

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГИС-центр ПГНИУ

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Выпуск 9

Сборник научных трудов



Пермь 2016

УДК 55:004.78(470.53)
ББК 26.3
Г357

Геоинформационное обеспечение пространственного
Г357 развития Пермского края: сб. науч. тр. / Перм. гос. нац.
исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – Вып. 9. – 146 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-2817-9 (вып. 9)
ISBN 978-5-7944-1203-1

Сборник содержит доклады участников IX межрегиональной научно-практической конференции «Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края».

Адресован специалистам, использующим современные геоинформационные технологии при решении задач пространственного развития территорий, а также аспирантам и студентам, изучающим естественно-научные дисциплины.

УДК 55:004.78(470.53)
ББК 26.3

*Печатается по решению кафедры картографии и геоинформатики
Пермского государственного национального исследовательского университета*

ISBN 978-5-7944-2817-9(вып. 9)
ISBN 978-5-7944-1203-1

© ПГНИУ, 2016

Оглавление

Абдуллин Р.К., Перминов С.И.

Разработка региональной атласной информационной системы опасных гидрометеорологических явлений (на примере Пермского края).....6

Вавилова Г.С., Алёшин М.А.

Применение геоинформационных систем для определения уровня почвенного плодородия и проведения агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий.....15

Жданова М.В., Поморцева А.А.

Оценка грозовой деятельности в Пермском крае по данным метеорологического радиолокатора и грозопеленгатора20

Занозин В.В., Бармин А.Н., Занозин В.В.

Создание Веб-ГИС для демонстрации природного ландшафта дельты реки Волги.....25

Идрисов И.Р., Костыгин В.А.

Комплексная оценка экологической ситуации при проведении инженерно-экологических изысканий30

Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В.

Возможность применения модели WRF для прогноза возникновения и эволюции мезомасштабных конвективных систем на Урале36

Касанова К.О., Поморцева А.А.

Условия образования и развития конвективных систем со шквалами по данным «Метеоячейка» и синоптическим бюллетеням.....41

Кедров А.В. , Тарасов А.В.

Классификация лесной растительности методом нейронных сетей.....45

Киселева Е.С.

Геоинформационное картографирование народов Пермского края52

Нечаева Н.А., Поморцева А.А.

Условия формирования снежного покрова в Пермском крае зимой 2015-2016 гг.55

Перминов С.И.

Оптимизация процедуры каталогизации спутниковых данных с помощью языка Python58

Перевощикова О.А., Калинин В.Г.

Формирование пространственной неоднородности гидрофизических процессов на камских водохранилищах под влиянием морфометрических особенностей62

Пищальникова Е.В., Калинин Н.А., Ветров А.Л., Шихов А.Н., Связов Е.М., Быков А.В.

Особенности прогноза сильного и очень сильного снегопада на Урале с использованием модели WRF70

Плотников К. В., Пьянков С. В.

Трехмерное картографирование историко-культурных объектов «старой» Чердыни75

Пономарчук А.И., Чечушков Г.Д.

Опыт эксплуатации ИАС «Лесной диспетчер Пермского края»81

Пошивайло Я.Г., Лесневский Ю.Ю., Андрюхина Ю.Н.

Разработка условных знаков для серии тактильных карт субъектов Российской Федерации90

Сергеева О.С., Громцева А.А.

Создание геоинформационной системы особо охраняемых природных территорий для целей туризма96

Тарасов А.В.

Использование ArcGIS Network Analyst при решении транспортных задач на примере АО Соликамскбумпром 101

Тарасов А.В.

Разработка алгоритмов пересчета характеристик рассчитанным по данным технологии воздушно-лазерного сканирования к показателям, используемым в лесном хозяйстве России..... 108

Тимофеев К.Д., Осин И.В.

Геоинформационная система ParmaGIS для учета лесных ресурсов111

Шабанов В.М.

Использование ГИС-технологий для целей геокодирования и установления пространственно-временной структуры данных дорожно-транспортных происшествий..... 116

Шихов А.Н., Пелевина Н.С.

Особенности пожароопасного периода 2016 г. в Пермском крае 122

Шихов А.Н., Перминов С.И.

Создание веб-картографического сервиса

«Смерчи в лесной зоне России» 129

Эркина А.В., Поморцева А.А.

Исследование изменения характеристик конвективных систем в процессе их

эволюции 135

Янкелевич С.С., Алтын Б.Ж.

Формальное описание картографических процессов для

автоматизированного создания карт в среде ГИС неподготовленным

пользователями 137

УДК 528.94

Разработка региональной атласной информационной системы опасных гидрометеорологических явлений (на примере Пермского края)

Р.К. Абдуллин, С.И. Перминов

В данной работе рассматриваются особенности разработки структуры региональной атласной информационной системы (АИС), посвященной опасным гидрометеорологическим явлениям. Предложена и описана типовая аппаратно-программная структура такой АИС, а также логическая структура картографической базы данных, которая является его информационной основой.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления, атласная информационная система, картографический Веб-сервис, картографическая база данных, геоинформационное картографирование.

Опасные гидрометеорологические явления (ОГМЯ) зачастую являются причиной возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера, как в России, так и во всем мире. Данная проблема проявляется на различных пространственных масштабах, включая региональный [4]. В этой связи актуальным остается вопрос изучения пространственно-временного распределения опасных явлений на региональном уровне. Большое значение в решении данного вопроса имеет использование современных геоинформационных технологий.

В Пермском крае накоплен значительный массив разнородной пространственной и непозиционной информации об опасных гидрометеорологических явлениях, которая нуждается в систематизации, интеграции, а также в организации удобного для пользователя доступа и представления. В результате этого возникла необходимость тематического продукта, способного решить данные проблемы. На наш взгляд, таким продуктом может стать атласная информационная система (АИС).

Обычно под АИС понимается информационная система, создаваемая для определенной территории или по определенной тематике, в которой для

©Абдуллин Р.К., Перминов С.И., 2016

Абдуллин Ринат Камилевич, аспирант кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; abdullin.rin@gmail.com

Перминов Сергей Игоревич, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; perminovsi@ya.ru

пользователей имеются дополнительные возможности по составлению картографических изображений, которые в т.ч. включают в себя моделирование, пространственный и статистический анализ.[2].

На территории Пермского края ведется разработка прототипа региональной АИС «Опасные гидрометеорологические явления Уральского Прикамья». Это проблемно-ориентированная система, интегрирующая и систематизирующая информацию об ОГМЯ, а также о связанных с ними режимных климатических и гидрологических характеристиках на территории региона с расширенными возможностями геовизуализации и пространственно-статистического анализа. Она создается для целей изучения, текущего мониторинга и прогнозирования, а также реанализа ОГМЯ, и как следствие поддержки принятия решений в области управления рисками ЧС природного характера. Стоит отметить, что АИС «ОГМЯ Уральского Прикамья» создается на основе бумажного Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья, изданного в 2016 г. [1]. В отличие от бумажного атласа АИС позволит с наименьшими затратами пополнять информацию об ОГМЯ, обновлять тематические карты и материалы, производить в интерактивном режиме анализ, имеющейся информации, а также организовать доступ большому числу пользователей.

В информационное обеспечение АИС (табл. 1) логично включить две составляющих. Во-первых, это данные, служащие топографической и базовой географической основой карт. Их основным источником являются топографические карты разных масштабов, от мелко- до крупномасштабных, а также данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) низкого и среднего пространственного разрешения. При отображении отдельных локальных случаев опасных явлений и связанного с ними ущерба могут использоваться высокодетальные снимки.

Таблица 1

Информационная основа картографической базы данных

Тип данных	Источник данных	Получаемые данные для КБД
Данные сети метеостанций и гидрологических постов.	«Метеорологические ежемесячники», «Гидрологические ежегодники», Интернет-ресурсы («Расписание погоды» - gr5.ru, «Погода и климат» - pogodaiklimat.ru), ГИС «Бассейн Воткинского водохранилища».	Данные о случаях ОГМЯ, зафиксированных наблюдательной сетью; режимные климатические характеристики.
Данные об ОГМЯ и нанесенном ими ущербе, полученные от очевидцев и СМИ.	Европейская база данных об опасных явлениях - ESWD (European Severe Weather Database) – eswd.eu.	Данные о случаях ОГМЯ и ущербе от них.
Данные об опасных явлениях, нанесших социальный и	База данных ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» - http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-	Данные о случаях ОГМЯ, нанесших ущерб.

экономический ущерб на территории России.	nanjosshie-ekonomicheskie-poteri.	
Данные об опасных конвективных явлениях.	Метеорологический радиолокатор (МРЛ) – meteorad.ru.	Данные об опасных конвективных явлениях.
Данные космического мониторинга (снимки SPOT-4/5/6, MODIS, Landsat-5/7/8).	Архивы ГИС-центра ПГНИУ, ИТЦ «СканЭкс», открытых Интернет-каталогов Геологической службы США и NASA.	Данные об ущербе от отдельных случаев ОГМЯ (контуры ветровалов, зон затопления и др.)
Детальные цифровые модели рельефа, топографические карты населенных пунктов, результаты моделирования зон возможного затопления, фотоматериалы.	Фондовые материалы ГИС-центра ПГНИУ.	Построение карт зон возможного затопления населенных пунктов; формирование блока непространственной информации.
Данные реанализа NCEP/NCAR, CFSv2 и GDAS.	Открытые сервисы Национального управления океанических и атмосферных исследований США - NOAA.	Восстановленные поля метеорологических величин.
Результаты счета мезомасштабной численной модели атмосферы WRF/ARW (по отдельным случаям опасных явлений).	Сервер ГИС-центра ПГНИУ.	Восстановленные поля метеорологических величин.
Тематическая база данных опасных явлений погоды в Пермском крае (1990 – 2015 гг.)	http://map.psu.ru/search.aspx	Формирование части блока непространственной информации.
Цифровые векторные карты масштабов 1:1 000 000, М 1:200 000.	Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии.	Формирование базового набора пространственных данных.
Мозаики космических снимков MODIS и Landsat.	Межрегиональный центр космического мониторинга Пермского края.	Формирование базового набора пространственных данных.

Вторым компонентом информационного обеспечения АИС ОГМЯ являются тематические данные, характеризующие объект исследования. В ходе наблюдений за ОГМЯ на разных пространственно-иерархических уровнях, включая региональный, формируются большие объемы информации, которые могут быть использованы для изучения их пространственно-временного распределения и наполнения АИС. Массив данных об ОГМЯ формируется из нескольких источников, различающихся

критериями и подходами к формированию данных, продолжительностью наблюдений, а также пространственным и временным разрешением, поэтому они не всегда сопоставимы друг с другом. Известны несколько разного рода источников данных об ОГМЯ, которые могут послужить основой информационного обеспечения региональной АИС ОГМЯ. Например, для Пермского края такие источники данных представлены в табл. 1.

Как известно, в ГИС и геоинформационном картографировании пользователи рассматривают реальный мир через призму тематической базы данных [3]. На основе информационного обеспечения (табл. 1) формируется картографическая база данных (КБД) ОГМЯ, которая является необходимой составляющей АИС, поскольку решает ряд важных задач. К ним относятся: удобная систематизация, интеграция и хранение информации об ОГМЯ с целью исследования закономерностей их пространственно-временного распределения; информационное обеспечение геоинформационного картографирования на основе имеющихся данных.

Логическая структура КБД (рис. 1) традиционно включает в себя взаимосвязанные пространственные и непозиционные данные. Непозиционные данные представляют собой описательную информацию: таблицы, графики, фотоматериалы, данные реанализа и др. Пространственная составляющая обычно разбивается на базовый и тематический блоки. Внутри тематического блока можно выделить блок модельных данных, включающий в себя результаты математико-картографического моделирования явлений. Также тематический блок можно подразделять на несколько частей (тематических разделов) в зависимости от характера исследуемого явления и тематического содержания КБД. Пространственная информация в базе данных обычно представлена преимущественно в векторных и растровых форматах. Кроме того, при картографировании пространственные данные представляются в разных масштабах в зависимости от особенностей отображаемых опасных явлений и их последствий.

Базовый блок содержит векторные и растровые данные, которые будут составлять географическую основу картографических материалов АИС. Для получения векторных данных используются топографические карты масштаба 1:1000000 и 1:200000. Растровые данные содержат данные ДЗЗ низкого и среднего разрешения, представленные в виде мозаик MODIS и Landsat. Также на основе векторных данных построена цифровая модель рельефа (ЦМР) территории со свето-теневой отмывкой. Также при необходимости в КБД можно включить информацию о растительном покрове территории, как в векторном виде из топографических карт, так и в растровом в виде продукта обработки данных дистанционного зондирования Земли. Представление информации базового блока основано на технологиях мультимасштабного картографирования.

Тематический блок, в составе которого выделен **блок модельных данных**, содержит векторные и растровые данные, которые сгруппированы в несколько тематических разделов. Один из разделов представлен картами, характеризующими климатический (термический, ветровой, режим

выпадения осадков) и гидрологический, включая ледовый, режим территории. В другой раздел, описываемого блока, входят карты, описывающие пространственно-временное распределение ОГМЯ по территории, путем отображения их повторяемости и интенсивности. Следующий тематический раздел данного блока, который связан с режимными характеристиками ОГМЯ, представлен синтетическими картами и геоизображениями, которые дают интегральную характеристику подверженности территорий региона воздействию разных видов ОГМЯ.

Еще одной составляющей тематического блока является информация о возможных негативных последствиях воздействия ОГМЯ. Во-первых, она представлена крупномасштабными картами возможных зон затопления населенных пунктов при прохождении весенних половодий разной обеспеченности, на основе математико-картографического моделирования. Во-вторых, в данный тематический раздел включена информация о влиянии ОГМЯ на хозяйство региона, в частности лесные ресурсы и сельскохозяйственное производство, она представлена данными о лесных пожарах и ветровалах с оценкой подверженных их влиянию площадей, а также данными о последствиях наблюдавшихся засух.

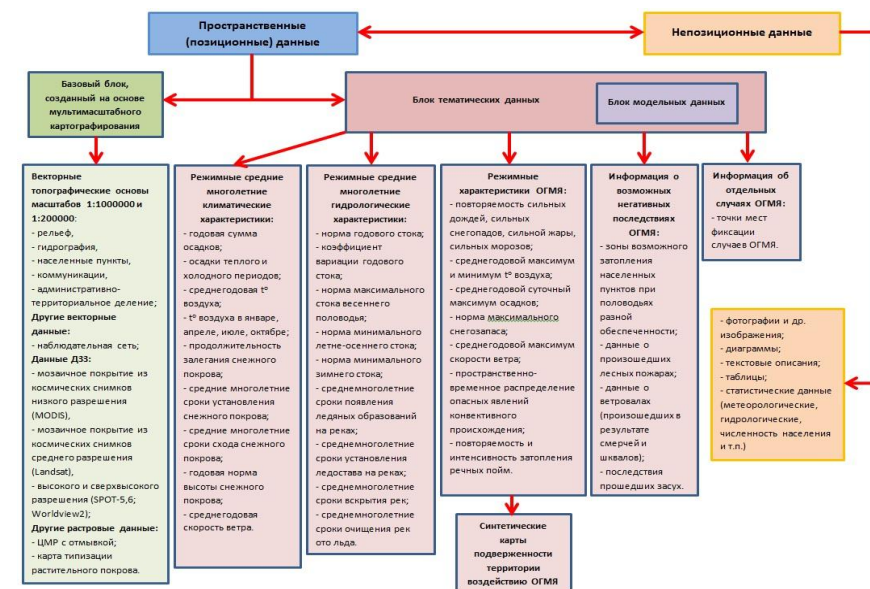


Рис. 1. Логическая схема картографической базы данных

И, наконец, заключительный раздел тематического блока представлен информацией об отдельных случаях ОГМЯ в виде точечного слоя. Опасные явления обычно фиксируются наблюдательной сетью, но некоторые случаи ОЯ, большей частью локального распространения, пропускаются сетью наблюдений и фиксируются на основе данных об ущербе и по данным ДЗЗ.

При идентификации пункта фиксации явления отображается список опасных явлений, произошедших в данном месте. Запись о каждом ОЯ включает в себя информацию о типе явления, его дате, продолжительности, интенсивности. Также, в зависимости от типа опасного явления, будет предоставляться дополнительный набор пространственной информации о явлении. Например, для сильных морозов это данные о минимальной температуре по метеостанциям, поле температуры земной поверхности по данным MODIS, данные синоптического положения, а также космический снимок MODIS. Для конвективных явлений – данные по температуре верхней границы облачности и космические снимки MODIS.

Аппаратно-программная структура АИС. Учитывая преимущества современных Веб-технологий в области картографии, а именно быстрый обмен разнородной пространственной информацией, открытие одновременного доступа к ней большому числу пользователей, одновременное быстрое обновление данных, наличие большого числа готовых средств и программных решений и ряд других, целесообразно организовать АИС ОГМЯ в виде картографического Веб-сервиса.

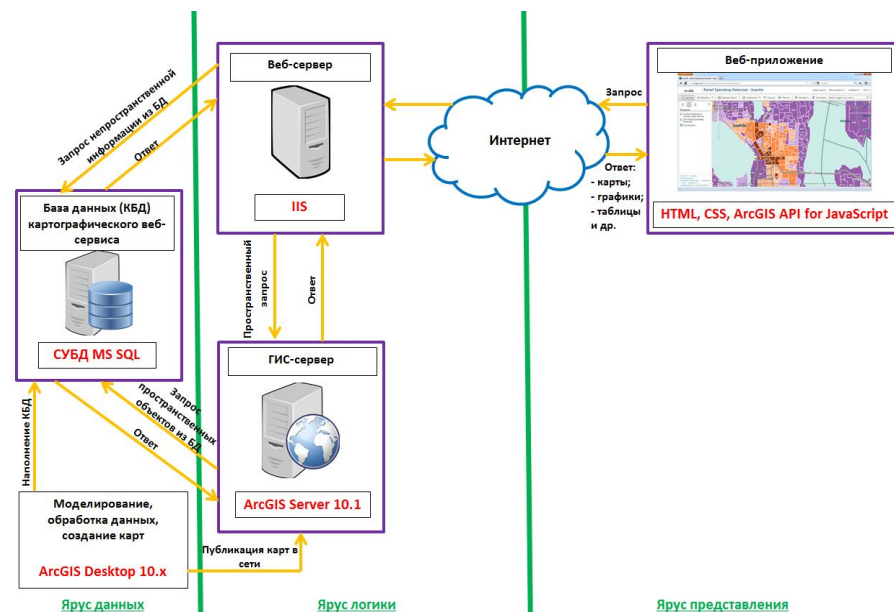


Рис. 2. Аппаратно-программная структура АИС «ОГМЯ Уральского Прикамья»

Аппаратно-программная структура (рис. 2) картографических Веб-сервисов традиционно строится на основе архитектуры «клиент-сервер», типичной для обычных Веб-приложений, но с добавлением компонентов ГИС, и содержит три логических яруса: данных, логики и представления. При этом ярус данных включает в себя базу данных, в которой хранится как

позиционная, так и непозиционная информация. Ярус логики представлен Веб-сервером, который обеспечивает связь между пользователем и КБД путем приема и передачи запросов от пользователя к базе данных и ответов в обратном направлении посредством протокола HTTP. На Веб-сервере установлен ГИС-сервер, необходимый для публикации пространственных данных в сети, а также принятия и обработки запросов к ним. Ярус представления включает в себя клиентское Веб-приложение, предоставляющее пользователю интерфейс для доступа к данным в окне Веб-браузера.

Картографический Веб-сервис. В настоящее время ведется разработка прототипа клиентского Веб-приложения в виде картографического Веб-сервиса (рис. 3). Программное обеспечение и технологии, используемые при его разработке, представлены на рис. 2. Язык разметки HTML5 позволяет формировать структуру Веб-сервиса и его пользовательского интерфейса. При помощи каскадных таблиц стилей (Cascading Style Sheets) CSS3 настраивается его внешний вид – Веб-дизайн приложения, а интерактивность сервиса обеспечивают JS библиотеки ArcGIS API for JavaScript 3.17 и Dojo 1.10.4.

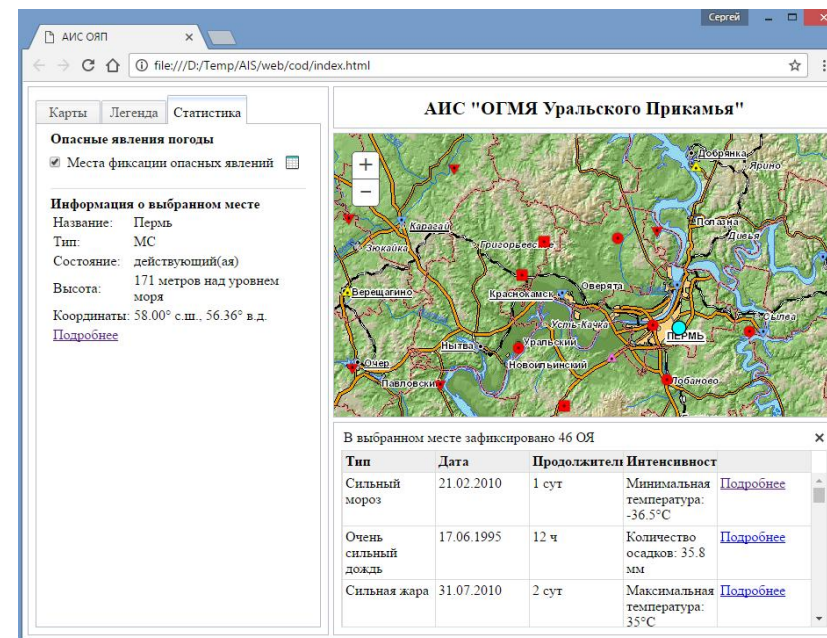


Рис. 3. Прототип картографического Веб-сервиса АИС «ОГМЯ Уральского Прикамья»

Информационный контекст приложения обеспечивает базовая карта. На ней в границах Пермского края показано его административно-территориальное деление, населенные пункты, железные и автодороги,

объекты гидрографии и рельеф суши. Поскольку базовая карта будет редко обновляться, она была кэширована сервером ArcGIS Server в разных масштабах от 1:250 000 до 1:3 000 000, то есть сервером заранее отрисованы и сохранены изображения карт заданных масштабных уровней, чтобы потом их можно было быстро визуализировать, просто передавая эти изображения клиенту.

Поверх базовой карты пользователи могут просматривать карты режимных климатических характеристик и режимных характеристик опасных явлений, перечисленные на рис. 1. Каждая из этих карт сопровождается индивидуальной легендой, в которой разъясняются используемые на ней условные обозначения. Кроме того, на сервисе отображаются места фиксации опасных явлений. Пользователь может выбрать любое из этих мест и получить список зафиксированных там опасных явлений с 1990 по 2015 гг. Данный функционал сервиса реализован путем подключения к тематической базе данных опасных явлений погоды в Пермском крае (<http://map.psu.ru/search.aspx>) [5]. Помимо этого, по каждому из мест фиксации выводится общая информация (название/положение, тип, координаты и т.п.), а для действующих метеостанций можно также узнать дополнительные сведения, например, абсолютные максимумы и минимумы температур, когда-либо зафиксированные там.

Описанные возможности является лишь первым шагом в ходе реализации региональной АИС «Опасные гидрометеорологические явления Уральского Прикамья». В настоящее время выполняются работы, направленные на увеличение как функциональных возможности сервиса, так и его информационного наполнения.

Заключение

Картографическая база данных об ОГМЯ, а также создаваемая на ее основе АИС регионального уровня - продукты, позволяющие эффективно собирать, хранить, обрабатывать и распространять систематизированную и интегрированную информацию по данной тематике.

Реализация АИС «ОГМЯ Уральского Прикамья» будет иметь существенное практическое значение для региона. Во-первых, он может использоваться для комплексной оценки территориального риска ЧС природного характера на различных пространственных масштабах. Во-вторых, такой продукт может быть интегрирован с системой поддержки принятия решений на региональном уровне и в перспективе может стать основой для нее. В настоящее время в России не существует опыта создания АИС для пространственно-временного анализа и картографирования ОГМЯ. Внедрение современных технологий в региональную систему мониторинга опасных гидрометеорологических явлений необходимо для уменьшения ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера. В настоящее время эта проблема стоит весьма остро: с одной стороны, интенсивное развитие методов и технологий космического дистанционного зондирования, ГИС-технологий, численных моделей прогноза погоды позволило достичь значительного прогресса в области повышения надежности прогнозов

опасных гидрометеорологических явлений. С другой стороны, эти достижения крайне медленно внедряются на региональном уровне (в том числе и в Пермском крае).

