволяющие связать состав и продуктивность лесов с климатическими параметрами; геоинформационные технологии для систематизации разнородной информации и визуализации полученных результатов.