Кроме того, АИС ОГМЯ может рассматриваться как типовое решение, которое может быть реализовано в любых регионах со сходными природно-климатическими условиями.

Библиографический список

1. *Атлас опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья* / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов, Р.К. Абдуллин. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. 116 с.
2. *Баженова Е.А. Информационная атласная система социальной тематики южного федерального округа РФ: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2009. 25 с.*
3. *Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: КДУ, 2008. 424 с.*
4. *Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. 296 с.*
5. *Шихов А.Н., Быков А.В. База данных об опасных и неблагоприятных явлениях погоды в Пермском крае как региональный аналог ESWD // Географический вестник. 2014. №4(31). С. 102-109.*

R.K. Abdullin, S.I. Peminov

Development of web mapping service hydrometeorological hazards on the example of Perm region

This paper discusses features of development of regional structure atlas information system, dedicated to hydrometeorological hazards. Proposed and described the typical hardware and software structure of this Atlas Information System as well as the logical structure of cartographic database, which is its informational basis.

Key words: hydrometeorological hazards, atlas information system, web mapping service, cartographic database, GIS mapping.

Abdullin R.K., postgraduate of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; abdullin.rin@gmail.com

Perminov S.I., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; perminovsi@ya.ru

Применение геоинформационных систем для определения уровня почвенного плодородия и проведения агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий

Г.С. Вавилова, М.А. Алёшин

Агрохимическое обследование и разработку мероприятий по повышению плодородия почвы, рационально проводить с использованием системы глобального позиционирования и программы MapInfo. Установление уровня плодородия почвы и показателей его слагающих, для вновь осваиваемых и заброшенных сельскохозяйственных угодий целесообразно проводить при помощи инструментов и технологий дистанционного зондирования.

Ключевые слова: мониторинг, плодородие почвы, геоинформационные системы, цифровые карты, программа MapInfo.

Введение

В России, самой большой по площади стране, среди всех государств мира, не так уж много плодородных земель. По данным Почвенного института им. В.В. Докучаева, около 75% земельных ресурсов находится в пределах холодного пояса и мало обеспеченных теплом горных территорий, и только 1% земель характеризуется сочетанием достаточной теплообеспеченности с удовлетворительным увлажнением. На этих, весьма ограниченных для ведения сельского хозяйства пространствах часто наблюдаются деградационные процессы – водная и ветровая эрозии, заболачивание, вторичное засоление и осолонцевание, опустынивание, потеря гумуса и питательных веществ, загрязнение тяжёлыми металлами и радионуклидами и т.д. Всё это, конечно, сказывается на плодородии наших земель [1].

Изучение почвенного покрова по материалам дистанционного зондирования в нашей стране проводилось с середины прошлого века. На первых этапах, для которых характерно преобладание панхроматической аэрофотосъёмки, проводилось контурное картографирование ареалов преобладающих почвенных разностей с последующим установлением их

таксономической принадлежности методами почвенной съёмки. В 60-е годы XX века развивается спектрзональное направление в аэрофотосъёмке; вырабатываются основы дистанционной спектрометрии почв и растительности [2].

Современное состояние дистанционных методов мониторинга почвенного покрова характеризуется развитием средств цифрового анализа, интеграцией с ГИС-технологиями, формированием полей с открытыми источниками данных. Все это позволяет проводить комплексирование информации с выработкой новых критериев и признаков, характеризующих состояние почвенного покрова [3].

Более подробно с данным подходом и системой оценки студенты ФГБОУ ВО Пермская ГСХА направления подготовки «Агрохимия и агропочвоведение» могут познакомиться в рамках учебной практики по агрохимии, которая ежегодно проводится на территории одного из сельскохозяйственных предприятий края. В 2016 году в качестве объекта изучения и проведения мероприятий по оценке уровня почвенного плодородия (агрохимического картирования) были выбрано несколько участков в Ильинском районе Пермского края, приобретенных в собственность индивидуальным предпринимателем Валеевым Р.Р. для последующего сельскохозяйственного использования.

Основной целью работы – было установление уровня плодородия каждого из обследуемых участков с последующим определением очередности их введения в сельскохозяйственное использование. При этом учитывалось непосредственная потребность хозяйства в отдельных типах сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокос, пастбище) и их пространственное расположение.

Согласно поставленной цели, в задачи исследований входило:

- ознакомление с территорией выбранных участков, посредством материалов спутникового мониторинга;
- репрезентативный отбор почвенных образцов при помощи средств пространственного позиционирования;
- подготовка отобранных почвенных образцов к комплексному агрохимическому анализу и его непосредственное проведение, согласно ГОСТированных методик;
- сведение полученных результатов и их графическое отображение в виде картограмм при помощи программы MapInfo;
- составление практических рекомендаций для хозяйства.

Наиболее сложным моментом в рамках проведения агрохимического обследования на данной территории, явилось отсутствие результатов за предыдущие туры обследования, в виду их долгосрочного выведения из сельскохозяйственного оборота.

Методика и условия проведения исследований. Для проведения агрохимического обследования была использована картографическая основа в масштабе 1:10000 на основе спутниковых данных крупного разрешения. Для этого использовали данные спутникового мониторинга, размещенные на

©Вавилова Г.С., Алёшин М.А., 2016

Вавилова Галина Сергеевна, студентка 3-го курса Пермской государственной сельскохозяйственной академии им. Д.Н. Прянишникова; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23; vavilova.vavilova-galina@yandex.ru

Алёшин Матвей Алексеевич, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры агрохимии Пермской государственной сельскохозяйственной академии им. Д.Н. Прянишникова; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23; Matvei0704@mail.ru

сайте <https://yandex.ru/maps/>. После чего была проанализирована пространственная база данных с учетом границ полей и их характеристика на основе данных почвенной карты. Благодаря использованию современных средств пространственного позиционирования были выявлены значительные расхождения площадей полей между реальной электронной картой и картой землепользования, используемой в хозяйстве. Обработанная информация была нанесена на подготовленную электронную картографическую основу с нанесением границ отдельных элементарных участков.

Последующая работа по агрохимическому обследованию, включала отбор почвенных смешанных образцов с каждого элементарного участка площадью ≈ 8 га. Общая площадь обследуемой территории составила 1106 га, которая на сегодняшний день, в абсолютном большинстве своем, представлена сенокосами и пастбищами. В рамках каждого элементарного участка, в зависимости от его конфигурации и пространственного расположения, прокладывался маршрут посредством использования GPS-навигаторов. Каждый смешанный образец, состоял из 20-25 индивидуальных проб почвы, равномерно взятыми тростевым буром по всей протяженности маршрута на участке. Глубина отбора почвенных образцов составляла порядка 20 см, что на большей части элементарных участков соответствовало мощности гумусового слоя. Итогом работ на данном этапе, явился отбор 128 проб.

Лабораторные исследования почвенных образцов с определением основных физико-химических свойств, проводились в лаборатории кафедры агрохимии Пермской ГСХА по следующим методикам:

1. Определение величины обменной кислотности (pH_{KCl}) потенциометрическим методом по ГОСТу 26483-85. Проанализировано 256 образцов;

2. Определение содержания подвижных соединений фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по Кирсанову в модификации ЦИНАО с 0,2 Н соляной кислотой по ГОСТу 26207-91. Проанализировано 256 образцов.

3. Определение гидролитической кислотности (Нг) по Каппену (ГОСТ 26212-91). Проанализировано 34 образца.

4. Определение суммы поглощенных оснований (S) по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88). Проанализировано 34 образца.

5. Определение емкости катионного обмена (ЕКО) и степени насыщенности почв основаниями (V) произведено расчетным методом [4].

В последующем, каждый из представленных показателей, согласно используемой группировке, имел собственное цветовое и численное выражение на подготовленной картографической основе.

Результаты и их обсуждение. В результате проведения лабораторных исследований были получены данные об агрохимических и физико-химических свойствах почв обследованных потенциальных сельскохозяйственных угодий. На их основе, по согласованию заказчиком проводимых работ, были составлены соответствующие агрохимические картограммы обменной кислотности и содержания элементов минерального

питания (подвижного фосфора, обменного калия). Выбор данных показателей связан с тем, что именно их используют для первичной оценки уровня плодородия почвы, установления рациональности вовлечения отдельных участков в сельскохозяйственный оборот, а также при разработке плана химической мелиорации и применения удобрений.

Описанная процедура агрохимического обследования, на сегодняшний день, является единственным способом оценки уровня почвенного плодородия и элементов его слагающих на территории Пермского края.

В свою очередь, по мнению ряда отечественных и зарубежных исследователей, наиболее удобным, на сегодняшний день, было бы использование косвенных методов дистанционного зондирования для определения уровня потенциального и актуального почвенного плодородия с помощью современных ГИС-технологий, так как выездное картографирование в виду значительных временных, трудовых и материальных затрат не имеет широкой популярности и распространения среди производителей сельскохозяйственной продукции в отрасли растениеводства. Кроме этого, необходимо учитывать, что не каждую территорию можно откартировать вручную.

С учетом уровня современных технологий, дистанционное зондирование может предоставить нам более полную картину происходящего. Использование данных относительно почвенного покрова территории и фотоснимков, отражающих тип и характер растительности (структура и тон изображения, форма проекции и т.д.) на выбранном участке, в перспективе позволит судить об уровне развития естественной растительности на необрабатываемой территории, а также интенсивности и характере использования отдельных участков на пашне [5].

Одной из наиболее успешных на мировом рынке данных космических программ дистанционного зондирования является технология Landsat. Этот совместный проект крупнейших американских правительственных организаций призван обеспечивать потребителей спутниковой информацией среднего разрешения. Глобальный архив данных Landsat содержит покрытие практически всей поверхности Земли, в том числе и территория России, снята многократно. Съёмочная аппаратура Landsat предоставляет цифровые изображения земной поверхности с пространственным разрешением 30 м в мультиспектральном режиме [6].

С учетом перспективы внедрения дистанционных технологий для проведения зондирования и осуществления мониторинга уровня почвенного плодородия той или иной территории, необходимы данные прошлых лет, в том числе и данные, которые на сегодняшний день, считаются устаревшими, полученные посредством проведения агрохимических обследований с выездом специалистов на место. Данный материал необходим для обязательной процедуры полевой калибровки и наземной верификации результатов оценки уровня плодородия. Настройка основных параметров дистанционного зондирования, проводится на ключевых участках с использованием данных полевого обследования (почвенных разрезов и

смешанных агрохимических образцов) с учетом существующих градаций признаков, а также почвенной карты конкретного хозяйства или отдельной территории.

Потребность в актуальной информации, с учетом современных тенденций ведения сельского хозяйства, постоянно возрастает. Поэтому уже сейчас ученые отечественных исследовательских институтов ставят перед собой задачу: разработать новую методику оценки степени плодородия и деградированности почв на основе данных дистанционного зондирования и других инновационных методов, с помощью которых можно было бы достаточно оперативно, не слишком дорого и, главное, надёжно проинвентаризировать качество почвенного покрова по всей России. На сегодняшний день их порыв поддержан министерством образования и науки России через федеральную целевую программу. По словам специалистов, тестовый режим использования, полученные разработки пройдут в рамках проводимой всероссийской программы приватизации земельных участков.

Заключение

Современный уровень развития инструментов дистанционного зондирования и сельскохозяйственного производства, подразумевает наиболее интенсивное использование продуктов, полученных с использованием геоинформационных систем, что позволяет успешно использовать их для мониторинга на землях сельскохозяйственного использования.

Более широкий набор и подробное описание дешифровочных признаков, соотносимых с данными характеризующими отдельные показатели почвенного плодородия, позволит с помощью космоснимков детального пространственного разрешения, выделить не только элементы структурного почвенного и растительного покрова, но и отслеживать процессы, приводящие к изменению плодородия почв.

Библиографический список

1. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
2. Добрынин Д.В. Методы дистанционного зондирования в почвоведении и географии почв. Современное состояние вопроса // Роль почв в биосфере: Труды института почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и РАН. – М.: Изд. института почвоведения МГУ-РАН, 2003. с. 193-204.
3. Чащин А.Н. Компьютерное картографирование почв. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 142 с.
4. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 420 с.
5. Федотов Н.С. Фотограмметрическая обработка и дешифрирование аэрофотоснимков. – Ухта : УГТУ, 2015. – 34 с.
6. Савельев А.А. Оценка почвенного плодородия по данным дистанционного зондирования земли / А.А. Савельев, Б.Р. Григорьян, Д.В.

Добрынин и др. // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. – Казань: Изд-во Казанского ГУ, 2012. том 154, с. 174-186.

G.S. Vavilova, M.A. Aleshin

Using GIS to determine the level of soil fertility and the carrying out of agrochemical inspection of soils of agricultural lands

Agrochemical examination and development of measures to improve soil fertility, rational conduct with the use of the global positioning system and programs MapInfo. The establishment of the level of soil fertility and indicators of his composing, to newly developed and abandoned agricultural land is advantageously carried out using instruments and remote sensing technologies.

Key words: monitoring, soil fertility, geographic information systems, digital maps, MapInfo program.

Vavilova G.S., student of the 3th course of the Perm state agricultural academy of D.N. Pryanishnikov; 614990, Russia, Perm, Petropavlovskaya St. 23; vavilova.vavilova-galina@yandex.ru

Alyoshin M.A., candidate agricultural sciences, the associate professor of agrochemistry of the Perm state agricultural academy of D.N. Pryanishnikov; 614990, Russia, Perm, Petropavlovskaya st. 23; Matvei0704@mail.ru

УДК 551.515.6

Оценка грозовой деятельности в Пермском крае по данным метеорологического радиолокатора и грозопеленгатора

М.В. Жданова, А.А. Поморцева

Оценка грозовой деятельности в Пермском крае проводилась по данным дистанционных приборов: метеорологического радиолокатора и

©Жданова М.В., Поморцева А.А., 2016

Поморцева Анна Александровна, к.г.н., доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

Жданова Мария Васильевна, студентка 4 курса кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

гронопеленгатора. Было произведено сравнение обоих способов получения информации с данными метеостанций.

Ключевые слова: гроза, метеорологический радиолокатор, гронопеленгатор.

Для оценки методов определения местоположения гроз сравнивались данные, полученные по грозовому датчику Boltek LD – 350 (Storm Tracker – погодное программное обеспечение) и МРЛ-5 (АМРК «Метеоячейка») с данными метеостанций за 2013 г. В ходе работы использовались данные 11 станций: Пермь, Оханск, Оса, Верещагино, Добрянка (Чермоз), Лысьва, Губаха, Бисер, Кудымкар, Шамары, Ножовка.

Важно учесть тот факт, что в период с 5.06 по 7.06, 12.06 и с 20.06 по 22.06 гронопеленгатор находился в г. Пермь. В период с 18.07 по 30.07 в Суксунском районе с. Ключи. То есть, при сравнении данных, полученных в эти периоды, учитывалось местоположение гронопеленгатора (ГРП) по отношению к МРЛ.

Показания каждого из двух приборов сравнивались с метеорологическими явлениями, зафиксированными на станции и отмеченными в Таблицах метеорологических наблюдений. По данным станций учитывались следующие метеоявления: ливневые осадки и грозы различной интенсивности, молния без грома, гроза без осадков, град. Учитывался класс опасного явления (ОЯ), начало и конец периода времени, в течение которого ОЯ отмечалось на станции (ГМС).

При сравнении фактических метеоявлений с показаниями МРЛ определялись метеостанции, на территории которых отмечались явления от ливня слабого до града слабого. Учитывался последний срок из выбранного периода наблюдений (в зависимости от длительности ОЯ по данным ГМС) и соответствующий класс ОЯ.

В случае ГРП на картах визуально определялось примерное местоположение метеостанции относительно прибора и наличие разрядов на территории этой метеостанции или вблизи нее. Указывались сроки, совпадающие с выбранным периодом наблюдений по ГМС.

Сопоставление данных производилось для каждого месяца (июнь, июль) без учета синоптической ситуации и для каждой синоптической ситуации за весь сезон.

В большинстве случаев ГРП отображал карты в режиме «близкая гроза», вследствие чего полученные данные не вполне приемлемы для сравнения с картами МРЛ и данными метеостанций. Например, с 18 по 30 июля грозовой датчик был установлен в селе Ключи. ГМС Шамары расположена на расстоянии примерно 50 км от места установки ГРП. При приближении грозы к датчику, он включает режим «близкая гроза», поэтому в ГРП фиксировал разряды только в радиусе 50 км. Данный факт относится и к тому периоду, когда датчик был установлен в Перми.

В данной работе ГРП использовался в тестовом режиме (пробный запуск прибора в июне; использование прибора в полевых условиях в июле), поэтому в ходе работы был проведен анализ сопоставления данных МРЛ и ГРП с данными ГМС в радиусе 50 км при активном режиме «близкая гроза» и без учета этого фактора. В июне данные ГРП сопоставлялись с данными станций Пермь и Оханск, в июле – с данными ГМС Шамары (табл. 1 и 2).

Таблица 1
Сопоставление данных МРЛ и ГРП с данными станций без учета сроков с активным режимом «близкая гроза», 2013 г.

Июнь		Июль	
МРЛ	ГРП	МРЛ	ГРП
21%	0%	35%	24%

Таблица 2
Сопоставление данных станций МРЛ и ГРП с данными станций только в сроки с активным режимом «близкая гроза», 2013 г.

Июнь		Июль	
МРЛ	ГРП	МРЛ	ГРП
75%	63%	0%	63%

В июне ГРП фиксировал разряды только в радиусе 50 км. Это объясняет нулевой процент совпадений данных станций с данными ГРП. На показания МРЛ повлияли углы закрытия, это объясняет результаты сопоставления, представленные в табл. 1 и 2.

В ходе проведения анализа сопоставления данных ГМС и МРЛ были выявлены случаи занижения степени опасности ОЯ (20%). Поэтому были сопоставлены данные ДМРЛ-С Ижевск с данными ГМС Пермь, Оханск, Оса, Ножовка. Так как в 2013 г. ДМРЛ-С работал в тестовом режиме, были отобраны данные только за 25 и 30 июля. Процент оправдываемости ДМРЛ-С в указанные дни равен 57, процент оправдываемости МРЛ – 71. Таким образом можно сделать вывод о том, что на показания МРЛ большое влияние оказывают не только углы закрытия, но и удаленность ГМС от места установки прибора.

Для оценки эффективности гронопеленгационного метода определения местоположения гроз были проанализированы результаты сопоставления данных гронопеленгационной сети (ГПС) WWLLN с данными ГМС за указанные выше дни и сроки. Данные ГПС были взяты с сайта meteocenter.asia, где были представлены в виде таблицы с указанием даты, срока UTC, азимута и удаления относительно аэропорта Большое Савино г. Пермь [2; 3]. Учитывалось наличие разрядов на территории станции и на

удалении от станции не более чем на 15-20 км. Результаты сопоставления представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сопоставление данных ГМС с данными грозопеленгационной системы WWLLN и грозового датчика Boltek LD – 350, 2013 г.

Июнь		Июль	
ГПС WWLLN	ГРП Boltek	ГПС WWLLN	ГРП Boltek
48%	15%	44%	28%

Следует отметить, что результаты сопоставления данных ГРП представлены с учетом сроков с активным режимом «близкая гроза». Таким образом, делаем вывод, что грозопеленгационный метод определения местоположения гроз приемлем для использования в оперативной практике, при условии качественной настройки выбранного прибора.

Также в ходе работы был проведен анализ сопоставления синоптических карт (синоптической обстановки за сезон) и данных ГМС, МРЛ, грозового датчика и грозопеленгационной системы WWLLN. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Сопоставление данных для каждой синоптической ситуации за весь сезон, 2013 г.

Синоптическая ситуация	Количество случаев за рассматриваемый сезон	Совпадение данных ГМС с МРЛ (%)	Совпадение данных ГМС с ГРП (%)	Совпадение данных ГМС с ГПС (%)
Фронт окклюзии	8	34	18	47
Холодный фронт	5	23	28	54
Теплый фронт	6	41	21	48

Из таблицы видно, что наибольший процент совпадений данных ГМС с данными МРЛ приходится на даты, в которые отмечалось прохождение теплого фронта. Возможно, это связано с тем, что грозы на теплом фронте обостряются в основном в ночные часы, на холодном – в дневные часы. По данным станций большинство гроз фиксировалось во второй половине суток.

В случае совпадений данных ГМС с данными, полученными грозопеленгационным методом, максимум приходится на период прохождения холодного фронта.

Наиболее сложные условия погоды на фронтах окклюзии отмечаются в начальный момент смыкания теплого и холодного фронтов. Отметим, что в данной работе половина случаев прохождения фронтов окклюзии относится именно к старым фронтам, уже отделенным от фронтальной системы

циклона.

По мере размывания фронта и удаления его от центра циклона вертикальная мощность облачности уменьшается и расслаивается [1], появляются безоблачные пространства, которые в данном случае могли стать причиной занижения степени опасности явлений при обнаружении их МРЛ.

Подводя итог проделанной работы, можно сказать, что оба метода определения местоположения гроз, радиолокационный и грозопеленгационный, являются актуальными и достаточно надежными в настоящее время.

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования (проект № 271), а также при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-45-590823 p_a).

Библиографический список

1. Зверев А.С. *Синоптическая метеорология*. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 711 с.
2. World Wide Lightning Location Network URL: <http://www.dudwlln.otago.ac.nz> (дата обращения 1.02.2016).
3. Caïm [meteocenter.asia](http://www.meteocenter.asia) URL: <http://www.meteocenter.asia/ts.php?p=USPP&dt=201307> (дата обращения 1.02.2016).

M.V. Zhdanova, A.A. Pomortseva

Assessment of storm activity in the Perm region according to weather radar and lightning sensor

Assessment of storm activity in the Perm region was conducted according to the remote devices: weather radar and grozopelengatora. comparison of the two methods of obtaining information from weather stations data were produced.

Key words: the storm, weather radar, lightning sensor.

Pomortseva A.A., candidate of geography, senior lecturer of Meteorology and Air Protection department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

Zhdanova M.V., student of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

Создание Веб-ГИС для демонстрации природного ландшафта дельты реки Волги

В.В. Занозин, А.Н. Бармин, В.В. Занозин

В статье кратко представлены ландшафты Астраханской области, дано деление дельты реки Волги, отображены графические материалы. В статье предлагается к рассмотрению выявление естественных ландшафтов дельты Волги и использование геоинформационной платформы ORBISMap как инструмента для демонстрации результатов.

Ключевые слова: ландшафт, дельта Волги, природный ландшафт, геоэкологическая оценка, антропогенное воздействие, web-ГИС.

Особенности морфологической структуры как зональных, так и интразональных ландшафтов Северного Прикаспия наиболее ярко проявляется в пределах одного из его субрегионов – Астраханской области. В пределах данной территории выделяется восемь физико-географических районов (ландшафтов). В полупустынной зоне сформировались Волго-Сарпинский и Баскунчакский ландшафты. Пустынная зона представлена Волжско-Уральским, Волжско-Приергенинским, Западным и Восточным ильменно-бугровыми ландшафтами. К внутризональным (интразональным) относятся Волго-Ахтубинская пойма и дельта р. Волги. В каждом ландшафте выделяется несколько подрайонов (местностей) с характерным для них набором урочищ — природных комплексов более низкого уровня [3].

Дельта Волги – это своеобразный феномен природы. Особенность этого феномена заключается в специфике условий, оказавших и продолжающих оказывать влияние на формирование её рельефа. Поэтому для ландшафтных исследований, на наш взгляд, наибольший интерес представляет именно

данный участок. В дельте можно четко выделить три района: верхний, центральный и низкий (рис 1).

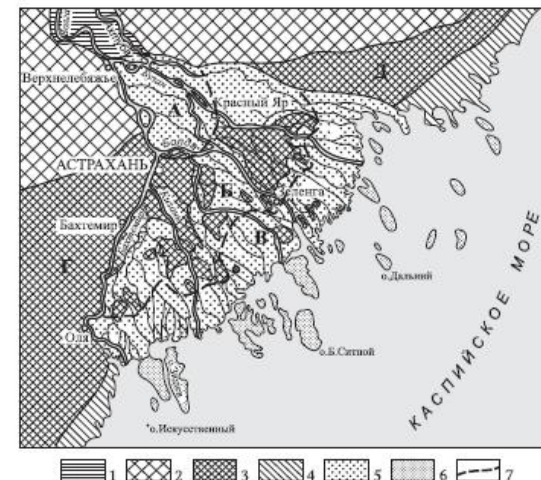


Рис. 1. Схема районирования дельты Волги (по Г.И. Рычагову и В.Н. Коротаеву [4])

1 – Волго-Ахтубинская пойма, 2 – позднехвалынская морская равнина, переработанная эоловыми процессами, 3 – новокаспийская (голоценовая) морская равнина, осложненная бэровскими буграми, 4 – современная морская равнина (вышедшая из-под уровня моря после 1929 г.), 5 – аллювиально-дельтовая равнина, 6 – аккумулятивные формы в отмелой зоне устьевого взморья, 7 – границы районов. Районы дельты: А – верхний (привершинный), Б – центральный (бугровый), В – нижний (приморский), Г и Д – Западные и Восточные подступные ильмены

Верхний (привершинный или северный) район дельты располагается севернее линии Астрахань – Красный Яр. Эта наиболее древняя часть современной дельты представлена старично-проточной дельтовой равниной. Большую часть дельты здесь занимает полого-гравистая пойма с большим количеством старичных озер, русел отмирающих протоков и ериков. Это – переходная зона от Волго-Ахтубинской поймы к собственно дельте. Здесь отсутствуют бэровские бугры.

Центральный (бугровый) район дельты простирается на юг примерно до линии Оля – Каралат – Зеленга – Большой Могой – Котьяевка. Эта граница совпадает с местом бывшего свала глубин у морского края дельты, приуроченного к границе распространения первых пиков новокаспийской трансгрессии. Район характеризуется разветвленной сетью хорошо развитых крупных дельтовых водотоков, прорезающих реликтовые массивы бэровских бугров, и широким развитием в долинах этих водотоков цокольных поим. В пределах этого района имеются две широкие субмеридианальные полосы, где бэровские бугры отсутствуют и развиты пойменно-островные дельтовые равнины.

Приморский район дельты – кулочно-дельтовая равнина, сформированная из многочисленных молодых дельтовых конусов выноса.

©Занозин В.В., Бармин А.Н., Занозин В.В., 2016

Занозин Виктор Валерьевич, магистрант кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности геолого-географического факультета Астраханского государственного университета; Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1; victorzan44@gmail.com

Бармин Александр Николаевич, д.г.н., профессор, декан геолого-географического факультета Астраханского государственного университета; Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1; abarmin60@mail.ru.

Занозин Валерий Владимирович, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики Астраханского государственного университета; Россия, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1; vvzanozin-67@mail.ru

Характерная особенность этой новейшей части дельты Волги – наличие густой сети водотоков веерной формы и незначительная высота поверхности дельты над меженным уровнем русел (0,5–2 м). В половодье большая часть территории приморской дельты затопляется. Выносы дельтовых рукавов и протоков образуют на устьевом взморье выдвигающиеся в море косы и осередки устьевых баров. Между дельтовыми рукавами образуются большие плоские острова [1].

Целью нашего исследования является геоэкологическая оценка центральной части дельты Волги. Под геоэкологической оценкой (исследованием) можно рассматривать пространственный многопараметрический анализ природно-ресурсного потенциала естественных и антропогенно-измененных ландшафтов с целью определения их возможности устойчиво выполнять задаваемые им социально-экономические функции. Геоэкологическое исследование ландшафтов должно основываться на методических положениях, реализующих ее принципы, основными из которых являются: а) дифференциация территории на объекты исследования; б) выбор показателей, используемых для оценки ландшафтов; в) способы интеграции показателей; г) пространственная и временная локализации (привязка) информации; д) картографическое представление данных о результатах оценки ландшафтов в среде ГИС [5].

Рассмотрим подробнее выявление естественных ландшафтов, а также вопрос о представлении данных изучения ландшафтов в среде ГИС.

Для оценки степени воздействия человека на ландшафт дельты реки Волги необходимо для начала воссоздать начальный – природный (естественный) ландшафт территории. В данном случае, под природным ландшафтом будем считать площадь (территорию), сложенную единичными морфологическими единицами, существующую до явного вмешательства человека. Попытка восстановления естественного ландшафта – крайне тяжелая и ответственная задача. Выполнить данную работу смогут помочь лишь литературные источники, старинные картографические данные, анализ космических данных и полевые исследования.

Использование открытых данных спутникового мониторинга Земли, результаты проведения полевых исследований показывают, что территорий, не подвергшихся влиянию человека, фактически не осталось (рис 2).

Одной из задач нашего исследования является применение современных ГИС систем для анализа и демонстрации проводимых исследований. Конечный результат исследований было решено представить в виде Веб-сайта с переходом на web-ГИС. Данная система будет обладать всеми функциями настольной ГИС: выбор карты, навигация по карте, масштабирование карты, смещение участка карты по восьми основным направлениям, центрирование карты по месту «клика» по карте, включение-выключение отображаемых на карте базовых тематических и дополнительных слоев и т.д. Авторы статьи имеют опыт работы как с настольными, так и с серверными и мобильными ГИС. В настоящее время выбор платформ достаточен, кроме того, можно проектировать ГИС «с

нуля» благодаря open source технологиям. Однако геоинформационная платформа ORBISMap, предоставленная компанией ORBISystem, является наиболее подходящей для работы. Система предназначена для решения широкого круга задач геовизуализации, таких как построение геопорталов, визуализация корпоративных аналитических данных, хостинг геоданных, создание масштабных проектов.

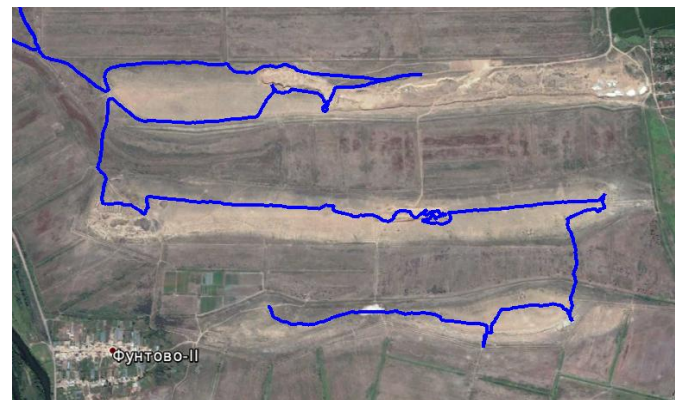


Рис.2. Представлена одна из схем маршрута полевых исследований. Дата проведения исследования - 23 окт. 2016 г. Объектами изучения являлись бэровские бугры и межбугровые понижения рядом с с. Фунтово-1 и Фунтово-2, Астраханская область. Степень антропогенной нагрузки превышает 90%

Система управления ORBISMap предоставляет:

- Веб-интерфейс для работы с пространственными данными;
- удобная публикация картографических данных и аналитических отчетов;
- управление большим количеством геоданных;
- удобство управления большим количеством слоев;
- импорт, экспорт, хранение и отображение пространственных данных различных форматов;
- разграничение прав доступа;
- работу с табличными данными в формате MS Excel;
- поддержку мультиязычности геоданных и т.д.

Проектирование такого информационного ресурса достаточно долгий и трудоемкий процесс, однако ландшафтная web-ГИС значительно превзойдет традиционные ландшафтные карты по информативности, позволит собрать в себя лучшие свойства аналитического и синтетического ландшафтного картографирования. Конечный продукт может быть интересен различным пользователям:

- ученым для дальнейшего развития ландшафтных исследований прежде всего при детальном изучении морфо-функциональных особенностей ландшафтов;

- специалистам в области охраны окружающей среды, природопользования, МЧС;

- представителям туристических фирм при организации различных видов рекреационной деятельности;

- студентам, изучающим особенности природы региона, а так же методику использования ГИС-технологий.

Подходы, используемые при реализации данного проекта, могут найти применение при исследовании геосистем различного уровня: от локального до глобального [2].

Библиографический список

1. Атлас дельты Волги: геоморфология, русловая и береговая морфодинамика; Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова : Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. – М.: АПР, 2015. – С. 14-15

2. Занозин В.В. К вопросу о создании ландшафтной web-ГИС Астраханской области / Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: сбор-ник материалов III Международной научно-практической конференции (10-11 августа 2016 года), Том II – Кемерово: ЗапСибНЦ. 2016. С. 51-53.

3. Занозин В.В. Природные предпосылки развития рекреационной деятельности в астраханской области / В.В. Занозин // География и природные ресурсы. – 2005. - № 2. – С.72-78.

4. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / Под ред. Г.И. Рычагова и В.Н. Коротаева. М.: ГЕОС, 2002.

5. Осипов А.Г. Метод геоэкологической оценки ландшафтов в среде ГИС при создании и реконструкции природно-аграрных систем // «Информация и Космос». (№1), 2016. С.123-124.

V.V. Zanozin, A.N. Barmin, V.V. Zanozin

The demonstration of the natural landscape of the Volga River delta with web-GIS

In this article the division of the river delta of the Volga is described. The article proposes to consider the identification of the natural landscapes of the Volga delta and geographic information platform ORBISMap is described for demonstrating the results.

Keywords: landscape, the delta of the Volga, natural landscape, anthropogenic impacts, web-GIS.

Zanozin V.V., graduate student of Chair of Ecology, Nature & Land Management, & Safe Vital Activities department, Astrakhan State University; 414000, Russia, Astrakhan, Shaumyana Sq., 1; victorzan44@gmail.com

Barmin A.N., prof., dean of the faculty of Geology and Geography, Astrakhan State University; 414000, Russia, Astrakhan, Shaumyana Sq., 1; abarmin60@mail.ru

Zanozin V.V., candidate of geography, senior lecturer of geography, cartography and geoinformatics department, Astrakhan State University; 414000, Russia, Astrakhan, Shaumyana Sq., 1; vvzanozin-67@mail.ru

УДК 911.9

Комплексная оценка экологической ситуации при проведении инженерно-экологических изысканий

И.Р. Идрисов, В.А. Костыгин

В статье представлены результаты комплексной оценки территории инженерно-экологических изысканий с применением пространственного анализа. Введено понятие экологически-значимых факторов, позволяющих учитывать природные и техногенные процессы, особенности природной среды, наиболее существенно влияющие на современную экологическую ситуацию территории. Представлена методика совместного анализа различных данных и создания синтетических карт комплексной оценки экологических ситуаций.

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, ландшафты, пространственный анализ, экологически-значимые факторы.

На севере Западно-Сибирской равнины за последние несколько десятилетий был создан мощный топливно-энергетический комплекс. Строительство и эксплуатация объектов нефтегазовых промыслов неизбежно изменяет функциональные свойства ландшафтов тундры и тайги.

Некоторые изменения окружающей среды можно спрогнозировать на этапах изысканий и проектирования. Многолетний опыт работ в сфере

©Идрисов И.Р., Костыгин В.А., 2016

Идрисов Ильядар Рустамович, заведующий кафедрой картографии и геоинформатики Тюменского государственного университета: Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 6; gis@utmn.ru

Костыгин Вячеслав Александрович, инженер отдела экологии ООО "Нижнеобской научно-исследовательский и проектный институт"; Россия, 625002, г. Тюмень, ул. Свердлова, 5, к 2; nipin@nipin.ru

природоохранного проектирования и инженерно-экологических изысканий позволяет утверждать, что наилучшей информационной основой для анализа природной среды является ландшафтная карта[1].

Пространственный анализ информационного поля ландшафтной карты, использование процедур возвратного ландшафтного анализа, и ГИС-технологий создает ряд перспектив при проведении инженерно-экологических изысканий[2]:

- создание комплекса специализированных карт (карта растительности, почвенная и т.д.), геометрически согласованных с учетом топологических взаимоотношений объектов;
- аналитические функции современных ГИС позволяют существенно повысить точность прогнозирования за счет учета большого числа количественных показателей;
- моделирование с использованием трехмерной графики позволяет выявить наиболее неустойчивые по отношению к антропогенному воздействию природные комплексы. При помощи трехмерного моделирования также возможно прогнозирование путей миграции и площади распространения загрязняющих веществ в случае аварии, степень "задержки" в зависимости от местоположения и увлажнения и т.д.;
- синтез информации различных ведомственных карт в пределах контуров ландшафтно-экологической карты позволяет помимо изучения степени антропогенной трансформации территории проводить расчеты стоимостных показателей ущерба;
- картографические модели, используемые при создании различных тематических карт, создают существенные проблемы совмещения карт по контурам. Использование и информационная поддержка единой картографической базы во многом решает проблемы пространственного совмещения разнотипных данных;
- возможности дополнения и изменения информации, как графической, так и цифровой, позволяют не проводить в будущем дорогостоящих работ по уточнению карт, изменения несложно вносить по мере необходимости.

Опыт применения методов ландшафтно-географических исследований при проведении инженерно-экологических изысканий доказал эффективность использования тематического дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли и полевых маршрутных изысканий.

Основной целью оценки воздействия на окружающую среду и инженерно-экологических изысканий является комплексная оценка природных, социальных и техногенных факторов. При этом вышеуказанные факторы чаще всего оцениваются отдельно или экспертным путем происходит сопоставление различных по природе и исследуемым параметрам показателей. Предлагаемый подход позволяет проводить комплексную оценку на основе учета экологически-значимых факторов с

привлечением инструментов пространственного анализа ГИС. Под экологически значимыми факторами рассматриваются природные и техногенные процессы, особенности природной среды, наиболее существенно влияющие на современную экологическую ситуацию территории.

В качестве основного инструмента пространственного анализа использован модуль Spatial Analyst ArcGIS 10.3. Каждый фактор был представлен в виде растровой поверхности – совместный анализ проведен путем взвешенного наложения аналитических поверхностей.

Методика опробована при проведении инженерно-экологических изысканий по проекту строительства канализационно - очистных сооружений в районе Коротчаево, г. Новый Уренгой.

Оценка экологически-значимых факторов проведена по следующим направлениям:

- Выделены основные типы и виды природно-территориальных комплексов (ПТК). Проведена экспертная оценка ценности ПТК, их геохимической и биологической устойчивости к антропогенному воздействию[3];

- Проведен учет нормативно-правовых ограничений природопользования, включая определение водоохранных зон рек и озер, а также территории с особым правовым статусом;

- Определены характерные экзогенные, геологические, геоэкологические процессы и явления для данной местности. По данным ДЗ и полевым материалам определены участки активизации вышеуказанных процессов;

- Выявлены особенности антропогенной нагрузки и степень нарушенности территории.

С использованием комплексных методов ландшафтно-экологического анализа территории были получены следующие данные:

- Проведена инвентаризация ландшафтов до уровня типов местности и видов урочищ;

- Для каждого ПТК идентифицированы функционально-ценностные характеристики;

- Определена степень нарушенности исходных ландшафтов, выделены группы антропогенных и природно-антропогенных ландшафтов;

- С учетом планируемых видов воздействия определены параметры устойчивости систем;

- Выявлены и нанесены на картографическую основу участки с ограниченным режимом природопользования на территории изысканий;

- Проведено установление границ водоохранных и прибрежных защитных зон рек и водоемов;

- Территории с особым режимом природопользования отсутствуют;

- Памятников культуры и земель традиционного природопользования не обнаружено.

Район Коротчаево –транспортный узел с железнодорожным и речным сообщением. Современное техногенное воздействие на исследуемой территории, это сочетание хозяйственно освоенных промышленных и жилых застроенных участков и прилегающих земель, подвергнутых нарушению почвенно-растительного покрова (карьеров, проездов, затопленных участков).

С учетом современной техногенной нагрузки к району исследований можно применить следующую градацию нарушенности ландшафтов:

- Полностью нарушенные и трансформированные земли;
- Значительно-нарушенные;
- Частично-нарушенные;
- Не нарушенные.

По результатам проведенного анализа сформирован набор факторов, влияющих на территорию исследований. Каждый из факторов был оценен с применением балльной системы оценки. Градация баллов принята от большей ценности к меньшей, т.е. 4 балла наибольшее значение – 1 минимальное.

Проанализировав состав факторов с помощью методов картографического пространственного анализа, была составлена следующая формула комплексной оценки экологически-значимых факторов района изысканий.

Таблица 1

Экологически-значимые факторы территории			
Степень экологического риска	Нормативно-правовые ограничения природопользования	Степень антропогенной нарушенности территории	Проявление опасных экзогенных и геокриологических процессов
Территории с реализованным экологическим риском	Запрещение любой деятельности на особо ценных землях	Полностью нарушенная и трансформированная в вид антропогенного ландшафта территория	Участки активного развития опасных экзогенных процессов
Высокая степень	Ограничения по определённым видам деятельности	Значительно нарушенная и трансформированная территория	Участки фонового проявления процессов с возможностью активизации в результате хозяйственной деятельности
Средняя степень	Нет ограничений	Частично-нарушенная территория	Опасных процессов не наблюдается
Низкая степень	-	Территория не нарушена	-

Показатель комплексной экологической оценки (ПКЭО) = Степень экологического риска (СЭР) + Степень антропогенной нагрузки (САН) +

Балл по нормативно-правовым ограничениям (БНПО) + Степень проявления опасных процессов (СПОП). Основные параметры приведены в таблице 1.

Результаты балльной оценки послужили основой для последующего пространственного анализа с применением Spatial Analyst ArcGIS 10.3.

Созданная карта комплексной оценки экологической ситуации территории исследования позволила установить следующее:

- Наиболее ценные и неустойчивые ландшафты отнесены к двум группам возникновения высокого экологического риска. Это территории, не затронутые нарушениями и опасными экзогенными процессами, имеющие особый режим природопользования.

- Проявление опасных экзогенных процессов на территориях уменьшает возможный экологический риск, и переводит местность в разряд уже частично-нарушенных и затронутых воздействием.

- В двух последних группах за основу принимается степень нарушения территории. Деление производится на частично-нарушенные и полностью нарушенные земли.

Основные группы экологически значимых факторов территории приведены в таблице 2.

Таблица 2

Группы экологически-значимых факторов территории изысканий

Номер группы факторов	Описание группы
1	Значительно или полностью нарушенные территории с реализованным экологическим риском с участками проявления опасных экзогенных процессов.
2	Частично-нарушенные и прилегающие к ним территории, с реализованным экологическим риском, с ограниченным режимом природопользования с участками проявления опасных экзогенных процессов
3	Не нарушенные территории со средним и низким риском развития негативных процессов, без ограничений по природопользованию и с участками проявления опасных экзогенных процессов.
4	Не нарушенные территории с высоким и средним риском развития негативных процессов. Участки с активным протеканием опасных экзогенных процессов отсутствуют.
5	Не нарушенные территории с высоким риском развития негативных процессов, с ограниченным режимом природопользования, не нарушенная и не затронутая опасными экзогенными процессами.

Представленный подход к изучению экологического состояния территории при проведении инженерно-экологических изысканий позволяет интегрировать результаты по различным направлениям и проводить их совместный пространственный анализ. Также подход реализует проведение комплексного учета различных по происхождению и значимости факторов, потенциально связанных с планируемой хозяйственной деятельностью и влияющих на экологическое состояние территории.

Полученные карты комплексной оценки могут широко использоваться при разработке природоохранных мероприятий, оценки результатов производственного экологического мониторинга и разработки проектов рекультивации территории.

Библиографический список

1. Идрисов И.Р., Козин В.В., Маршинин А.В., Марьинских Д.М. Геоинформационное обеспечение экологического аудита нефтегазопромысловых предприятий (на примере Вынгапуровского месторождения нефти) // Проблемы региональной экологии, 2006, № 3. – С. 88-95.

2. Козин В.В. Ландшафтный анализ в нефтегазопромысловом регионе. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2007. – 240 с.

3. Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем / Под ред. В.В. Козина, В.А. Осипова. – Тюмень: изд-во ТюмГУ, 1996. – 168 с.

I. R. Idrisov, V. A. Kostygin

Complex assessment of an ecological situation when carrying out engineering-ecological researches

Results of complex assessment of the territory of engineering-ecological researches with application of the spatial analysis are presented in article. The concept of the ecological and significant factors allowing to consider natural and technogenic processes, the features of the environment which are most significantly influencing a modern ecological situation of the territory is entered. The technique of the joint analysis of various data and creation of synthetic cards of complex assessment of ecological situations is presented.

Keywords: engineering-ecological researches, landscapes, spatial analysis, ecological and significant factors.

Idrisov I. R., head of Cartography and Geoinformatics department, Tyumen State University: 625000, Russia, Tyumen, Volodarskogo St., 6; gis@utmn.ru

Kostygin V. A., the departmental engineer of ecology of LLC «Nizhneobskoy Research and Design Institute»; 625002, Russia, Tyumen, Sverdlov St., 5 to 2; nipin@nipin.ru

УДК 551.578.7: 551.515.4

Возможность применения модели WRF для прогноза возникновения и эволюции мезомасштабных конвективных систем на Урале

Н.А. Калинин, А.Н. Шихов, А.В. Быков

Представлены результаты моделирования формирования и эволюции мезомасштабных конвективных систем, сопровождающихся опасными явлениями погоды над территорией Урала с помощью численной модели атмосферы WRF-ARW.

Ключевые слова: мезомасштабные конвективные системы, модель WRF-ARW, данные MODIS, температура и высота верхней границы облаков.

Исходные данные и методы исследования

Анализ и прогноз формирования и эволюции мезомасштабных конвективных систем (МКС), их положения в пространстве, а также интенсивности связанных с ними опасных явлений (ОЯ) представляет большой интерес для практики [1, 2, 11]. В этом отношении территория Урала не является исключением, поскольку ежегодно здесь фиксируется несколько случаев прохождения мезомасштабных облачных систем глубокой конвекции, сопровождающихся сильными ливнями, градом и шквалистым усилением ветра [6–10].

Для расчетов использована модель WRF-ARW версии 3.6.1 — численная негидростатическая региональная система прогнозирования погоды. Программный комплекс модели WRF установлен на вычислительном узле, который представляет собой персональный компьютер на базе процессора Intel core-i5 (4 ядра, частота 3.41 ГГц) с 24 ГБ оперативной памяти. Инициализация модели WRF и задание граничных условий (с шагом 1 ч) выполнена по данным реанализа численной модели прогноза CFS. Выбор данных CFS в качестве исходных обусловлен их сравнительно высоким

©Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В., 2016

Калинин Николай Александрович, д.г.н., профессор, зав. кафедрой метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; kalinin@psu.ru

Шихов Андрей Николаевич, к.г.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: and3131@inbox.ru

Быков Алексей Васильевич, аспирант кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; blexx256@yandex.ru

пространственным (0,5°) и временным (1 ч) разрешением. Таким образом, численные эксперименты производились в режиме «квазипрогноза».

Оценка качества результатов моделирования производилась путем их сопоставления со спутниковыми данными Terra/Aqua MODIS, полученными из архивов NASA (Goddard Space Flight Center) [13] и успешно апробированными в работах [4, 12]. Использовались измерения радиояркостной температуры верхней границы облаков в 31 канале прибора MODIS (с пространственным разрешением 1000 м). Дополнительно выполнялось сопоставление выходных данных модели с информацией МРЛ-5, установленного в аэропорту Большое Савино (Пермь) и ДМРЛ в г. Ижевске. Пространственное совмещение данных спутниковых и радиолокационных наблюдений с результатами моделирования выполнялось средствами программного пакета ArcGis.

Для валидации результатов моделирования применялась модификация объектно-ориентированного метода оценки качества прогнозов, описанного в работе [3].

Для моделирования конвекции в программном комплексе модели WRF предлагается несколько процедур параметризации. Они используются, если прогноз составляется на сетке с шагом более 4 км. При запуске модели с шагом сетки 4 км и менее возможно прямое моделирование конвективных течений без использования процедур параметризации. Для оценки достоинств или недостатков прямого моделирования конвекции в сравнении с ее параметризацией было проанализировано 6 случаев развития над исследуемой территорией МКС с сильными ливнями, шквалами и градом, наблюдавшихся в 2002–2010 гг.

Запуск модели производился с использованием трех различных схем параметризации конвекции при шаге сетки 10 км, а также с отключенной параметризацией, т.е. в режиме прямого воспроизведения конвекции (при шаге сетки 4 км). По данной выборке случаев был сделан вывод о том, что в условиях изучаемой территории прямое моделирование конвекции на сетке 4 км (без использования параметризаций) обеспечивает получение более достоверного прогноза положения и интенсивности МКС, чем любая из предложенных в модели схем параметризации. С учетом этого обстоятельства, последующие численные эксперименты проводились только в режиме прямого воспроизведения конвекции на сетке с шагом 2, 3, 4 и 9 км по горизонтали. Размеры расчетных областей составили соответственно 600×600, 534×534, 400×400 и 224×224 узла с центром в точке 58° с.ш. и 56° в.д. (г. Пермь), что позволило уменьшить влияние краевых эффектов.

Обсуждение результатов

Общая оценка успешности прогнозов производилась по трем градациям. В ряде случаев объект (МКС) вообще не воспроизводился моделью, или же местоположение его центра тяжести отличалось от фактического (определенного по спутниковым данным) более чем на 150 км. Такие прогнозы оценивались как не оправдавшиеся (оценка «0»). Если МКС

воспроизводилась моделью, но ее характеристики (высота ВГО, площадь, пространственное положение) существенно отличались от фактических (определенных по данным дистанционного зондирования), то прогноз считался частично оправдавшимся (оценка «0,5»). Прогноз оценивался как оправдавшийся (оценка «1») в случае, если модель воспроизводила МКС с незначительными ошибками по ее положению в пространстве и параметрам интенсивности. Полученные оценки прогнозов показали, что в 9 из 23 рассмотренных случаев прогнозы модели WRF оцениваются как не оправдавшиеся. Из них в 4 случаях модель не воспроизводит появление МКС над изучаемой территорией, а в 5 случаях имеет место значительное смещение МКС относительно фактического положения в пространстве. Ошибки в прогнозе положения МКС, как правило, связаны с влиянием начальных условий, например, со смещением фронтальной зоны относительно ее положения по данным глобальной модели. Модель не воспроизводит глубокую конвекцию внутри воздушной массы, когда отсутствует выраженная зона сходимости воздушных течений (24.06.2013 г. и 20.06.2015 г.). Заметно повышается успешность прогноза в случаях с хорошо выраженными фронтальными зонами, когда такие параметры, как температура и высота верхней границы облаков, средняя скорость ветра и скорость порывов ветра при шквалах, а также мгновенная интенсивность осадков (определяемая по значениям радиоэха МРЛ) воспроизводятся моделью достаточно адекватно.

Заметное влияние на успешность прогноза пространственного положения и интенсивности МКС оказывает шаг модельной сетки по горизонтали [5]. Для оценки степени этого влияния был проведен численный эксперимент по подбору шага сетки для нескольких случаев возникновения МКС (06.06.2009 г., 21.06.2012 г., 18.07.2012 г. и 24.06.2013 г.). Расчеты производились с шагом сетки 2, 3, 4 и 9 км при одинаковых начальных условиях.

Из проведенных численных экспериментов было установлено, что результаты моделирования с разным шагом сетки могут принципиально различаться. Лишь в одном из рассмотренных случаев (24.06.2013 г.) модель WRF не воспроизвела конвекцию при проведении расчетов для всех вариантов пространственного разрешения. В других случаях удалось подобрать оптимальный шаг сетки (2 или 3 км), при котором пространственное положение МКС воспроизводится с наибольшей достоверностью. Кроме этого, увеличение пространственного разрешения позволяет получить более адекватную оценку максимальной скорости ветра при шквале.

Поскольку модель WRF в основном адекватно воспроизводит интенсивность мезомасштабных конвективных систем и связанных с ними опасных явлений погоды, ее можно использовать для прогноза времени и места возникновения ОЯ даже с учетом высокой доли неоправдавшихся прогнозов.

Заключение

На основе проведенных численных экспериментов по моделированию возникновения и эволюции мезомасштабных конвективных систем на Урале с помощью модели WRF можно сделать следующие выводы:

1. Прямое моделирование конвекции (на сетке с шагом 4 км) обеспечивает получение более качественного прогноза, чем использование любой из предложенных в модели схем параметризации конвекции.

2. В 9 из 23 рассмотренных случаев качество прогноза формирования и эволюции МКС и связанных с ними конвективных опасных явлений оценивается как неудовлетворительное, т.е. модель либо вообще не воспроизводит появление МКС, либо пространственное положение МКС по прогнозу заметно отличается от фактического. В большинстве случаев неправильно прогнозируется положение конвективных систем в пространстве, что зависит от начальных условий (данных реанализа CFS). Положение зон сходимости по данным глобальных моделей часто определяется с ошибкой в 50–100 км и более, что приводит к ошибкам при прогнозе места и времени возникновения МКС по мезомасштабной модели. Таким образом, качество прогноза может повышаться по мере совершенствования глобальных моделей.

3. Выбор шага сетки модели оказывает значительное влияние на успешность прогноза пространственного положения МКС и их интенсивности. Однако при отсутствии выраженной сходимости воздушных течений модель WRF не воспроизводит конвекцию при любом шаге сетки. Однозначным преимуществом использования мелких сеток является повышение качества воспроизведения скорости ветра при шквалах.

4. Поскольку в ряде случаев модель WRF успешно воспроизводит формирование МКС с сильными шквалами, крупным градом и сильными ливнями, применение ее для сверхкраткосрочного прогноза конвективных опасных явлений представляет практический интерес.

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования (проект № 271), а также при финансовой поддержке РФФИ (проекты 14-05-96000 p_урал_a и 16-45-590823 p_a).

Библиографический список

1. Абдуллаев С.М., Желнин А.А., Ленская О.Ю. Жизненный цикл мезомасштабных конвективных систем // *Метеорология и гидрология*. 2009. № 5. С. 34–45.
2. Абдуллаев С.М., Желнин А.А., Ленская О.Ю. Структура мезомасштабных конвективных систем в центральной России // *Метеорология и гидрология*. 2012. № 1. С. 20–32.
3. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В.Д., Павлюков Ю.Б. Краткосрочный прогноз сильных осадков и ветра с помощью разрешающих конвекцию моделей WRF // *Метеорология и гидрология*. 2011. № 1. С. 5–18.
4. Горбатенко В.П., Кречетова С.Ю., Беликова М.Ю., Нечепуренко О.Е. Сравнение индексов неустойчивости атмосферы, восстанавливаемых по

данным радиозондирования и спектрорадиометра MODIS в дни с грозами, над территорией Западной Сибири // *Метеорология и гидрология*. 2015. № 5. С. 10–19.

5. Калинин Н.А. Динамическая метеорология. Перм. гос. ун-т. Пермь. РГГМУ. СПб. Изд. второе, испр. Перм. кн. изд-во, 2009. 256 с.

6. Калинин Н.А. Мониторинг, моделирование и прогноз состояния атмосферы в умеренных широтах. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 308 с.

7. Калинин Н.А., Ветров А.Л., Связов Е.М., Попова Е.В. Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF // *Метеорология и гидрология*. 2013. № 9. С. 21–30.

8. Калинин Н.А., Смирнова А.А. Исследование радиолокационных характеристик для распознавания опасных явлений погоды, связанных с кучево-дождевой облачностью // *Метеорология и гидрология*. 2005. № 1. С. 84–95.

9. Калинин Н.А., Смирнова А.А. Определение водности и водозапаса кучево-дождевой облачности по информации метеорологического радиолокатора // *Метеорология и гидрология*. 2011. № 2. С. 30–43.

10. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Пермь. 2014. 296 с.

11. Черногузова Ю.Я. Возникновение опасных конвективных явлений погоды на территории Центрально-Черноземного УГМС и их прогнозирование // *Труды Гидрометцентра России*. 2015. Вып. 357. С. 125–145.

12. Шихов А.Н. Оценка последствий стихийных природных явлений для лесных ресурсов Пермского края по многолетним рядам данных космической съемки // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса*. 2014. Т. 11. № 1. С. 21–30.

13. Hoddard Space Flight Center. LAADS WEB – Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution system. (Electronic resource); <https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html>.

N.A. Kalinin, A.N. Shikhov, A.V. Bykov

Possibility of application of the WRF model for the forecast emergence and evolutions of mesoscale convective systems in the Urals

Results of model operation of formation and evolution of the mesoscale convective systems which are followed by the dangerous phenomena of weather over the territory of the Urals by means of numerical model of the atmosphere WRF-ARW are presented.

Keywords: mesoscale convective systems, WRF-ARW model, data of MODIS, temperature and height of an upper bound of clouds.

Kalinin N.A., prof., head of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; kalinin@psu.ru

Shikhov A.N., candidate of geography, senior lecturer of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; and3131@inbox.ru

Bykov A.V., postgraduate of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; blexx256@yandex.ru

УДК 551.515.6

Условия образования и развития конвективных систем со шквалами по данным АМРК «Метеоячейка» и синоптическим бюллетеням

К.О. Касанова, А.А. Поморцева

Рассматриваются условия образования и развития конвективных явлений со шквалами в теплый период 2008-2009 гг. по данным метеорологического радиолокатора МРЛ-5 и синоптическим бюллетеням.

Ключевые слова: конвективные явления, шквал, метеорологический радиолокатор, синоптическая ситуация.

Опасные конвективные явления, связанные с действием атмосферной конвекции, возникают под влиянием процессов синоптического и мезомасштаба. Развитию интенсивной конвекции способствуют следующие факторы: крупномасштабные упорядоченные и вынужденные восходящие движения, сходимосť потоков в нижней и расходимосť в верхней тропосфере, высокая температура и влагосодержание в пограничном слое тропосферы, значительное влагосодержание в средней тропосфере, вертикальные градиенты температуры, превышающие влажноадиабатический [1].

©Касанова К.О., Поморцева А.А., 2016

Поморцева Анна Александровна, к.г.н., доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

Касанова Ксения Олеговна, студентка 4 курса кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

Условия развития конвекции определяются, прежде всего, синоптической ситуацией. Она развивается как при внутримассовых процессах, так и при прохождении атмосферных фронтов. Но абсолютное большинство случаев связано с фронтами.

Рассмотрим условия образования конвективных явлений со шквалами в теплый период 2008 и 2009 гг. по данным метеорологического радиолокатора МРЛ-5 АМРК «Метеоячейка» (г. Пермь) и синоптическим бюллетеням.

За теплый период 2008 – 2009 гг. наблюдалось пять случаев внутримассовой конвекции. Наиболее благоприятные условия для развития внутримассовой конвекции складываются в заполняющихся малоподвижных высоких циклонах. С ними связаны продолжительные периоды ливневой и грозовой деятельности, охватывающей значительные территории. Отмечалось высокое влагосодержание воздуха у земли и во всей нижней тропосфере. Для заполняющихся депрессий характерна низкая скорость ветра в средней тропосфере, и низкая скорость смещения массивов кучево-дождевой облачности. В результате складываются условия для выпадения в отдельных пунктах сильных ливней. Вероятность сильных шквалов в заполняющихся депрессиях минимальна. В Пермском крае повторяемость подобных ситуаций составляет 1 – 2 случая ежегодно (в течение июня – августа). За 2008 г. зафиксирован один такой случай (18.08.2008 г.), шквал достиг 24 м/с.

Исследования показали, что конвективные опасные явления (ОЯ) в большинстве случаев связаны с холодными фронтами. Весьма благоприятны для развития конвекции малоподвижные фронтальные зоны с волновыми возмущениями. Значительно реже мощная конвекция развивается на теплых фронтах. Основное значение для условий развития конвекции имеет тип фронта и скорость его перемещения. Холодные фронты I рода характеризуются невысокой скоростью перемещения, упорядоченными восходящими движениями, при их прохождении ливневые осадки могут сопровождаться обложными. Очень часто на холодных фронтах I рода развиваются волновые возмущения. Скопления Сb облаков смещаются вдоль фронта (как и на малоподвижных фронтах), что способствует выпадению в отдельных районах очень сильных дождей.

На холодных фронтах II рода, и перед ними, наблюдается большинство случаев конвективных ОЯ, прежде всего сильных шквалов и крупного града. Для них характерна значительная составляющая скорости ветра, нормальная к линии фронта, которая увеличивается с высотой. Фронт перемещается со значительной скоростью, осадки выпадают только ливневого характера. С холодными фронтами II рода связано большинство случаев сильных шквалов, их развитию способствует высокая скорость ветра в средней тропосфере. Случаи разрушительных шквалов в Пермском крае 22.05.2001 г., 19.06.2009 г., 18.07.2012 г. наблюдались на холодных фронтах II рода в углубляющихся южных или западных циклонах,хождение которых пришлось на период максимального послеполюденного прогрева [2].

На малоподвижных фронтах с волновыми возмущениями, лежащих в параллельных потоках, складываются благоприятные условия для выпадения

сильных ливневых дождей, которые иногда достигают критерия ОЯ. Скопления Сб перемещаются обычно вдоль приземной линии фронта. Дополнительным фактором, способствующим увеличению интенсивности осадков, является контраст температуры на фронте более 8-10°C. В отдельных случаях, на таких фронтах возможны шквалы до 25-28 м/с [2].

На теплых фронтах конвективные ОЯ достаточно редки. Конвекция на теплых фронтах активизируется ночью, в связи с понижением температуры верхней границы облаков, что сопровождается усилением осадков. Синоптические условия развития шквалов и града существенно отличаются от условий, в которых наблюдаются сильные дожди конвективного характера.

Анализ данных наблюдений подтверждает, что большинство случаев сильных шквалов и града связано с быстро движущимися холодными фронтами второго рода в углубляющихся западных, юго-западных или южных циклонах. При этом основным условием является прохождение фронта в период максимального прогрева.

Рассмотрим подробно образование и развитие глубокой конвекции перед холодным фронтом II рода на примере конвективной системы (КС) 19 июня 2009 г.

19 июня 2009 г. в направлении с юго-запада на северо-восток проходила КС. Первые конвективные ячейки с грозовыми очагами по данным МРЛ были зафиксированы в срок 11 ч 20 мин UTC (17 ч 20 мин местного времени) в секторе 217 – 296° на удалении 58 - 106 и 122 км от МРЛ. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 46 dBz. Максимальная высота радиоэха – 13 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 158 км, ширина – 58 км. Температура воздуха при этом достигала 30 °C. ОЯ и шквал не наблюдались.

В срок 11 ч 53 мин UTC (17 ч 53 мин местного времени) в секторе 210 – 307° на удалении 29 – 115 км от МРЛ были зафиксированы грозоопасный и градоопасный очаги радиоэха. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 51 dBz. Максимальная высота радиоэха – 12 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 238 км, ширина – 50 км. Температура при этом достигала 31 °C. В районе Оханска и Большой Сосновы наблюдались грозы и ливни со шквалом 18 м/с.

В срок 12 ч 25 мин UTC (18 ч 25 мин местного времени) в секторе 194 – 342° на удалении 8 – 62 и 98 – 200 км от МРЛ были зафиксированы два грозоопасных и градоопасных очаги радиоэха. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 56 dBz. Максимальная высота радиоэха – 12 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 245 км, ширина – 70 км. Температура при этом понизилась до 28 °C. В районе Кудымкара, Оханска и Перми наблюдались грозы и ливни со шквалом до 21 м/с.

В срок 13 ч 25 мин UTC (19 ч 25 мин местного времени) в секторе 319 – 360 – 153° на удалении 8 – 158 км от МРЛ были зафиксированы два грозоопасных и градоопасных очаги радиоэха. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 58 dBz. Максимальная высота радиоэха – 12 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 315 км, ширина – 74 км. Температура при

этом понизилась до 25 °C. В районе Перми и около 170 км на север от Перми наблюдались грозы, сильные ливни, град с сильным шквалом до 24 м/с.

Максимальной интенсивности конвективная деятельность достигла в срок 14 ч 04 мин UTC (20 ч 04 мин местного времени) в секторе 354 – 360 – 6° на удалении 28 – 123 и 152 – 188 км от МРЛ были зафиксированы очаг сильного ливня и два грозоопасных и градоопасных очага радиоэха. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 60 dBz. Максимальная высота радиоэха – 12 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 289 км, ширина – 96 км. Температура при этом понизилась до 23 °C. В районе от Кунгура и на север по Добрянке и Чермозу до Косы наблюдались грозы, сильные ливни, град с сильным шквалом до 26 м/с.

В срок 14 ч 22 мин UTC (20 ч 22 мин местного времени) в секторе 359 – 360 – 124° на удалении 36 – 197 км от МРЛ были зафиксированы четыре градоопасных и грозоопасных очаги радиоэха. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 55 dBz. Максимальная высота радиоэха – 13 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 248 км, ширина – 65 км. Температура воздуха при этом понизилась до 21 °C. В районе от Кунгура и на север по Добрянке и Чермозу до Косы наблюдались грозы, ливни, град со шквалом до 20 м/с.

В срок 16 ч 25 мин UTC (22 ч 25 мин местного времени) конвективная деятельность начала ослабевать. В секторе 42 – 103° на удалении 102 – 187 км от МРЛ были зафиксированы грозоопасный и градоопасный очаги радиоэха. Максимальное значение радиолокационной отражаемости составило 51 dBz. Максимальная высота радиоэха – 13 км. Горизонтальные размеры КС: длина – 197 км, ширина – 76 км. Температура к этому времени понизилась до 16 °C. В районе Лысьвы и Губахи наблюдались грозы и ливни, шквал не зафиксирован.

Далее КС сместилась на северо-восток за пределы видимости МРЛ.

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования (проект № 271), а также при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-45-590823 p_a).

Библиографический список

1. Абдуллаев С.М., Ленская О.Ю. Эволюционная классификация мезомасштабных линий шквалов // *Метеорология и гидрология*. 1998. № 3. С. 24 – 32.
2. Опасные природные явления Пермского края [Электронный ресурс]. URL: <http://accident.perm.ru/index.php/spravochnyj-razdel/opasnye-meteorologicheskie-yavleniya/407-konvektivnye-opasnye-yavleniya-shkvaly-smerchi-grad> (Дата обращения 27.06.2016 г.).

K.O. Casanova, A.A. Pomortseva

The conditions of formation and development of convective systems with squalls according to radar and synoptic bulletins

The conditions of formation and development of convective phenomena with squalls during the warm period of 2008-2009. According to the meteorological radar MRL-5 and synoptic bulletins.

Keywords: The convective phenomena, flurry, weather radar, synoptic situation.

Pomortseva A.A., candidate of geography, senior lecturer of Meteorology and Air Protection department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

Casanova K.O., student of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

УДК 630,5

Классификация лесной растительности методом нейронных сетей

A.B. Кедров, A.B. Тарасов

В рамках деятельности международной исследовательской группы (МИГ) на территории тестового участка в районе с. Половодово проводится исследование, направленное на разработку современной технологии таксации лесов на основе комплексирования данных воздушного лазерного сканирования и данных дистанционного зондирования Земли. Одной из задач исследования является разработка алгоритма обработки космических снимков с помощью нейронных сетей для классификации снимка по породному составу. В данной статье показано применение алгоритма, реализованного в программе Scanex Image Processor

©Кедров А.В., Тарасов А.В., 2016

Кедров Александр Владимирович, заместитель директора ООО «Малое инновационное предприятие «Центр космических технологий и услуг»; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева 15; kedalex@gmail.com

Тарасов Андрей Владимирович, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; andrew.tarasov1993@gmail.com

Ключевые слова: нейронная сеть, лесное хозяйство, международная исследовательская группа, классификация изображений, данные дистанционного зондирования Земли.

Территория исследования

Территория исследования находится в 20 км от г. Соликамска (200 км от г. Пермь) в районе с. Половодово (рис. 1).

Участок относится к таежной лесорастительной зоне, к среднетаежному лесному району Европейской части Российской Федерации. Климатические условия территории носят умеренно-континентальный характер, с довольно продолжительной зимой и сравнительно коротким летом. Характерны поздние весенние ранние осенние заморозки, ветры преимущественно западных направлений. Преобладают относительно плодородные аллювиально-дерновые, дерново-кислые, дерново-подзолистые почвы. Рельеф преимущественно равнинный, встречаются холмистые возвышенности.

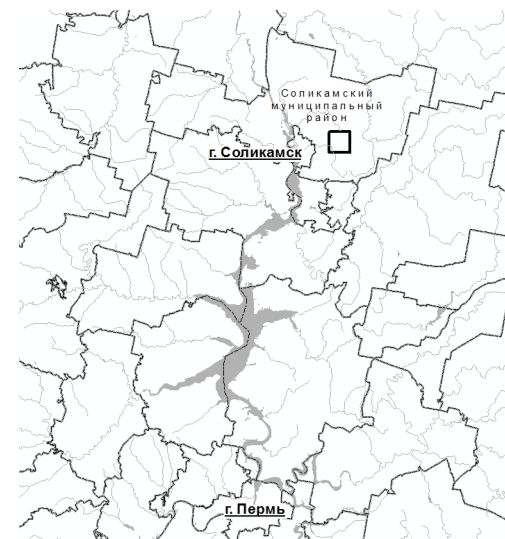


Рис. 1. Местоположение территории исследования

Материалы космической съемки

В качестве источника информации для классификации был выбран снимок со спутника Sentinel 2A.

Спектральные каналы данного спутника представлены в таблице 1 [4].

Дата съемки используемого снимка 3 июля 2016 года. Для классификации использованы 8,5 и 4 каналы, как наиболее информативные для выделения типов растительности [1]. Выбранные каналы были объединены в TIFF-файл, и приведены к пространственному разрешению 10 метров.

Таблица 1

Спектральные каналы спутника Sentinel 2A

Канал- Название	Длина волны, нм	Разрешение (м)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

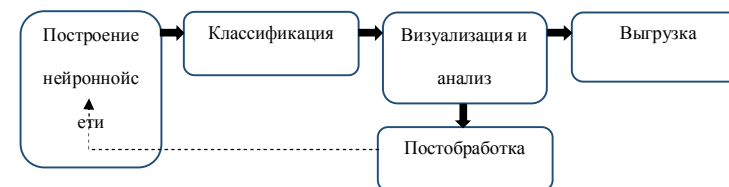
Классификация с помощью нейронных сетей

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

В настоящее время эта технология широко применяется для обработки изображений, и для дешифрирования космических снимков в частности. В наиболее удобном виде алгоритм классификации реализован в программе Scanex Image Processor (Модуль ThematicPro). Модуль содержит уникальные алгоритмы классификации изображений на основе самоорганизующихся нейронных сетей, позволяющие получать наиболее точные результаты. Помимо этого, в Thematic Pro реализованы продвинутые алгоритмы сегментации и доступны широкие возможности постобработки, что в совокупности предоставляет эксперту полный набор инструментов для интерпретации данных ДЗЗ.

- Классификация с использованием самоорганизующихся сетей и топографических отображений (SOM и GTM).
- Сегментация и интерпретация мультиспектральных оптических изображений, в том числе анализ текстурных характеристик снимка.
- Интерактивная тематическая классификация результатов сегментации.
- Иерархическая структура хранения результатов дешифрирования.
- Алгоритмы постобработки: генерализация, статистические выборки и другое.
- Тематическая калибровка результатов [3].

В данном инструменте реализовано несколько алгоритмов классификации с помощью нейронных сетей. В данном случае использовалась классификация с обучением. Общая схема работы представлена на рисунке ниже.

**Рис. 2. Схема алгоритма работы**

На первом этапе обучения сети задаются «полигоны-метки», которые показывают сети, какие классы необходимо выделить и с какой подробностью. Подробность «складывается» из произведения площади и веса полигона. Данные полигоны были выделены экспертным путем, по самому снимку. Были выделены следующие классы:

1. Нелесная территория
2. Травянистая растительность
3. Пески
4. Болото
5. Березовые насаждения спелые
6. Березовые насаждения средневозрастные
7. Березовые насаждения молодняки
8. Осинные насаждения спелые
9. Осинные насаждения средневозрастные
10. Елово-пихтовые насаждения спелые
11. Елово-пихтовые насаждения молодняки
12. Сосновые насаждения спелые
13. Сосновые насаждения средневозрастные
14. Сосновые насаждения молодняки
15. Сосново-еловые насаждения спелые
16. Сосново-еловые насаждения молодняки
17. Осинно-березовые-еловые насаждения
18. Низкорослые сосновые насаждения на болотах
19. Березово-еловые насаждения

Также на этом этапе необходимо установить веса каналам. В данном случае, максимальный вес (1.0) был установлен для второго канала в синтезе (Vegetation Red Edge), так как этот канал максимально чувствителен к типу растительности. Значение 0.8 было установлено для канала NIR, значения которого в значительной степени зависят от типа растительности. Наименьший вес (0.5) был установлен для красного канала [1].

После выполнения обучения была произведена подстройка обученной сети, которая позволяет до некоторой степени снизить искажения расстояний между классами, что дает более точную классификацию в дальнейшем. После выполнения этой операции можно выполнить первичную классификацию снимка.

Однако, результат первичной классификации не подходит для построения карты пространственного распределения пород. Для этого

требуется однозначное присвоение каждому пикселю определенной тематической метки (класса). Для решения этой задачи можно использовать несколько подходов, в данном случае был использован способ калибровки нейронной сети, при котором сохраняется вся тематическая информация, а результатом калибровки является статистическое распределение меток, приписанных классу. Таким образом, была получена калиброванная нейронная сеть, содержащая прогнозную модель для вероятностей тематических классов, представленная в виде непараметрической регрессии этой вероятности на яркостные свойства снимка территории[2].

Для тематической калибровки было выделено 26 полигонов, принадлежащих 6 классам (Таблица 2). Они выделялись как по снимку, так и с помощью данных натурных измерений. При выделении учитывалась максимальная однородность каждого полигона.

Таблица 2

Калибровочные полигоны			
Название класса	Вес	Количество полигонов	Общая площадь, га
Нелесные территории	0,3-0,5	6	33,9
Березовый лес	1	5	5,4
Еловый лес	0,8-1	3	3,2
Сосновый лес	0,8-1	8	17,7
Осиновый лес	1	4	3,8

Выделение данных классов связано с особенностями расчета таксационных показателей, с помощью метода воздушного лазерного сканирования. После выполнения калибровки и создания классов, нейронная сеть приобретает вид, представленный на рисунке 3.

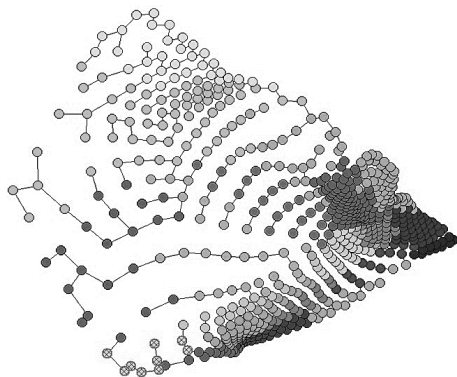


Рис. 3. Нейронная сеть после тематической калибровки

После выполнения калибровки нейронной сети, была проведена классификация снимка. Фрагмент классифицированного растра представлен на рисунке 4.



Рис. 4. Классифицированный по породному составу растр (район с. Половодово)

Как видно из фрагмента, полученную классификацию можно считать успешной, так как на результирующем изображении четко разделены отличающиеся друг от друга классы (например, населенный пункт, дороги, вырубки, поля, лесная растительность и др.). Важно отметить, что полученная таким образом нейронная сеть позволяет получить следующие результаты:

- построение попиксельных карт пространственного распределения вероятности присутствия определенного тематического объекта;
- присвоение каждому пикселю тематического класса с учетом пространственного контекста, т.е. с учетом распределения вероятностей и тематических классов в соседних пикселях.

Полученный результат сравнивался с полевыми данными, таксационными материалами и др. В качестве выборочной проверки использовалось сравнение с фотографическими материалами, которые были получены в ходе проведения полевых работ на данной территории. Их количество составляет 18 шт. В целом можно говорить, что результаты классификации удовлетворительны и правильно оценивают вероятность присутствия породы. На рисунке 5 приведен пример фотографии, которая сделана в месте, где вероятность присутствия ели 0,71-0,8.

Благодаря выполненной калибровке, можно получать растры вероятности присутствия определенного класса (в данном случае породы) в конкретном пикселе, а также посмотреть, насколько точно отнесен пиксель к какому-то классу и др. Все это дает эксперту мощный инструмент для получения качественного результата.

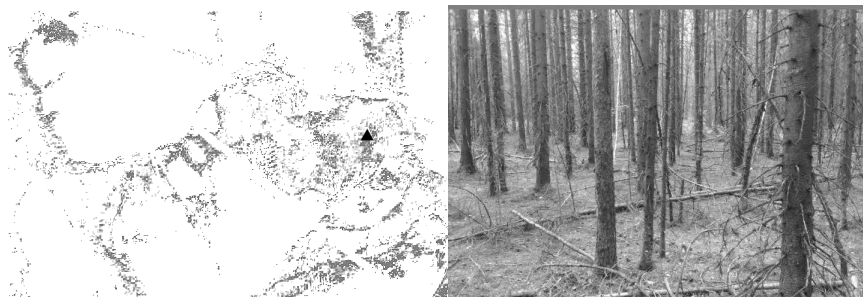


Рис. 5. Распределение вероятности присутствия ели (слева), фотография древостоя в точке отмеченной треугольником (справа)

Полученные растры интегрировались в технологию таксации лесов на основе данных воздушного лазерного сканирования. Полученные растры также могут быть использованы в различных сферах лесного хозяйства для планирования мероприятий, назначений различных видов рубок и т.д.

Библиографический список

1. Сухих В.И. *Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве*. МарГТУ. Йошкар-Ола: Издательство Марийский государственный технический университет, 2005. 392с.
2. *Руководство пользователя модуля «ThematicPro»*, Москва, 2011 г.
3. scanex.ru. *Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС»*. [электронный ресурс] URL: <http://www.scanex.ru/modules/thematic-pro/> (дата обращения 21.08.2016)
4. sovszond.ru. *Компания «Совзонд»*. [электронный ресурс] URL: <http://sovszond.ru/press-center/news/corporate/1005/> (дата обращения 17.09.2016)

A.V. Kedrov, A.V. Tarasov

Classification forest vegetation with neural network

As part of an international research group (IRG) there is research on the study area near Polovodovo which is devoted to developing new forest inventory technology based on airborne laser scanning data and remote sensing data. One of the most attractive technologies now is processing images (and in particular of satellite imagery) using neural networks. In this article shows the application of the algorithm realized in the program Scanex Image Processor for imagery classification by species in the study area.

Keywords: International research group, neural networks, forest management, imagery classification, ERS data.

Kedrov A.V., deputy director Ltd «Small innovative enterprise «Space technology and services center»; 614990, Russian, Perm, Bukireva st., 15; kedalex@gmail.com

Tarasov A.V., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; andrew.tarasov1993@gmail.com

УДК 908

Геоинформационное картографирование народов Пермского края

Е.С. Киселева

Статья посвящена картографированию народов Пермского края. Рассматриваются примеры созданных ранее карт народов Пермского края, источники информации и способы картографического изображения.

Ключевые слова: народы Пермского края, этнографические карты, геоинформационное картографирование.

Этнографические карты отражают закономерности расселения народов (этнического расселения) в настоящем и прошлом, а также элементы их материальной и духовной культуры (языки и диалекты, религии и религиозные обряды, ремесла и художественное творчество). Этнографическая характеристика может относиться к населенным пунктам или к территориальным единицам [1].

На территорию Пермского края существуют этнографические карты, на которых структура картограмм показывает долю жителей преобладающих национальностей. Данный способ отображения данных является самым распространенным, так как открытые данные по национальностям представлены по муниципальным образованиям края. Помимо этого, в «Атласе Пермской области. География и история» присутствует карта «Народы Прикамья», отображающая ареалы проживания некоторых народов. Данная карта представлена в масштабе 1:5 000 000 и требует доработки.

©Киселева Е.С., 2016

Киселева Екатерина Сергеевна, магистрант 2 курса магистратуры кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; kiseleva.ekaterina@inbox.ru

В связи с этим была поставлена цель – изучить литературу о народах Пермского края и составить карту характерных ареалов распространения этносов Прикамья в масштабе 1:2 500 000.

Если позволяет масштаб, то лучше всего для карт народов использовать способ значков, который дает возможность наиболее детально отобразить этнографическую характеристику по отдельным населенным пунктам. При переходе к более мелкому масштабу характеристика этносов дается по этническим территориям способом ареалов.

Разные части территории окрашиваются определенным цветом в зависимости от количественного преобладания какой-либо одной национальности, поэтому полного представления о национальном составе населения этнографическая карта не дает [1]. Также могут отображаться характерные для какого-либо этноса ареалы распространения, даже если его численность не преобладает в структуре населения. Помимо этого наличие других, менее распространенных национальностей должно быть показано внутри ареала штриховками, надписями, рисунками.

Наиболее полная картина расселения этносов Пермского края описана в книге доктора исторических наук, этнографа А.В. Черных «Народы Пермского края. История и этнография» 2007 года издания. Данная книга послужила главным источником информации для составления карты.

Черных А.В. Народы Пермского края. История и этнография. 2-е изд., исправленное – Пермь: Пушкин, 2011. – 296 с.

Помимо данной книги использовались также другие:

Народы Пермского края: истоки. Становление. Развитие: научно-популярная энциклопедия. – Пермь: ОТ и ДО, 2010. – 142 с.

Народы Пермского края. Этническая история и современное этнокультурное развитие. Словарь-справочник / Под. ред. Черных А.В., Субботина А.А., Каменских М.С. – СПб.: Маматов, 2014.

Чегин Г. Н. Народы и культуры Урала. XIX - XXI вв. Екатеринбург: Сократ, 2015. – 320 с.

Черных А. В., Голева Т.Г., Щукина Р.И. Марийцы Пермского края: очерки истории и этнографии. 2-е изд., исправленное и дополненное – Пермь: ОТ и ДО, 2013. – 530с.

Черных А. В., Каменских М.С. Чуваши в Пермском крае: очерки из истории и этнографии. СПб.: Маматов, 2014. – 272 с.

Народы России: Атлас культур и религий / отв. ред. А.В. Журавский, О.Е. Казьмина, В.А. Тишков, 3-е издание, исправленное и дополненное – М.: Феория, 2011. – 320 с.

Информация об пунктах и ареалах проживания народов была сгруппирована и вынесена в таблицу, фрагмент которой представлен ниже.

Таблица 1

Ареалы проживания народов Пермского края (фрагмент)

Национальность	Характерные места проживания
Татары и башкиры	Тулвинские татары и башкиры: Елпачиха, Чувашаево, Ишимово, Чалкова, Березники (Бард), Барда, Красный Яр, Аклюши, Тюндюк, Танып, Константинова, Новый Ашап, Верх-Шлык, Старый Чад, Кудаш, Батырбай, Бичурино, Султанай и др. Сылвенско-иренские татары: отдельные деревни без единого массива по р. Ирень, Сылвы, Сарса и их притокам – р. Телесу, Шакве, Сыпу, Бабке и т.д.: Енапаево, Усть-Арий, Колтаево, Атиягузи, Ишимово, Верх-Ирень (Октябрьский район), Чайка, Иштеряки, Барсаи, Верхний, Средний и Нижний Сып и др. (Уинский район), Мерекаи (Ординский район), Сульмаш и Аминькай Чернушинского района
Коми-пермяки	Южные или иньвенские – бассейн р. Иньвы и ее притоков (Кудымкарский и Юсьвинский районы) Северные или косинско-камские – бассейн р. Камы и Косы (Кочевский, Косинский, Гайнский район), р. Лупья Язьвинские – р. Язьва в Красновишерском районе

Собрав и проанализировав собранную информацию, методами геоинформационных технологий была создана карта характерных ареалов проживания народов Пермского края. Данная карта имеет познавательно-практическое значение и может использоваться при изучении географии края. Фрагмент карты представлен на рис. 1.

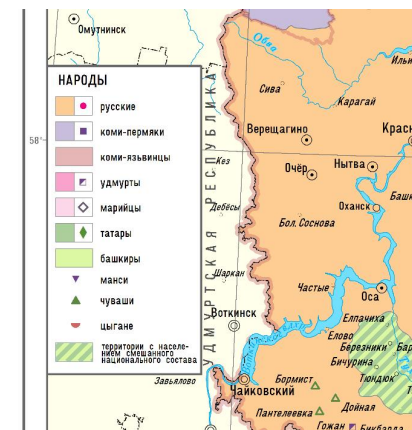


Рис. 1. Фрагмент карты «Народы Пермского края»

Библиографический список

1. Прохорова Е.А. Географическое картографирование: социально-экономические карты. М.: Географический факультет МГУ, 2009. – 236 с.

E.S. Kiseleva
GIS mapping of the Perm region nationalities

The article is devoted to mapping of the Perm region nationalities. The article gives examples of previously created maps of the nationalities of the Perm region, sources of information and methods of cartographic representation.

Keywords: nationalities of the Perm region, ethnographic maps, GIS mapping.

Kiseleva E.S., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; kiseleva.ekaterina@inbox.ru

УДК 551.577.21

**Условия формирования снежного покрова в Пермском крае
зимой 2015-2016 гг.**

Н.А. Нечаева, А.А. Поморцева

Оцениваются условия формирования снежного покрова в Пермском крае зимой 2015-2016 гг.

Ключевые слова: снежный покров, твердые атмосферные осадки.

Зима 2015 – 2016 гг. характеризовалась выпадением обильных осадков. Количество осадков превысило норму на 20-30% по всей территории Пермского края. В декабре 2015 г. количество осадков составило 95 мм. В январе наблюдались обильные осадки в западных районах края, здесь норма была превышена в полтора раза. Высота снежного покрова (СП) в феврале составила от 30 см (на юго-западе края) до 90 см (на севере). Рассмотрим условия формирования и залегания СП в зиму 2015 – 2016 гг.

По данным о средней высоте снежного покрова нами построены графики данной величины. Значения рассчитывались с октября по апрель,

©Нечаева Н.А., Поморцева А.А., 2016

Поморцева Анна Александровна, к.г.н., доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

Нечаева Наталья Александровна, магистрант кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

т.е. в период залегания устойчивого снежного покрова (рисунок). На графике показаны значения высоты снежного покрова зимой 2015-2016 гг. и средние значения в эталонный период с 2000 по 2015 гг.

Согласно рис. 1, значения высоты снежного покрова зимой 2015-2016 гг. в северных и южных районах Пермского края были выше, чем в период с 2000 по 2015 гг.; в центральной части, наоборот, высота снежного покрова в рассматриваемый период была меньше среднего значения.

Среднее значение высоты снежного покрова на всей территории Пермского края зимой 2015-2016 гг. составило 45 см, что на 6 см больше среднемноголетнего значения. Это в первую очередь связано с тем, что прошедшая зима характеризовалась выпадением обильных осадков (на 20-30% выше нормы).

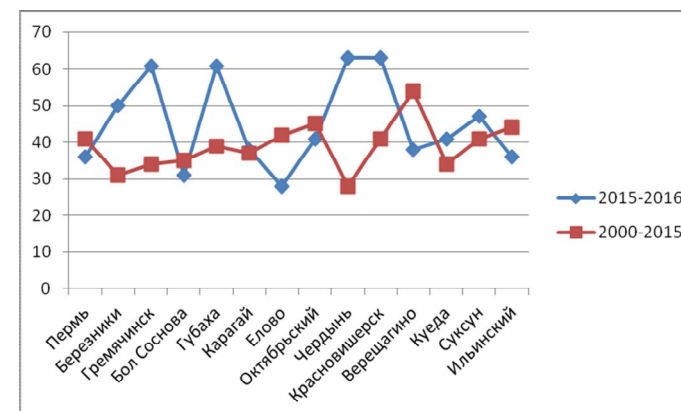


Рис.1. Сравнение средней высоты снежного покрова в Пермском крае в 2015–2016 гг. со значениями в период 2010–2015 гг.

Оценим величину максимального прироста снежного покрова в период с 2015 по 2016 гг. (табл.1). Для этого на каждой метеорологической станции (МС) отметим день с наибольшим значением прироста снежного покрова с учетом выпадающих осадков.

Анализируя таблицу, можно отметить, что 9 октября 2015 г. на большем числе станций (5) отмечалось максимальное значение прироста снежного покрова (+18 см). Все станции располагаются в северной и центральной частях Пермского края. Октябрь 2015 г. характеризовался обильным выпадением осадков и быстрым приростом высоты снежного покрова. 9 октября на всей территории Пермского края отмечались осадки в виде ливневого снега и снега, которые привели к резкому возрастанию высоты снежного покрова. Наибольшее значение максимальное прироста (+27 см) зимой 2015-2016 гг. отмечалось 20 марта на МС Гремячинск и Губаха. На этих станциях выпадали осадки в виде снега в количестве 13 мм.

Таблица 1

Максимальный прирост высоты снежного покрова в Пермском крае зимой 2015-2016 гг.

Дата	Прирост	Количество МС	Осадки (вид, количество)
09.10.	18	5	Ливневый снег, ливневая снежная крупа, снег, 15 мм
11.10.	12	1	Ливневый снег, снег, 5 мм
28.11.	12	1	Ливневый снег, снег, 8 мм
08.12.	13	1	Ливневый снег, снег, 13 мм
16.01.	16	3	Снег, 10 мм
19.03.	13	1	Ливневый снег, снег, 5 мм
20.03.	22	3	Ливневый снег, снег, 14 мм
25.03.	13	2	Ливневый снег, снег, 7 мм

Интересны также случаи, когда отмечались периоды непродолжительного формирования снежного покрова вследствие выпадения обильных твердых осадков (табл.2).

Таблица 2

Залегание снежного покрова до даты его устойчивого формирования в Пермском крае осенью 2015 г.

Дата	Высота СП, см	МС	Осадки (вид, количество)
04.10.	3	Гремячинск, Губаха (2)	Ливневый снег, 8 мм
08.10.	4	Октябрьский, Куеда (2)	Снег, 8 мм
09.10.	8	Куеда, Елово (2)	Снег, 8 мм
10.10.	7	Куеда, Елово (2)	Ливневый снег 1 мм, снег 0,9 мм
11.10.	11	Куеда, Елово Октябрьский (3)	Ливневый снег 2 мм, снег 4 мм
12.10.	10	Куеда, Елово Октябрьский (3)	Ливневый снег 0,6 мм, снег 1 мм
13.10.	10	Куеда, Елово Октябрьский (3)	Ливневый снег 0,8 мм, снег 0,5 мм
14.10.	7	Куеда, Елово Октябрьский (3)	Снег, 2 мм
15.10.	1	Елово (1)	Осадков нет
25.10.	1	Октябрьский (1)	Снег, 0,3 мм
26.10.	3	Октябрьский, Куеда (2)	Снег, 2 мм

Начиная с 7 октября, на всей территории Пермского края наблюдалась отрицательная температура воздуха, а также выпадение обильных осадков в виде снега и ливневого снега, что привело к формированию снежного покрова на всех метеостанциях. На южных станциях (Елово, Октябрьский, Куеда) снежный покров был непостоянным. Отмечалось его

непродолжительное формирование в периоды с 8 по 15 октября и с 24 по 25 октября. Несмотря на кратковременность формирования снежного покрова, он достигал в высоту до 11 см.

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования (проект № 271).

O.N. Nechayeva, A.A. Pomortseva
Conditions of formation of snow cover in the Perm region in the winter 2015-2016

Evaluated the conditions of formation of snow cover in the Perm region in the winter 2015-2016.

Keywords: Snow cover, solid precipitation.

Pomortseva A.A., candidate of geography, senior lecturer of Meteorology and Air Protection department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

Nechayeva O.N., graduate student of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

УДК 004.4:528.9

Оптимизация процедуры каталогизации спутниковых данных с помощью языка Python

С.И. Перминов

В данной работе рассматриваются вопросы оптимизации процедуры каталогизации спутниковых данных. Описан принцип работы двух алгоритмов, разработанных с помощью языка программирования Python. Один из них автоматизирует процесс внесения в каталог метаданных снимков с российских спутников Ресурс-П и Канопус-В, а другой позволяет быстро корректировать их векторные границы.

©Перминов С.И., 2016

Перминов Сергей Игоревич, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; perminovsi@ya.ru

Ключевые слова: каталоги спутниковых данных, данные ДЗЗ, Python.

Введение

14 февраля 2011 г. на базе ГИС центра Пермского государственного национального исследовательского университета был открыт Межрегиональный центр космического мониторинга Пермского края (далее ЦКМ). ЦКМ обладает собственной станцией приема спутниковых данных, позволяющей оперативно получать информацию с космических аппаратов Terra/Aqua и Suomi NPP. Помимо этого, ГИС центр является официальным представителем органов исполнительной власти Пермского края по заявкам в Федеральное космическое агентство (Роскосмос), касающимся получения на территорию края данных космической съемки. В соответствии с этим по сети Internet в ЦКМ регулярно передаются данные ДЗЗ с отечественных спутников Ресурс-П и Канопус-В.

На текущий момент в архиве данных ДЗЗ ЦКМ Пермского края (далее Архив) накоплены значительные объемы спутниковых данных. Помимо снимков с уже названных космических аппаратов в Архиве хранятся данные ДЗЗ со спутников SPOT-4/5/6, EROS-A/B, WorldView-1/2, Pleiades и ряда других. Для работы с Архивом в среде геоинформационного программного комплекса ArcGIS 10.2 ведется каталог метаданных (далее Каталог), в котором содержатся сведения по всем хранящимся в Архиве снимкам. Исключения составляют данные, принимаемые собственной станцией приема. Они проходят процедуру полуавтоматической каталогизации в среде ПО ScanMagic.

Описание задачи. До недавнего времени процедура каталогизации данных с российских спутников выполнялась в ручном режиме и включала в себя следующие этапы:

1. Загрузка данных с серверов Роскосмоса в одну из временных директорий ЦКМ. Для этого используется бесплатный FTP клиент FileZilla.
2. Добавление в базу геоданных Каталога векторных границ, полученных данных. Эти границы в формате .shp поставляются с каждым космоснимком, однако, в ряде случаев они не соответствуют им, в связи с чем требуется ручная корректировка векторов.
3. Заполнение метаданных снимков, которые хранятся в Каталоге в виде атрибутов векторных границ. Метаданные включают в себя сведения о дате съемки и дате получения снимка, проценте облачности, пространственном разрешении, пути к растровому файлу и т.д. Эта информация извлекается из прилагаемых к снимку XML-документа, так называемого «квиклука» (обзорного изображения), а также имени директории в которой поставляется снимок.
4. Перенос каталогизированных данных из временной директории загрузки в основной архив ЦКМ.

В связи с итеративностью процесса и регулярным характером работы, было принято решение о необходимости оптимизации процедуры каталогизации. Для этого на языке программирования Python 2.7 были

разработаны соответствующие скрипты, реализованные в среде ArcGIS 10.2 в виде пользовательского набора инструментов.

Принцип работы. Первый инструмент позволяет получать точные границы снимков. Продолжительность его работы всего несколько секунд. Это позволяет экономить значительное количество времени, так как пропадает необходимость открытия объемных гигабайтных снимков в ArcMap, что необходимо при корректировке существующих границ в ручном режиме. В основе работы скрипта лежат возможности модуля ArcPy, открывающего доступ к инструментам геообработки ArcGIS [1].

Стоит отметить, что в ArcToolbox существует инструмент для создания контуров вокруг изображений, однако в основе работы этого алгоритма лежит анализ растровой графики, что намного более трудоемкий процесс, чем анализ векторной графики, используемый в разработанном алгоритме. Таким образом, время работы созданного инструмента несоизмеримо меньше, хотя его и можно использовать только для решения частной задачи.

Второй инструмент позволяет добавлять в базу геоданных Каталога векторные границы снимков, и в автоматическом режиме заполнять их метаданные. Для этого, как уже было ранее отмечено, необходимо извлечь информацию о снимке из различных источников. Сбор этой информации реализован в скрипте путем использования возможностей дополнительных модулей Python. Так, например, для парсинга информации из XML-документа был подключен модуль xml.dom.minidom. Он позволяет работать с DOM-деревом (объектной моделью) XML и извлекать информацию из определенных тегов. При обработке данных, связанных с временем и датой, использовался модуль date time, предоставляющий для этого разные классы и методы [2]. В частности, требовалось преобразовать дату из одного формата в другой. Внесение собранной информации в базу геоданных, а также заполнение ряда стандартных полей выполняется с помощью Arc Py.

Инструмент обладает итеративным характером работы и может последовательно обрабатывать все снимки в выбранной оператором директории, что особенно ценно при работе с мультиспектральными данными спутника Ресурс-П, спектральные каналы которого представлены отдельными растрами.

Заключение

Разработанные инструменты позволяют оптимизировать процедуру каталогизации. Они автоматизируют процесс внесения в Каталог метаданных о новых снимках, а также при необходимости процесс корректировки их векторных границ. Все это было реализовано на основе языка программирования Python, доступность и относительная простота которого, делают его мощным инструментом для воплощения многих задач, актуальных для ГИС-специалистов.

Работы по оптимизации каталогизации будут продолжены. В ближайшее время планируется разработка алгоритма для автоматизации 4-го описанного этапа каталогизации: переноса снимков из временной директории загрузки в основной архив. Для этого будут использоваться возможности модуля

os, предоставляющего множество функций для работы с операционной системой. Кроме того, планируется развитие уже разработанных алгоритмов. В частности, их объединение в рамках единого инструмента.

Библиографический список

1. *Краткий обзор ArcPy*. URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/arcpy/get-started/a-quick-tour-of-arcpy.htm> (дата обращения: 01.09.2016).
2. *Модуль datatime*. URL: <https://pythonworld.ru/moduli/modul-datetime.html> (дата обращения: 01.09.2016).

S.I. Perminov

Optimization of satellite data cataloging procedures using the Python

This paper discusses issues of optimization of satellite data cataloging procedures. The author describes the principle of the two algorithms developed using the Python programming language. The first algorithm automates the process of entering into a metadata catalog of images from the Russian satellite Resurs-P and Canopus-B. The second algorithm allows to quickly adjust their vector border.

Key words: catalogues of satellite data, remote sensing data, Python.

Perminov S.I., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; perminovsi@ya.ru

УДК 556.552

Формирование пространственной неоднородности гидрофизических процессов на камских водохранилищах под влиянием морфометрических особенностей

О.А. Перовщикова, В.Г. Калинин

Показано влияние морфометрических особенностей камских водохранилищ на характер пространственной неоднородности температуры воды и скоростей течений. В качестве критериев оценки использованы морфометрические коэффициенты $K_{пл}$ и K_m , отражающие соотношение площадей и глубин таксономических единиц районирования водохранилищ.

Ключевые слова: водохранилище, особенности морфометрии, районирование, режим скоростей течений, пространственная неоднородность температуры воды.

Течения в водохранилищах представляют собой перемещения водной массы, обусловленные действием различных факторов. К их числу относятся приток речных вод и сток их через створ гидросооружения, ветер, плотностная неоднородность, изменение атмосферного давления и др. Из всего многообразия течений (проточные, ветровые, бароградиентные, плотностные, приливно-отливные, компенсационные) на камских водохранилищах наибольшее развитие получили проточные и ветровые [2]. Проточные течения наблюдаются во все сезоны и преобладают на большей части акватории водохранилищ. Ветровые течения характерны для безледоставного периода и преимущественно для широких участков.

Водохранилища камского каскада относятся к категории долинных и представляют собой сложные (по конфигурации и в плане), линейно вытянутые водоемы. Камское водохранилище (первое в каскаде) отличается наличием крупных краевых заливов и большой изрезанностью береговой линии. Воткинское водохранилище – узкий водоем со значительной извилистостью, особенно в верхней и центральной частях.

©Перовщикова О.А., Калинин В.Г., 2016

Перовщикова Ольга Анатольевна, ассистент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; perevoshchikova@mail.ru

Калинин Виталий Германович, д.г.н., профессор кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; vgkalinin@gmail.com

Различия в морфологии и морфометрии отдельных частей водохранилищ оказывают существенное влияние на характер и интенсивность гидрофизических процессов, трансформируют воздействие природных факторов и хозяйственной деятельности человека на гидрологический режим искусственных водоемов.

Режим скоростей течений обычно характеризуют по материалам наблюдений на рейдовых вертикалях [8]. При этом возникает проблема – малое количество рейдовых вертикалей, расположенных на акватории водохранилищ, а периоды наблюдений на каждой из них между собой не совпадают по времени и также ограничены. Наиболее подробные наблюдения на камских водохранилищах осуществлялись только в начальный период их существования. Так, например, на Камском водохранилище в период с 1956 по 1968 гг. общее количество вертикалей составляло более 30. С 1969 по 1980 г. их количество сократилось до 11, в 90-х годах – до 5, а с 2000 г. рейдовые наблюдения не проводятся совсем. В связи с этим анализ режима скоростей течений на камских водохранилищах выполнен на основе рассчитанных среднемесячных значений скоростей течений на рейдовых вертикалях за весь период наблюдений.

В качестве критериев оценки влияния морфометрических особенностей на характер скоростного режима нами использованы морфометрические коэффициенты $K_{мп}$ и K_m , отражающие соотношение площадей и глубин таксономических единиц районирования водохранилищ.

1. $K_{мп}$ представляет собой уточненный коэффициент морфометрического подобия [5]:

$$K_{мп} = \frac{B_u}{h}, \quad 1$$

где, B_u – интегральный показатель ширины, равный отношению площади S [км²] участка водохранилища к его длине l [м], h – средневзвешенная глубина этого участка [м].

2. Морфометрический коэффициент K_m отражает соотношение площадей и глубин глубоководной, мелководной и прибрежной зон в пределах выделенных таксонов водохранилища [1]:

$$Ks = \frac{S_{пм}}{S_z}, \quad Kh = \frac{h_{пм}}{h_z}, \quad 2$$

где $S_{пм}$, S_z – площади [м²], $h_{пм}$, h_z – средние глубины [м] (пм) – прибрежной и мелководной и (г) – глубоководной зон выделенного участка.

Как видно из этих формул, с увеличением доли площади глубоководной зоны, равно как и с увеличением ее средней глубины при переходе от одного участка к другому, значения этих параметров уменьшаются. Таким образом, эти два безразмерных параметра характеризуют форму ложа участков водохранилища в разных плоскостях.

Учет обоих параметров (Ks , Kh) возможен в виде морфометрического коэффициента K_m :

$$K_m = \frac{S_{пм}}{S_z} \times \frac{h_{пм}}{h_z}. \quad 3$$

Эти коэффициенты явились критериями, выполненного нами ранее гидро-морфологического районирования: на Камском водохранилище [5] выделено 4 района и 15 участков, на Воткинском [7] – 3 района и 8 участков.

Предварительная обработка данных наблюдений за режимом скоростей течений [8] заключалась в расчете средней скорости по глубине на вертикалях (рис. 1), а затем между вертикалями в пределах выделенных участков.

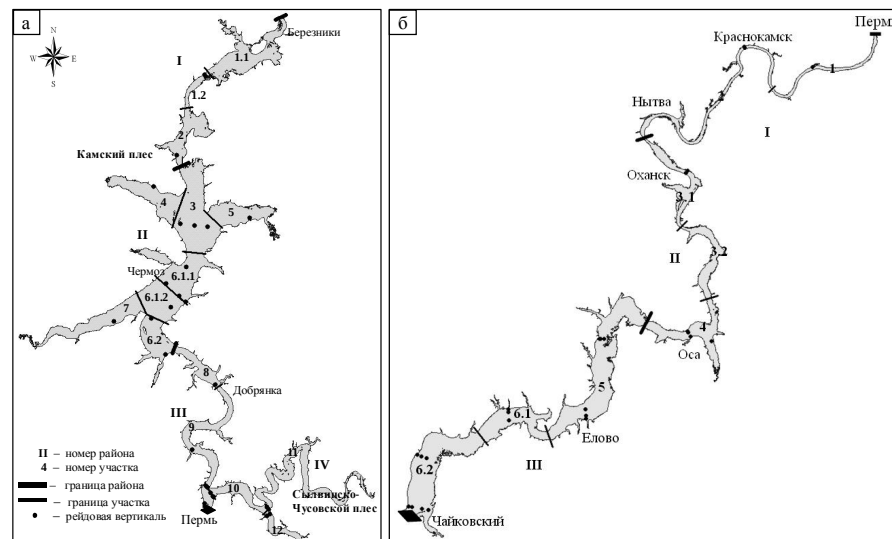


Рис. 1. Местоположение рейдовых вертикалей и границы районов и участков Камского (а) и Воткинского (б) водохранилищ по коэффициентам $K_{мп}$ и K_m

Анализ режима скоростей течений на Камском водохранилище показал, что они не постоянны по длине и соответствуют изменениям морфометрических коэффициентов (рис. 2). Значения этих коэффициентов увеличиваются с увеличением площади участка и уменьшением средней глубины. Увеличение же скоростей течений наоборот наблюдается на узких и глубоководных участках, в то время как на широких и мелководных – они ниже. При этом во все сезоны безледоставного периода зависимость между скоростью течения и коэффициентами $K_{мп}$ и K_m обратная.

Для Воткинского водохранилища картина несколько иная (рис. 3). По длине его условно можно разделить на две части: с речными (участки 1, 2, 3.1, 3.2) и озерными (участки 4, 5, 6.1, 6.2) условиями.

На скоростной режим 1 и 2 участков Воткинского водохранилища наряду с морфометрическими особенностями сильное влияние оказывает положение его в каскаде. Наличие постоянных сбросов Камской ГЭС и

повышенная проточность приводят к тому, что связь с морфометрией становится менее очевидной. При переходе от 3 участка к 4 скорости течения уменьшаются более чем в 2 раза. В озерной части наблюдается плавное уменьшение их к плотине Воткинской ГЭС.

Различия в морфологии и морфометрии отдельных частей водохранилищ также оказывают существенное влияние и на другие гидрофизические процессы, в частности на формирование пространственной неоднородности термического режима камских водохранилищ.

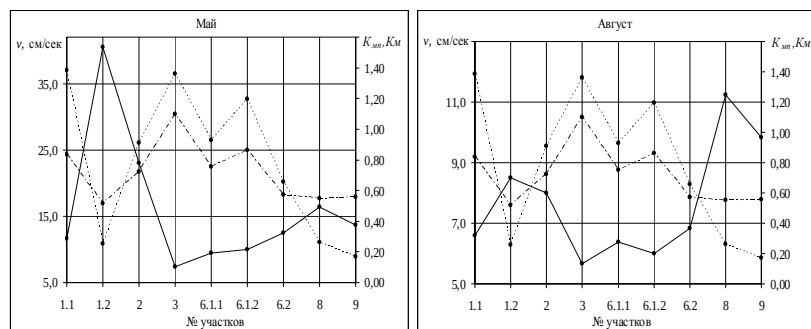


Рис. 2. Изменение величин скоростей течения K_{mp} и K_m по длине Камского водохранилища

- скорость течения, см/с
- коэффициент морфометрического подобия K_{mp}
- - -•- - - морфометрический коэффициент K_m

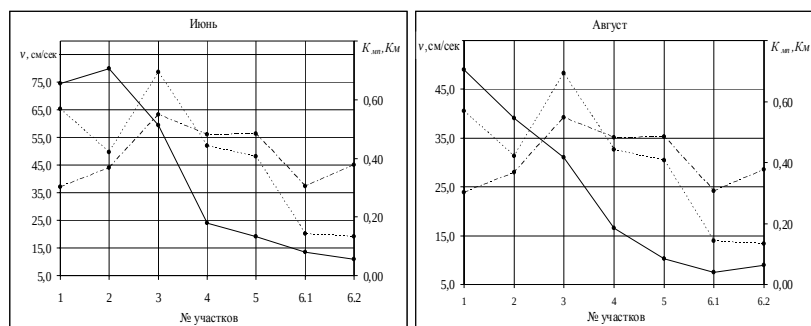


Рис. 3. Изменение величин скоростей течения K_{mp} и K_m по длине Воткинского водохранилища

- скорость течения, см/с
- коэффициент морфометрического подобия K_{mp}
- - -•- - - морфометрический коэффициент K_m

Исследования проведены для периодов весенне-летнего нагревания (май-июнь) и осеннего охлаждения (август-сентябрь) водоема, поскольку в эти периоды наиболее ярко проявляются различия в температурном режиме водных масс.

Анализ изменения температуры воды по длине Камского водохранилища за разные годы [3] показал, что ее пространственная неоднородность практически полностью соответствует изменению морфометрических коэффициентов K_m и K_{mp} . При этом весной эта зависимость прямая, а осенью – обратная [6]. Это объясняется тем, что значения морфометрических коэффициентов увеличиваются с увеличением площади участка и уменьшением средней глубины и наоборот (рис. 4). Поэтому на мелководных и больших по площади участках температура воды в период весеннего нагревания выше, а осенью – ниже.

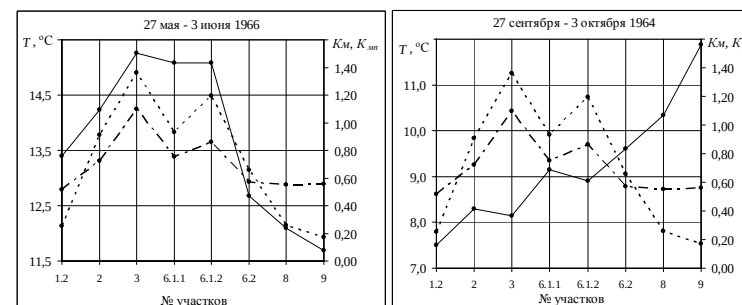


Рис. 4. Изменение температуры воды в весенний и осенний периоды, а также морфометрических коэффициентов K_{mp} и K_m по длине Камского водохранилища

- температура воды, °С
- коэффициент морфометрического подобия K_{mp}
- - -•- - - морфометрический коэффициент K_m

Отсутствие подробных наблюдений в рассматриваемые годы в южной части Камского водохранилища не позволяет провести анализ термического режима на 8 и 9 участках и выявить границы качественных различий между ними. В тоже время, в период с 1983 по 1998 гг. Пермским ЦГМС проводились специализированные наблюдения за температурой воды, скоростью и направлением течения на рейдовых вертикалях III-го (приплотинного) района в связи со строительством и вводом в эксплуатацию Пермской ГРЭС, расположенной на левом берегу Камского водохранилища в районе г. Добрянки. Поскольку первый энергоблок ГРЭС был введен в эксплуатацию лишь в 1986 г., для анализа пространственной неоднородности распределения температуры воды были использованы данные наблюдений [4] за 1983–1985 гг.

На рис. 5 показано изменение температуры воды по длине приплотинного района, видны явные различия между 8 и 9 участками, что объясняется их морфометрическими особенностями, а именно соотношением

площадей и глубин. У 8 участка площадь больше, а средняя глубина меньше. Это приводит к понижению температуры воды из-за увеличения потерь тепла за счет турбулентного теплообмена, доля которого в тепловом балансе в осенний период становится определяющей.

Закономерности, выявленные на Камском водохранилище, подтверждаются и для условий Воткинского. Как видно из рис. 6, широкие и мелководные участки 4 и 5 быстрее прогреваются весной и раньше остывают осенью, а глубоководные приплотинные участки 6.1 и 6.2 – наоборот.

На распределение температуры воды в верхней части Воткинского водохранилища сильное влияние оказывает наличие постоянных сбросов Камской ГЭС и повышенная проточность участков 1 и 2 приводят к тому, что связь с морфометрией менее очевидна.

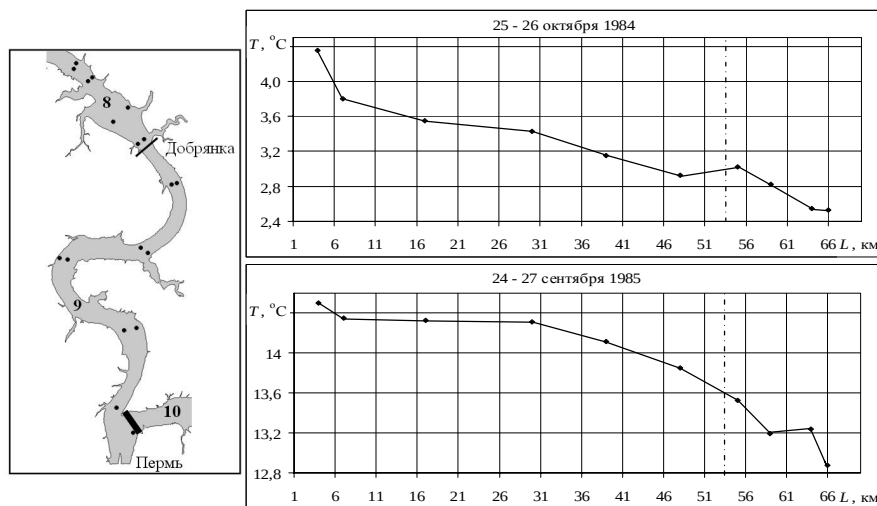


Рис. 5. Изменение температуры воды на рейдовых вертикалях в пределах III-го района Камского водохранилища (8 и 9 участки) - - - - - граница участков

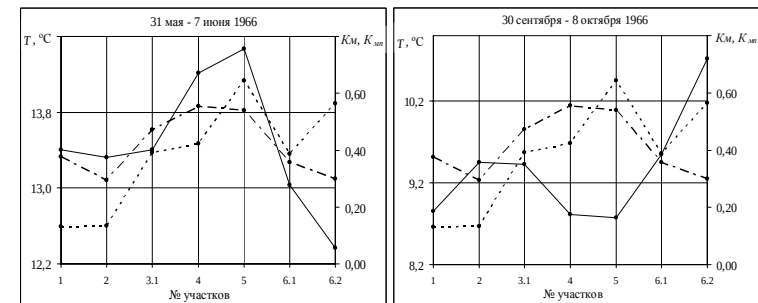


Рис. 6. Изменение температуры воды в весенний и осенний периоды, а также морфометрических коэффициентов K_{mp} и K_m по длине Воткинского водохранилища

- температура воды, °C
- коэффициент морфометрического подобию K_{mp}
- коэффициент морфометрический K_m

Таким образом, для условий камских водохранилищ характерны проточные течения, формирование которых обусловлено вытянутой формой водохранилищ и работой ГЭС. По характеру скоростного режима выделяются районы, границы которых соответствуют гидро-морфологическому районированию.

Различия в морфологии и морфометрии отдельных частей водохранилищ оказывают существенное влияние на характер и интенсивность гидрофизических процессов:

1. Пространственная неоднородность температуры воды по длине камских водохранилищ за разные годы практически полностью соответствует изменению морфометрических особенностей, которые учитываются коэффициентами K_m и K_{mp} .

2. Получены зависимости средней температуры воды в пределах участков водохранилищ от коэффициентов K_m и K_{mp} : для весны прямая, для осени – обратная. Это связано с тем, что значения этих коэффициентов прямо пропорциональны площади участка и обратно пропорциональны средней глубине. Поэтому на мелководных и больших по площади участках температура воды в период весеннего нагревания выше, а осенью – ниже.

Библиографический список

1. Калинин В.Г. Водный режим камских водохранилищ и рек их водосбора в зимний сезон: монография / В.Г. Калинин; Перм. гос. нац. ун-т – Пермь, 2014. – 184 с.
2. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. Пермь: Изд-во МГУ, ПСИ, ПССГК, 2003. 296 с.

3. *Материалы наблюдений на озерах и водохранилищах (Дополнение к гидрологическому ежегоднику. Т. 4. Вып. 5–7). Уральское УГМС. Свердловск, 1956–1996.*

4. *Отчет по программе специализированных гидрометеорологических наблюдений на Камском водохранилище в зоне влияния сбросов Пермской ГРЭС / Перм. ЦГМ. Пермь, 1985. 112 с.; 1986. 118 с.; 1987. 92 с.; 1988. 113 с.; 1989. 97 с.*

5. *Перевощикова О.А., Калинин В.Г. К оценке пространственных неоднородностей рельефа дна долинных водохранилищ (на примере Камского) // Географический вестник. Пермь: Изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, 2014. №3 (30). С. 18–26.*

6. *Перевощикова О.А. Закономерности пространственного распределения температуры воды на камских водохранилищах в весенний и осенний периоды / О.А. Перевощикова, В.Г. Калинин // Географический вестник. Пермь: Изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, 2016. №3 (38). С. 71–28.*

7. *Перевощикова О.А. Районирование Воткинского водохранилища по условиям морфометрии / О.А. Перевощикова // Вторые Виноградовские чтения. Искусство гидрологии: сб. расширенных тезисов междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГУ, 2015. С. 144–146.*

8. *Технический отчет по течениям на Камском водохранилище (характеристика скоростного режима). Пермский ЦГМС. Пермь, 1997. 118 с.*

O.A. Perevoshchikova, V.G. Kalinin

Formation of the spatial inhomogeneity hydro-physical processes on the Kama reservoirs under the influence of morphometric features

The influence of Kama reservoirs morphometric characteristics on the nature of spatial inhomogeneity of water temperature and current velocities is shown. As the evaluation criteria the morphometric coefficients, which shows relations of the areas and depths of taxonomic units zoning reservoirs are used.

Keywords: reservoir, morphometry features, zoning, current velocities regime, spatial inhomogeneity of the water temperature.

Perevoshchikova O.A., senior lecturer of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; perevoshchikovao@mail.ru

Kalinin V.G., prof. of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; vgkalinin@gmail.com

УДК 551.509.5

Особенности прогноза сильного и очень сильного снегопада на Урале с использованием модели WRF

*Е.В. Пищальникова, Н.А. Калинин, А.Л. Ветров,
А.Н. Шихов, Е.М. Связзов, А.В. Быков*

Рассматривается применение мезомасштабной модели WRF разных версий для прогнозирования осадков в холодное полугодие на Урале при формировании сильных и очень сильных снегопадов.

Ключевые слова: модель WRF, снегопад, опасное природное явление, численный прогноз, синоптические условия.

Введение

Значительная продолжительность холодного периода, активная циклоническая деятельность, близость к Арктическим морям и Атлантике, наличие естественного препятствия в виде горного хребта создают благоприятные условия для частых снегопадов на Урале. Численные модели атмосферы различного масштаба широко используются для прогноза осадков, в том числе в холодное полугодие [1–5, 8, 9, 10].

В настоящей статье представлены результаты прогноза случаев сильного (6–19 мм/12 ч) и очень сильного (20 и более мм/12 ч) снегопада,

©Пищальникова Е.В., Калинин Н.А., Ветров А.Л., Шихов А.Н., Связзов Е.М., Быков А.В., 2016

Пищальникова Евгения Владимировна, к.г.н., старший преподаватель кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; evaropova@rambler.ru

Калинин Николай Александрович, д.г.н., профессор., зав. кафедрой метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; kalinin@psu.ru

Ветров Андрей Леонидович, к.г.н., доцент, проректор по научной работе и инновациям Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; vetrov@psu.ru

Шихов Андрей Николаевич, к.г.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: and3131@inbox.ru

Связзов Евгений Михайлович, к.г.н., доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; sviyazov74@mail.ru

Быков Алексей Васильевич, аспирант кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; blexx256@yandex.ru

отмечавшегося с 17 по 23 октября 2014 г. и с 7 по 9 октября 2015 г. на территории Урала, с использованием модели WRF разных версий.

Синоптические условия и погода при снегопадах на Урале

Средняя многолетняя повторяемость случаев очень сильных снегопадов в октябре на Среднем Урале составляет 17% [7], самый ранний случай отмечался 2 октября 1978 г. По данным стационарной сети метеорологических станций в октябре 2014 и 2015 гг. на Среднем Урале отмечались снегопады, достигшие критерия опасного природного явления. За полусуточные интервалы выпало от 20 до 32 мм осажженной воды, что составляет 40–90% месячной нормы осадков. Установление снежного покрова произошло на 2–3 недели раньше средних многолетних сроков, что привело к блокированию части сельскохозяйственной техники на полях. В период выпадения снегопадов движение транспорта в Перми и Екатеринбурге было парализовано.

Первый случай очень сильного снегопада (18 октября 2014 г.) произошел под влиянием теплого фронта полярной системы, связанной с западным циклоном, находящимся на стадии максимального развития; второй (23 октября 2014 г.) – под влиянием фронта окклюзии, сформировавшегося при сегментации северо-западного циклона; третий (8–9 октября 2015 г.) – под влиянием теплого фронта, связанного с молодым южным циклоном.

Результаты численного прогноза снегопадов разной интенсивности

В работе представлены результаты оценки численного прогноза осадков разной интенсивности по модели WRF, установленной на вычислительном кластере «ПГУ-Тесла» научно-образовательного центра «Параллельные и распределенные вычисления», двух версий: 3.2.1 и 3.6.1.

В качестве исходных данных для обеих версий модели использовался прогноз модели GFS и реанализ климатической модели CFS в коде GRIB2. Для дальнейшего анализа использовались результаты счета на срок 15, 27 и 39 ч от начала прогноза, чтобы обеспечить совпадение со сроками измерения выпавших осадков на метеостанциях.

Для оценки достоверности прогноза осадков по модели были использованы данные с 53 метеостанций, расположенных на территории Пермского края, Республики Удмуртия, Свердловской и Кировской областей. Сравнение модельных и фактических значений сумм осадков проводилось на полусуточном интервале. Модельные значения осадков для каждой метеостанции были получены путем интерполяции между узлами модельной сетки.

Сопоставление оправдываемости снегопадов на основе модели WRF разных версий по Наставлению [6], позволяет отметить небольшое повышение качества прогностических данных. Существенно лучше модель WRF версии 3.6.1 стала рассчитывать сумму осадков с заблаговременностью 15 ч – так, средняя оправдываемость с 77% увеличилась до 80%. При

времени интегрирования на 15 и 27 ч средняя оправдываемость снегопадов увеличилась незначительно. Также модели обеих версий адекватно воспроизводят области, где наблюдались осадки наибольшей интенсивности. Однако максимальное количество осадков по модели WRF новой версии оказывается существенно больше (32,3 мм/12 ч), чем по старой версии модели (25,3 мм/12 ч), что можно объяснить более детальным описанием орографии района эксперимента.

В целом процент успешных прогнозов по новой версии значительно увеличился и составляет более 94. Кроме того, переход к новой версии модели позволил более точно рассчитывать сумму осадков при выпадении сильных и очень сильных снегопадов на Среднем Урале, что проявилось в уменьшении ошибок (абсолютной и относительной) и числе пропусков явления. Однако необходимо отметить, что существенно возросло число ложных тревог, т.е. модель завышает суммы осадков, прогнозируя сильный снегопад, в то время как фактически наблюдается небольшой или умеренный снег.

В рамках новой версии модели есть возможность производить расчет сумм осадков с разным шагом по пространству. В качестве эксперимента случай продолжительного сильного и очень сильного снегопада, зафиксированного 8–9 октября 2015 г., был спрогнозирован с помощью модели WRF с разным пространственным шагом. Различий в локализации осадков максимальной интенсивности не оказалось. Очень сильный снегопад с наибольшей интенсивностью прогнозировался и отмечался на метеостанции Кушва: по факту выпало 24 мм осажженной воды за 12 ч, прогностические значения осадков на основе модели WRF составили 24,3 и 26,5 мм/12 ч с шагом по пространству 9 и 4 км соответственно.

Средняя оправдываемость прогноза сильных и очень сильных снегопадов с помощью модели WRF новой версии составляет от 83 до 89% в зависимости от заблаговременности. Повышения качества прогноза при переходе на меньший шаг по пространству не наблюдалось: все показатели успешности численного прогноза осадков оказались соизмеримы, а относительная ошибка даже увеличилась. Таким образом, можно сделать первые выводы о том, что прогноз сильных и очень сильных снегопадов, обусловленных теплым фронтом в сочетании с центральной частью циклона, с помощью новой версии мезомасштабной модели WRF рекомендуется проводить с шагом по пространству 9 км.

Заключение

С 17 по 23 октября 2014 г. через территорию Урала прошли два циклонических вихря западного и северо-западного типа, которые принесли холодную погоду с сильными снегопадами. С 7 по 9 октября 2015 г. Уральский регион находился под влиянием южного активно углубляющегося циклона, который обусловил сильные снегопады с метелями. За обозначенные периоды на отдельных станциях выпало до 60 мм осадков в виде снега в водном эквиваленте.

Оценка процесса формирования обложных осадков с помощью модели WRF разных версий показала, что при разных настройках модель адекватно воспроизводит возникновение крупномасштабных зон осадков с некоторым их количественным завышением. Отмечено улучшение оправдываемости прогноза снегопадов от перехода к новой версии мезомасштабной модели до 3%. Таким образом, переход на новую версию модели WRF имеют большую практическую значимость, так как позволяет выпускать более точный прогноз интенсивных осадков в холодное время года.

Численные эксперименты прогноза сумм осадков при разных синоптических ситуациях и с разным пространственным разрешением необходимо продолжить для установления оптимальных настроек модели WRF применительно к территории Урала.

Авторы благодарят директора Научно-образовательного центра «Параллельные и распределенные вычисления» Пермского государственного национального исследовательского университета А.Г. Деменева за предоставленные вычислительные мощности для реализации счета модели WRF.

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования (проект № 271), а также при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-00410 мол_а).

Библиографический список

1. Бычкова В.И., Рубинштейн К.Г. Предварительные результаты испытания алгоритма краткосрочного прогноза метелей // *Метеорология и гидрология*. 2013. № 6. С. 30–42.
2. Калинин Н.А. Мониторинг, моделирование и прогноз состояния атмосферы в умеренных широтах. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 308 с.
3. Калинин Н.А., Попова Е.В. Численный прогноз опасных и неблагоприятных снегопадов в Пермском крае 15–16 марта 2013 года // *Учен. зап. РГГМУ. СПб.: Изд. РГГМУ*. 2013. № 32. С. 7–17.
4. Калинин Н.А., Ветров А.Л., Связов Е.М., Попова Е.В. Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF // *Метеорология и гидрология*. 2013. № 9. С. 21–30.
5. Махитас А.П., Рубинштейн К.Г., Бычкова В.И., Игнатов Р.Ю., Шутилин С.В. Предварительная оценка качества воспроизведения метеорологических параметров в Арктическом районе полярной версии модели WRF // *Труды Гидрометцентра России*. 2010. Вып. 344. С. 144–156.
6. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Руководящий документ РД 52.27.724-2009. Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2009. 50 с.
7. Пицальникова Е.В. Динамика опасных снегопадов в Пермском крае за период 1969–2013 гг. // *Вестник Удмуртского ун-та. Серия 6. Биология. Науки о земле*. 2014. Вып. 3. С. 119–124.

8. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Пермь. 2014. 296 с.

9. Ривин Г.С., Розинкина И.А., Багров А.Н., Блинов Д.В. Мезомасштабная модель COSMO-RU07 и результаты ее оперативных испытаний // *Информационный сборник: результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов*. – 2012. № 39. С. 15–48.

10. Mailhot J., Milbrandt J.A., Giguère A., McTaggart-Cowan R., Erfani A., Denis B., Glazer A., Vallée M. An Experimental High-Resolution Forecast System During the Vancouver 2010 Winter Olympic and Paralympic Games // *Pure and Applied Geophys.* 2014. Vol. 171. Issue 1–2. P. 209–229.

E.V. Pischalnikova, N.A. Kalinin, A.L. Vetrov,

A.N. Shikhov, E.M. Sviyazov, A.V. Bykov

Features of the forecast of the strong and very much the heavy snowfall in the Urals with use of the WRF model

Application of the mesoscale WRF model of different versions for prediction of rainfall in cold half-year in the Urals when forming the strong is considered and very much the heavy snowfalls.

Keywords: model WRF, heavy snowfall, dangerous natural phenomenon, numerical forecast, synoptic conditions.

Pischalnikova E.V., candidate of geography, senior lecturer of Meteorology and Air Protection department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; evapopova@rambler.ru

Kalinin N.A., prof., head of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; kalinin@psu.ru

Vetrov A.L., candidate of geography Associate Professor, Vice-Rector for Research and Innovation, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; vetrov@psu.ru

Shikhov A.N., candidate of geography, senior lecturer of cartography and geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; and3131@inbox.ru

Sviyazov E.M., candidate of geography, senior lecturer of Meteorology and Air Protection department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; sviyazov74@mail.ru

Bykov A.V., postgraduate of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; blexx256@yandex.ru

Трехмерное картографирование историко-культурных объектов «старой» Чердыни

К. В. Плотников, С. В. Пьянков

В работе рассматривается технология виртуального трехмерного картографирования памятников храмовой архитектуры с реконструкцией двух из них на территории центральной части г. Чердыни, и последующая их интеграция в ArcGIS.

Ключевые слова: 3D моделирование, реконструкция, памятники историко-культурного наследия, ГИС, картография.

Сохранение памятников историко-культурного наследия – важная задача. Её осуществлению способствует трехмерное моделирование, которое служит не только средством сохранения имеющихся сооружений, но и помогает восстанавливать утраченные.

Результаты трехмерного моделирования размещаются, как правило, в программах, не позволяющих работать с географической информацией, в них не реализованы функции геопространственного анализа. В данной работе рассматриваются возможности размещения 3D моделей в ГИС, особенности их создания.

Целью работы является виртуальное трехмерное картографирование историко-культурных объектов «старой» Чердыни методами геоинформационных технологий.

Задачи:

1. Изучение основных технологий создания трехмерных моделей памятников историко-культурного наследия;
2. Выделение функциональных возможностей программы SketchUp для трехмерного моделирования зданий и сооружений;
3. Реализация технологии виртуального трехмерного картографирования историко-культурных объектов, на примере создания трехмерных моделей памятников храмовой архитектуры на территории центральной части г. Чердыни и интеграция их в среде ArcGIS (ArcScene).

©Плотников К.В., Пьянков С.В., 2016

Плотников Кирилл Вадимович, магистрант 1 курса магистратуры кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; plotnikovkir@yandex.ru

Пьянков Сергей Васильевич, д. г. н., профессор, зав. кафедрой картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; pyankovsv@gmail.com

Виртуальное трехмерное картографирование историко-культурных объектов создает возможности для:

- пространственно-временного анализа особенностей возникновения и формирования объектов ИКН и историко-культурного ландшафта в целом;
- ведения кадастра объектов ИКН;
- сохранения внешнего и внутреннего облика объектов ИКН;
- уменьшение стоимости реконструкции и реставрации объектов;
- повышения туристической привлекательности.

Чердынь является важным историко-культурным и туристическим центром Прикамья. В первую очередь это объясняется тем, что город сумел сохранить свое архитектурно-ландшафтное своеобразие и исторический колорит.

В настоящее время в г. Чердынь находится 89 памятников историко-культурного наследия [2].

Для детального трехмерного моделирования были выбраны все религиозные сооружения (за исключением зданий богадельни) расположенные на территории центральной части города. К ним относятся: Воскресенский собор, Успенская, Преображенская церкви, церковь Ильи Пророка, Спасская и Покровская часовни. Обе часовни на данный момент не являются памятниками историко-культурного наследия, однако они были реконструированы на месте ранее существовавших и относятся к числу достопримечательностей города.

Основанием выбора перечисленных объектов для моделирования послужило то, что они наиболее сильно изменили свой первоначальный облик, первым делом бросаются в глаза при посещении города и являются, по сути, его визитными карточками.

На первом этапе создания трехмерной ЦММ была сформирована источниковая база, состоящая исключительно из изобразительных источников:

1. ортофотоплана 2015 г. на территорию центральной части г. Чердыни с разрешением 0,1 м;
2. около 500 современных фотографий достопримечательностей и памятников храмовой архитектуры, расположенных на этой территории;
3. 8 фотографий начала XX в:
 - черно-белых фотографии из архивов г. Чердыни и г. Перми (7 шт.);
 - цветной фотографии С. М. Прокудина-Горского – г. Чердынь (1913 г).

Основой для создания трехмерной ЦММ послужил ортофотоплан. Так как он включает в себя высотную информацию не только о рельефе территории, но и о прочих объектах (здания, сооружения, растительность и т. п.), возникла необходимость в выделении одного рельефа. Для этого были построены изолинии, из которых были удалены те, которые несут информацию об объектах, не относящихся к рельефу. Далее, были построены

маски растительности, зданий и реки, которые участвовали в интерполяции отредактированных изолиний методом Topo to raster (Топо в растр).

Для получения трехмерных моделей архитектурных объектов была использована программа Sketch Up. Она позиционируется как инструмент для быстрого моделирования. Действительно, программа обладает простым, интуитивно-понятным интерфейсом. Возможностей в программе гораздо меньше по сравнению с профессиональными программами 3D-моделирования, но их вполне достаточно для моделирования зданий и сооружений средней сложности.

Подключение плагинов (модулей), позволяет значительно расширить функционал программы, приближая его к уровню профессиональных 3D-редакторов.

Уникальной особенностью Sketch Up является наличие инструмента фотограмметрии Match Photo (Совместить фото). Данный инструмент позволяет определить на фотографии ракурс съемки и подстроить в соответствии с ним оси проекта. В результате, зная какой-либо численный параметр объекта на фотографии, можно точно рассчитать все остальные пропорции и размеры. Так, зная лишь длину здания, изображенного на фотографии, можно определить все остальные его размеры.

Подобная опция проецирования фотоизображения в определённой перспективе с возможностью построения геометрии существует лишь у нескольких программных продуктов, например, в Autodesk 3Ds Max 2014 и Photomodeler Scanner [1; 4].

Первоначально была проведена 3D реконструкция Преображенской и Успенской церквей. Процесс получения данных для реконструкции основывался на историко-сравнительном методе. В рамках него проводился анализ современных и архивных фотографий начала XX в., с целью выявления временных различий во внешнем облике рассматриваемых церквей.

При анализе фотографий Преображенской церкви были выявлены следующие изменения:

1. утрата колокольни и пятиглавия;
2. вместо куполообразной крыши пятиглавия теперь находится двухскатная;
3. утрата закомар;
4. заложены 5 окон верхнего этажа и 3 окна нижнего этажа северного фасада.

Анализ фотографий Успенской церкви показал следующее:

1. утрата колокольни;
2. утрата икон в альковах на барабане (на их месте теперь расположены 4 окна по сторонам света).

С помощью цветной фотографии С. М. Прокудина-Горского – г. Чердынь, удалось определить цвета, в которые эти церкви были выкрашены.

Так как кроме вышеперечисленного, современный внешний облик церквей соответствует их облику в начале XX в., за основу моделирования

были взяты современные фотографии по причине их большего визуального качества. Для этого отобранные снимки (исключая архивные) прошли фотограмметрическую обработку в Lightroom 5.5 с целью устранения эффектов дисторсии.

Затем они были загружены в Sketch Up, где с помощью инструмента Match Photo (Совместить фото) определено их взаимное расположение. С помощью ортофотоплана были определены плановые параметры этих церквей. На основе этих данных были рассчитаны параметры и пропорции зданий.

Далее по фотографиям проводилось построение геометрии, затем на нее накладывались текстуры, в результате чего получились готовые модели (рис. 1, 2).



Рис. 1. Виртуальная реконструкция (слева) и современная 3D модель (справа) Успенской церкви



Рис. 2. Виртуальная реконструкция (слева) и современная 3D модель (справа) Преображенской церкви

Аналогичным образом производилось 3D моделирование прочих храмовых сооружений.

На финальном этапе модели были загружены в ArcScene, где для обеспечения необходимой информативности были настроены всплывающие окна HTML [4] (рис. 3).

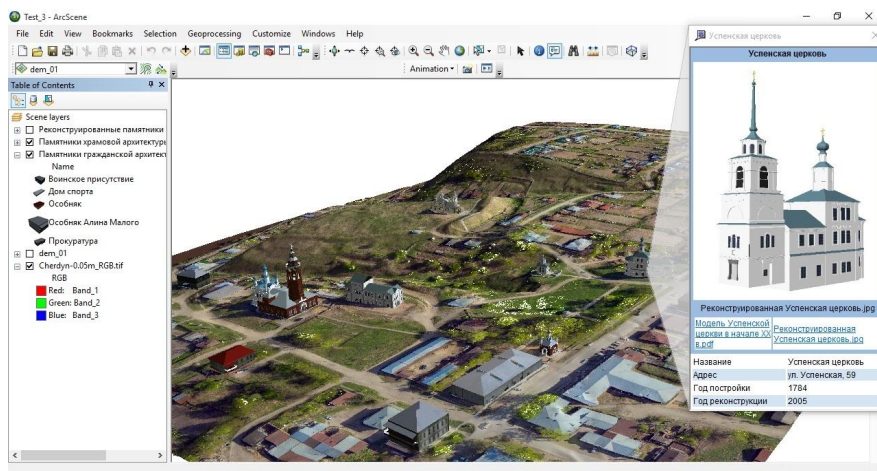


Рис. 3. ЦММ центральной части г. Чердыни

В результате проделанной работы создана трехмерная модель фрагмента историко-культурного ландшафта территории центральной части г. Чердыни, включающая 6 построенных трехмерных моделей памятников храмовой архитектуры, интегрированных в среде ArcGIS и представленных в виде проекта ArcScene. Созданный проект позволяет работать с географическими данными и осуществлять геопространственный анализ реконструированной части историко-культурного ландшафта.

Библиографический список

1. Жеребятнев Д. И., Моор В. В., Мишина Е. М. Виртуальная реконструкция объектов Страстного монастыря конца XIX - начала XX в.: источниковедческие аспекты, 3D-модели // Историческая информатика. Барнаул. 2015. № 1-2. С. 3-15.
2. Геопортал «Историко-культурное наследие Пермского края» [электронный ресурс] URL: <http://history-map.psu.ru> (дата обращения 15.06.2016)
3. ArcGIS Resources. Справочная библиотека ArcGIS [электронный ресурс] URL: <http://resources.arcgis.com/ru> (дата обращения 15.06.2016)
4. SketchUp. Официальный сайт [электронный ресурс] URL: <http://www.sketchup.com> (дата обращения 15.06.2016)

K. V. Plotnikov, S. V. Pyankov

Three-dimensional mapping of historical and cultural objects of the "old" Cherdyn

The paper deals with the technology of the virtual three-dimensional mapping of the monuments of temple architecture, the reconstruction of the two of them on the territory of the central part of Cherdyn, and their subsequent integration in ArcGIS.

Key words: 3D modeling, reconstruction, monuments of historical and cultural heritage, GIS, cartography

Plotnikov K. V., Graduate student of cartography and geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; plotnikovkir@yandex.ru

Pyankov S. V., Prof., head of cartography and geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; pyankovsv@gmail.com

Опыт эксплуатации ИАС «Лесной диспетчер Пермского края»

А.И. Пономарчук, Г.Д. Чечушков

В статье представлены итоги первого сезона эксплуатации ИАС «Лесной диспетчер Пермского края», предназначенной для мониторинга лесопожарной обстановки и организации работ по ликвидации лесных пожаров на территории Пермского края. Описан опыт практического применения в условиях пожароопасного сезона 2016 года, особенности, преимущества и недостатки. На основе работы, проведенной Региональной диспетчерской службы «Пермский лесопожарный центр», сформулированы предложения по актуализации базовых и тематических пространственных данных и развитию функциональности системы.

Ключевые слова: лесной пожар, мониторинг, Веб-сервис, геоинформационная система, пожарная опасность, ликвидация пожаров, промышленная эксплуатация.

Введение

Лесные пожары являются существенным фактором в хозяйственной и природоохранной деятельности значительной части регионов Российской Федерации. При этом каждый пожароопасный сезон отличается погодными условиями и меняющейся конфигурацией противопожарных сил и средств. Следует также иметь в виду изменения в ведомственном взаимодействии, что включает и смену арендаторов, участвующих в противопожарных мероприятиях. Основная управленческая нагрузка по обнаружению лесных пожаров, обеспечению ведомственного взаимодействия и организации мероприятий по тушению пожаров ложится на соответствующие региональные диспетчерские службы (далее РДС). В связи с ежегодной повторяемостью, существенным природным и экономическим воздействием лесных пожаров, можно утверждать, что обеспечение РДС информационной поддержкой на современном уровне является актуальнейшей задачей.

В рамках решения данной задачи в конце 2015 года, по инициативе Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, в Региональной диспетчерской службе СГБУ «Пермский лесопожарный центр» (http://priroda.permkrai.ru/about/subordinate_organizations/sgbu/) была

внедрена информационно-аналитическая система «Лесной диспетчер Пермского края» (далее Система)[1]. Разработчиком Системы является ГБУ Республики Коми «ТФИ РК» (<http://www.agiks.ru>), подготовку пространственных данных (включая сведения о лесном хозяйстве, составе противопожарных сил и средств и т.п.) обеспечил ГИС центр Пермского государственного национального исследовательского университета (<http://gis.psu.ru>).

Следует также иметь в виду, что РДС СГБУ «Пермский лесопожарный центр» (далее – РДС ПЛПЦ) является единственной структурой, которая отвечает за передачу официальной и достоверной информации о лесопожарной обстановке на территории Пермского края на местный (лесничества, лесхозы, пожарно-химические станции, авиаотделения), региональный (Администрация губернатора, Правительство Пермского края, Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии, ГУ МЧС, ГКУ «Гражданская защита») и федеральный (Департамент лесного хозяйства по Приволжскому федеральному округу, ФБУ «Авиалесоохрана») уровни взаимодействия[2-4].

Промышленная эксплуатация Системы в течение пожароопасного периода 2016 года показала эффективность принятых решений и целесообразность дальнейших усилий как по развитию функционала и информационного наполнения, так и по поддержке пространственных данных о лесном хозяйстве, расположении сил и средств пожаротушения и др., в актуальном состоянии.

Предпосылки внедрения и общие возможности Системы

Для понимания функциональности, структуры и состава Системы необходимо иметь в виду задачи, выполняемые РДС ПЛПЦ. В первую очередь это организация и контроль мониторинга пожарной опасности в лесах Пермского края с использованием авиационных, наземных служб и систем космического мониторинга. При обнаружении новых очагов лесных возгораний РДС ПЛПЦ обеспечивает координацию наземных, авиационных сил и средств пожаротушения и организует выполнение работ по тушению лесных пожаров. Кроме этого, поддерживается функционирование прямой линии лесной охраны по номеру 8-800-100-94-00[5].

Качественное и своевременное выполнение вышеперечисленных задач требует наличия информационной поддержки с использованием современных технологий как по сбору и своевременной передаче данных, так и по организации данных в виде, удобном для оперативного принятия решений. Необходим информационный продукт, который обеспечит быстрый поиск необходимой информации и упростит анализ всей совокупности геопространственных данных, включая местоположение и параметры очага, особенности местности, лесохозяйственные характеристики участка возгорания, транспортную доступность, сведения и размещении сил и средств пожаротушения и многое другое. Все это позволит снять часть рутинной нагрузки на сотрудников РДС ПЛПЦ и облегчит принятие

©Пономарчук А.И., Чечушков Г.Д., 2016

Пономарчук Алексей Иванович, к.ф.-м.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; aironomarchuk@gmail.com

Чечушков Григорий Дмитриевич, начальник РДС СГБУ «Пермский лесопожарный центр»; Россия, 614010, г. Пермь, ул. Маршутная, 14; chchushkov@yahoo.com

эффективных и своевременных оперативных решений при организации тушения лесных пожаров.

Указанные выше обстоятельства определили построение Системы, ее основные функциональные и структурные элементы. Информационное наполнение можно условно разделить на три блока: а) базовые пространственные данные с добавлением сведений о численности населения (информация, меняющаяся сравнительно медленно), б) тематические пространственные данные (обобщенные показатели пожарной опасности, пространственная конфигурация объектов и подразделений противопожарного назначения, особо охраняемые природные территории и данные лесохозяйственного назначения), в) внешние источники данных. Блок тематических данных изменяется сравнительно быстро – так, данные по договорам аренды могут обновляться ежемесячно, маршруты авиапатрулирования, места размещения и состав наземных сил и средств пожаротушения и др., актуализируются в соответствии с ежегодно утверждаемым Сводным планом тушения лесных пожаров на территории Пермского края (далее Сводный план). Блок внешних источников данных включает оперативную информацию, получаемую в режиме online из различных информационных систем. В настоящий момент это метеоданные и спутниковые данные о возможных очагах возгорания.

С точки зрения эксплуатации Системы, выделяется три основных функциональных блока: а) ввод оперативной информации (занесение и корректировка данных в паспорт пожара, в т.ч. – данных, получаемых по каналам связи, от служб авиационного патрулирования и т.п.), б) визуализация оперативной обстановки (отображение картографической обстановки с возможностью настройки детализации, выбора слоев данных и т.п.), в) регистрация итогов ликвидации пожара. Кроме того, в Системе реализован ряд вспомогательных сервисов, включая возможность построения авиационных маршрутов и средства взаимодействия с летчиками-наблюдателями, осуществляющими авиационное патрулирование. Последнее реализовано с помощью Мобильного приложения – специальной программы, устанавливаемой на планшетный компьютер под управлением ОС Windows 8. Более подробно описание Системы представлено в [1].

Опыт первого года промышленной эксплуатации

Общее описание работы в Системе. В течение пожароопасного сезона 2016 года ликвидировано 126 лесных пожаров при общей площади 343,44 га и средней площади одного пожара составила 2,73 га. Помимо подтвержденных пожаров, в РДС ПЛПЦ было обработано большое количество информации о случаях задымления, о неподтвержденных возгораниях по спутниковым данным, обращениях от граждан и организаций. Вся принимаемая информация должна быть оперативно обработана и передана соответствующим организациям согласно утвержденного регламента. С целью снижения потерь времени на создание и восприятие информации принято использовать единый формат – блок данных о пожаре

(предполагаемом или подтвержденном), объединенный в **паспорт пожара**. В Системе такой пожар отображается: картографически – в виде точки на карте, атрибутивно – в виде раскрываемого списка характеристик пожара. Данные паспорта пожара обновляются в оперативном режиме, так что формируемый в Системе отчет всегда соответствует актуальному состоянию данных. Паспорт пожара включает, в частности, информацию о местоположении пожара, параметры пожара, характеристику местности (включая лесохозяйственную), контактные данные ответственных лиц, задействованные силы и средства пожаротушения. В ходе тушения лесного пожара данные также оперативно меняются и становятся доступными пользователям Системы. При регистрации в системе нового пожара, пользователь получает краткое сообщение с основными параметрами очага. Все это существенно ускоряет процесс передачи и восприятия информации, снижает непроизводительную нагрузку и позволяет сосредоточиться на задачах управления.

Позитивный опыт эксплуатации. По итогам практической работы следует отметить ряд моментов, существенно повысивших эффективность работы РДС ПЛПЦ. Основные элементы перечислены ниже.

Понятный интерфейс системы (см. Рис. 1) обеспечивает быстрое ориентирование по карте с помощью сервисов перехода по координатам и поиску местоположения по названию населенного пункта. Слои пространственных данных отображают зоны ответственности подразделений наземной и авиационной охраны лесов, что облегчает быстрое ориентирование диспетчера РДС ПЛПЦ при получении первичной информации о лесном пожаре и принятие им оперативных решений о привлечении сил и средств пожаротушения.

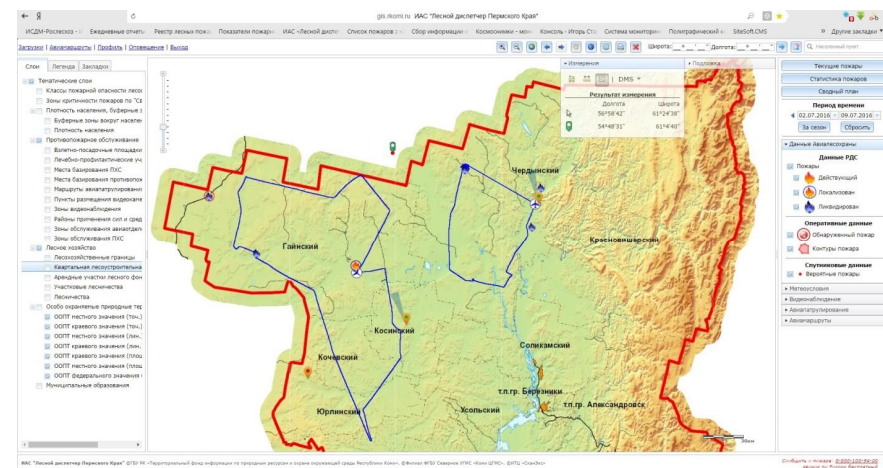


Рис. 1. Интерфейс Системы с отображением оперативной обстановки

В случае указания местоположения пожара по номеру квартала и названию участкового лесничества, диспетчер РДС ПЛПЦ осуществляет

ориентирование с помощью картографического слоя квартальной сети лесов Пермского края и границ участков лесничеств. Кроме того, скорость распространения лесного пожара (уровень потенциальной опасности пожара) может быть спрогнозирована на основе учета слоя с классом горимости насаждений.

Авиационное патрулирование осуществляется с помощью планшетного компьютера с установленным на нем специализированным Мобильным приложением. Данное приложение отображает запланированный маршрут движения, позволяет отмечать местоположение обнаруженного задымления и вводить характеристики пожара. После того, как летчик-наблюдатель ввел информацию в планшетный компьютер, она автоматически передается в Систему по беспроводным каналам связи, сразу же становясь доступной для диспетчера РДС ПЛПЦ. Для определения площади летчик-наблюдатель облетает контуры пожара по кромке, что также отображается в Системе.

Для проверки данных спутникового мониторинга (термоточки с аномально высоким превышением температуры над окружающим фоном) соответствующая информация (координаты предполагаемых очагов возгорания и фрагменты карт близлежащей местности) направлялась сотрудникам лесничеств для уточнения ситуации на месте. Из 44 детектированных термоточек подтверждено 8 пожаров на территории лесного фонда, остальные были квалифицированы как свалки, техногенные объекты и выжигание сухой травы.

Из прочих полезных возможностей Системы следует отметить сервис выгрузки информации с подробной картографией и характеристиками зарегистрированных лесных пожаров. Эти данные активно использовались сотрудниками противопожарных служб для составления схем пожаров и оценивания текущей лесопожарной обстановки. Включение контактной информации из Сводного плана существенно облегчает привлечение дополнительных сил и средств арендаторов лесных участков на тушения лесных пожаров.

Важным компонентом Системы является накапливаемый архив данных о пожарах, с возможностью выбора временного периода для проведения анализа работы лесопожарных служб. Так, перед началом пожароопасного сезона 2016 года диспетчера РДС ПЛПЦ внесли в архив Системы лесопожарную информацию о примерно 600 пожарах, зарегистрированных в период с 2011 по 2015 гг.

Система видеомониторинга леса. В начале 2016 года в РДС ПЛПЦ внедрена система видеомониторинга леса «Лесохранитель» (далее Система видеомониторинга), разработанная компанией ООО «Формоза-Сервис», г. Псков (<http://lesohranitel.ru>). На территории Пермского края в различных лесорастительных районах, на вышках сотовых операторов, установлено 10 видеокамер высокого разрешения (п. Ныроб, с. Коса, п. Усть-Березовка, с. Екатерининское, п. Калино, г. Кизел, г. Краснокамск, г. Оса, п. Верх-Суксун, г. Чайковский) с общим доступом для просмотра в режиме реального времени [6]. Принцип работы состоит в автоматическом детектировании дымового

облака и передаче соответствующего звукового сигнала о потенциальном лесном пожаре. Звуковая и видеoinформация в реальном времени передается по каналам беспроводной связи в глобальную сеть, обеспечивая тем самым дополнительный визуальный контроль РДС ПЛПЦ над лесопожарной обстановкой. В настоящее время система «Лесохранитель» считается лучшим решением по организации видеомониторинга леса посредством видеокамер.

Система видеомониторинга не требует установки специализированного программного обеспечения на компьютер конечного пользователя и может функционировать на любой операционной системе при наличии доступа в интернет. При получении звукового уведомления диспетчер РДС ПЛПЦ (так же, как и любой авторизованный пользователь Системы) с помощью Веб-интерфейса просматривает полученные видеоданные и визуально проверяет наличие лесного пожара. Подключение к Системе видеомониторинга реализовано через интерфейс Системы. Имеется возможность детального просмотра и управления видеопотоком, определять местоположение изображения на карте с нанесенной квартальной сетью. Все камеры могут отображаться на мониторе одновременно, видеопоток архивируется на сервер системы, и при необходимости можно выбрать запись на любую дату. Так, в течение пожароопасного периода 2016 года в прямой видимости камеры наблюдалось 10 торфяных пожаров на территории Краснокамского муниципального района (см. Рис. 2). Специалисты РДС ПЛПЦ ежедневно проводили мониторинг очагов горения.

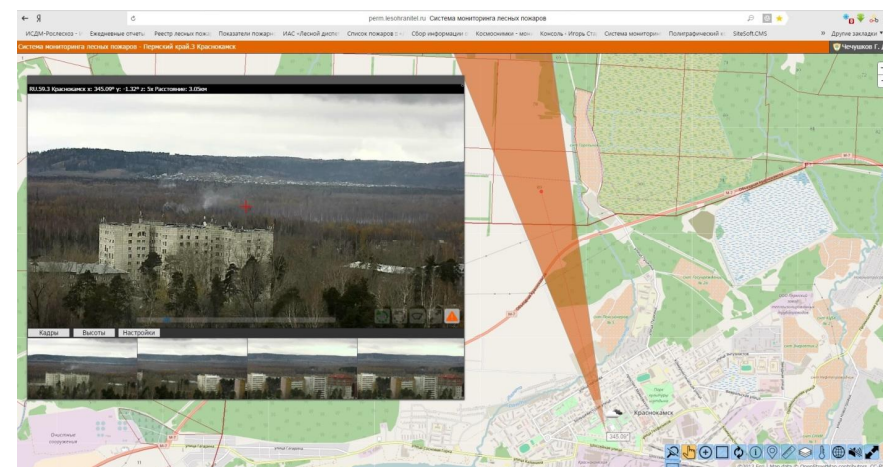


Рис. 2. Информация с видеокамеры, размещенной в г. Краснокамск

Проблемы, обнаруженные в ходе эксплуатации. Наряду с отмеченными позитивными моментами, в ходе промышленной эксплуатации Системы обнаружен ряд недостатков, перечисленных ниже.

Так, для осуществления полноценного контроля лесопожарной обстановки на приграничной территории Республики Коми и Пермского края

необходимо объединение данных с обеих систем с целью отображения общей картографической и оперативной информации о лесных пожарах.

В удаленных районах могут наблюдаться сбои в работе систем сотовой связи и спутниковой навигации, обусловленные закрытостью пространства в кабине воздушного судна, маневрами при осмотре лесного пожара и быстрой сменой высот. В частности, при проведении авиационного мониторинга на границе с Республикой Коми и в горной местности на территории, граничащей со Свердловской областью, имели место случаи отсутствия сигналов сотовой связи и спутниковой навигации. Это негативно сказывалось на времени передачи данных о движении воздушного судна.

При определении местоположений пожаров ряде случаев имело место несовпадение нумерации кварталов отдельных лесничеств, что свидетельствует о необходимости актуализации лесохозяйственной информации – в частности, об арендуемых участках леса. Это общая проблема, которая должна решаться в рамках актуализации информации об арендаторах.

Возможные направления развития Системы

Основываясь на результатах промышленной эксплуатации и учитывая известную проблематику лесохозяйственной деятельности, уместно сформулировать итоговые предложения по направлениям поддержки и развития Системы. С учетом наличия у диспетчеров РДС ПЛПЦ практического опыта работы, в рамках поддержки Системы целесообразно сосредоточиться на задаче актуализации пространственных данных – базовых и тематических пространственных данных. Первое важно в силу того, что имеющийся картографический материал устарел и не обеспечивает должную достоверность, в частности, по автодорожной сети, по населенным пунктам и т.п. Эти данные имеют большое значение на этапе принятия решений по организации противопожарных мероприятий. Уточнение и своевременная (в т.ч. периодическая) актуализация тематических данных также необходимы. В основном речь идет о арендных участках, квартальной сети, структуре сил и средств противопожарных служб. При этом часть данных относится к лесохозяйственной деятельности, часть – к Сводному плану. Основываясь на критерии востребованности данных, можно выделить следующие компоненты такой актуализации:

1. Оперативная актуализация. Обновление данных по договорам аренды, устранение отдельных ошибок и несоответствий, обнаруживаемых в процессе эксплуатации Системы, а также внеплановое обновление данных Сводного плана (например, маршрутов авиапатрулирования). Производится в течение пожароопасного сезона в режиме поддержки.
2. Актуализация данных Сводного плана. Включает обновление данных по размещению (составу) сил и средств противопожарных служб, включая соответствующую информацию по арендаторам. Работа должна выполняться ежегодно после утверждения Сводного плана, в период до начала пожароопасного сезона.

3. Актуализация лесохозяйственной информации. В основном это конфигурация квартальной сети и пространственные данные по участкам аренды. В силу исторических причин, имеющаяся информация о границах и, особенно, о нумерации лесных кварталов, содержит большое количество ошибок. Данные по арендуемым участкам опираются на квартальную сеть и, в отличие от нее, могут меняться несколько раз в течение года.

Мобильное приложение позволяет существенно расширить возможности специалистов, работающих на местности, а также повысить точность и актуальность информации, передаваемой в Систему. В настоящее время область его применения ограничена сравнительно небольшим перечнем планшетных компьютеров под управлением ОС Windows. Разработка приложения на более распространенной платформе ОС Android позволила бы обеспечить мобильными устройствами не только летчиков-наблюдателей, но и специалистов различных наземных служб, отвечающих за тушение лесных пожаров.

Помимо задачи актуализации базовых и тематических пространственных данных следует иметь в виду дополнительные возможности Системы, не реализованные в настоящее время. В первую очередь это доведение лесоустроительной информации до повыделного уровня с целью повышения точности идентификации мест возгораний, и соответственно – оптимального планирования противопожарных мероприятий. Использование мозаичных покрытий аэрокосмической съемки, в том числе сверхдетальной, может дать дополнительную актуальную информацию о местности в районе очага возгорания. Побочным результатом такой работы будет дополнительная возможность для обнаружения незаконных рубок леса.

Выводы

Первый год промышленной эксплуатации Системы показал ее работоспособность, повысив возможности и надежность работы РДС ПЛПЦ. Так, в течение пожароопасного сезона 2016 года не было ни одного сбоя в оповещении заинтересованных служб и ведомств о лесопожарной обстановке на территории Пермского края.

Существенно упростился и ускорился анализ лесопожарной обстановки за необходимый период времени, результаты наземного и авиационного мониторинга пожарной опасности, а также оперативная обстановка в лесах Пермского края, стали доступны в режиме реального времени всем заинтересованным лицам, имеющим доступ к глобальной сети. Организован ежедневный мониторинг приграничной территории Республики Коми и Пермского края.

ИАС «Лесной диспетчер Пермского края» является информационным продуктом, имеющим, помимо информационной поддержки РДС ПЛПЦ, перспективу в плане расширения информационного наполнения и функционала, что позволит расширить круг задач по охране лесов и

лесохозяйственной деятельности. Сформулирован перечень приоритетных направлений поддержки и развития Системы.

Библиографический список

1. Поливедкин Д.В., Терентьев А.В., Шевелев Д.А., Пономарчук А.И., Кедров А.В. Внедрение ИАС «Лесной диспетчер Пермского края». Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр./Перм.гос.нац.исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – Вып.8. – 132 с., С. 86-98.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.08.2011 № 687 «Об утверждении правил осуществления контроля за достоверностью сведений о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах» (в ред. Постановлений Правительства Российской Федерации от 01.11.2012 № 1128, от 09.06.2014 № 536).

3. Приказ Рослесхоза от 28.05.2012 № 218 «Об утверждении Методических указаний по вопросам организации и функционирования специализированных диспетчерских служб органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченных в области лесных отношений».

4. Приказ Минприроды России от 22.07.2014 № 331 «Об утверждении состава и формы предоставления сведений о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах».

5. Приказ Рослесхоза от 29.05.2012 № 226 «Об организации работы «прямой линии лесной охраны».

6. Система мониторинга лесных пожаров Пермского края: камеры видеонаблюдения. URL: <http://perm.lesohranitel.ru/> (дата обращения: 26.10.2016).

A.I. Ponomarchuk, G.D. Chechushkov

The introduction of Spatial Decision Support System "Forest Controller of the Perm region"

The article presents SDSS "The Forest Controller of the Perm region" destined for monitoring the forest fire situation and elimination of forest fires in the Perm region. The practical operation experience during 2016 fire season is described, the features, advantages and disadvantages. Based on work carried out by Regional Dispatch Service "Perm Forest Fire Centre" the proposals for updating the basic and thematic spatial data and the development of system functionality have been made.

Keywords: forest fire, monitoring, web services, geographic information system, fire danger, fire suppression, commercial operation

Ponomarchuk A.I., candidate of physico-mathematical sciences, senior lecturer of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; aiponomarchuk@gmail.com

Chechushkov G.D., head of Regional Dispatch Service «Perm Forest Fire Centre»; 614010, Russia, Perm, Marshrutnaya st., 14; chechushkov@yahoo.com

УДК 528.94:528.97

Разработка условных знаков для серии тактильных карт субъектов Российской Федерации

Я.Г. Пошивайло, Ю.Ю. Лесневский, Ю.Н. Андрюхина

В статье рассмотрены вопросы разработки условных знаков для серии тактильных карт на территорию субъектов Российской Федерации. Такие карты предназначены для использования незрячими и слабовидящими гражданами.

Ключевые слова: тактильная картография, тактильные карты, система условных обозначений, тактильное восприятие, граждане с нарушениями зрительной функции

Ежегодно в России признаются инвалидами до 1 миллиона человек, этот факт обусловлен рядом медицинских, психологических, экологических, техногенных и многих других причин. Предметы, используемые в повседневной жизни, городская инфраструктура, элементы планировки и застройки, устройства коммуникации совершенствуются с каждым годом, но все они предполагают, что пользователь имеет возможность слышать, говорить, видеть и свободно осязать их. В России проживает более 1 миллиона граждан с нарушениями зрительной функции. Из них, по данным Всероссийского общества слепых, насчитывается около 209 тыс. человек инвалидов по зрению.

© Пошивайло Я.Г., Лесневский Ю.Ю., Андрюхина Ю.Н., 2016

Ярослава Георгиевна Пошивайло, к.т.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Сибирского государственного университета геосистем и технологий; Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10; yaroslava@ssga.ru

Юрий Юрьевич Лесневский, директор Новосибирской областной специальной библиотеки для незрячих и слабовидящих (НОСБ); Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Крылова, 15; lib@sibdisnet.ru

Юлия Николаевна Андрюхина, магистрант кафедры картографии и геоинформатики Сибирского государственного университета геосистем и технологий; Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10; andryukhina.yuliya@yandex.ru

Карта издревле является одним из главных визуальных средств познания мира. Специальный раздел картографии – тифлокартография (тактильная картография), – ориентирован не на привычное всем визуальное, а на тактильное восприятие картографического изображения, и занимается не только разработкой теоретических основ картографирования для незрячих и слабовидящих, но и практическими навыками создания специальных карт [1]. На сегодняшний день задача создания тактильных картографических материалов, является актуальной и требует дальнейшего исследования.

Необходимость обеспечения условий для ориентирования в окружающем мире привела к созданию некоторого количества специальных карт для незрячих и слабовидящих пользователей, однако содержание и форма представления информации на таких картах требует дальнейшего развития. Это, во-первых, связано с тем, что далеко не каждый составитель карты является специалистом-картографом. В связи с этим возникает целый ряд собственно картографических ошибок, связанных, например, с пространственной привязкой и генерализацией объектов на таких картах. Во-вторых, по существу нет достаточного объема исследований и апробированной системы условных обозначений для использования на тактильных картах, которые бы гарантировали их однозначное восприятие незрячим человеком.

В Сибирском государственном университете геосистем и технологий с 2013 года ведется целенаправленная работа по разработке научно-методических основ тактильного картографирования [6]. В тесном сотрудничестве с Новосибирской областной специальной библиотекой для незрячих и слабовидящих был создан тактильный аудиовизуальный комплекс «Олимпийский парк г. Сочи», который был представлен в апреле 2014 г. в рамках X международной выставки Интерэкспо Гео-Сибирь, г. Новосибирск (рис. 1). В таком комплексе, в дополнение к тактильной картографической поверхности, используются сенсоры с несколькими уровнями вложения аудио информации. Для улучшения осязательного восприятия пространственных свойств предметов, на тактильной поверхности комплекса были размещены трехмерные макеты олимпийских стадионов, смоделированные в программе трехмерной графики и затем напечатанные на 3D принтере.

Также нашими коллегами в МГУ Ломоносова ведутся работы, результатом которых явился тактильный атлас Москвы, выполненный методом переноса изображения на специальной микрокапсульной рельефообразующей бумаге. В данном картографическом произведении совмещены шрифт Брайля и цветная печать [5].

Как уже было сказано выше, условные знаки для тактильных карт требуют совершенствования, и в связи с этим ниже нами предлагается подход к разработке условных знаков и его апробация в рамках проекта «Методика создания серии тактильных карт субъектов Российской Федерации»

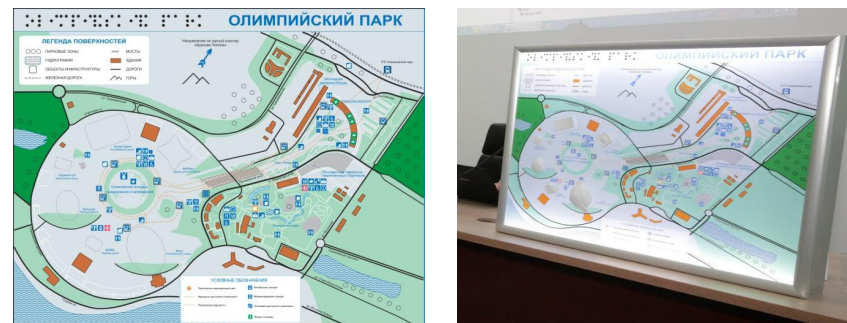


Рис. 1. Оформительский оригинал тактильной карты и созданный на его основе тактильный аудиовизуальный комплекс

Графика является важнейшим средством отражения действительности. С ее помощью передается форма предметов, раскрываются процессы и явления окружающей действительности. Познавательная информация, содержащаяся в графике, существенно пополняет знания незрячего или слабовидящего человека в сфере науки, культуры, техники. С помощью изображений они проникают в суть вещей и явлений, схватывают и «опредмечивают» внутренние, скрытые от непосредственного восприятия свойства предметов, процессы и явления [2;7].

Исследования показывают, что правильность форм, их четкие границы, наличие округлых форм, оказывают большое влияние на познание окружающей действительности. Для людей с полной или частичной потерей зрения необходимым условием правильного восприятия является достаточная угловая величина объектов, их контрастность, яркость, необходимый уровень освещенности и прочее, что достигается за счет применения оптических средств коррекции и использования наглядных пособий, соответствующих требованиям аномального зрительного восприятия [4].

Одной из главных особенностей создания нового поколения тактильных карт в настоящее время является возможность их совместного использования как незрячими и слабовидящими, так и пользователями со зрением уровня нормы. Для этого данные типы карт должны быть равно информативными для разных категорий потребителей.

Согласно исследованиям, проводимым на базе Новосибирского национального исследовательского государственного университета А.Ю. Игумновым под руководством канд. биол. наук Е.А. Дорошевой, были сделаны выводы о том, что тактильное восприятие мужчин и женщин имеет определенные различия [3]. По данным этого локального исследования, женщины быстрее и лучше воспринимают тактильную графику. Помимо различия восприятия в половой принадлежности, были замечены и

возрастные отличия восприятия. Молодые люди распознают знаки и линии быстрее и эффективнее, чем люди старшего возраста.

Ссылаясь на научные исследования А.Ю. Игумнова и А.Г. Литвака, можно сделать вывод о том, что для создания тактильных карт, следует использовать больше округлых фигур, так как пользователи, которые знакомы с азбукой Брайля, лучше их воспринимают и не путают с угловатыми фигурами. Использование условных знаков квадратных и прямоугольных форм, следует свести к минимуму, в виду плохого восприятия. А если и использовать их – то только в определенных, не частых вариантах отображения на карте, и в крупных размерах. Что касается создания различных границ и отображения линейных объектов, они должны иметь достаточную толщину в масштабе карты для уверенного распознавания, помимо этого, не должно быть идентичных линий, определяющих объекты разных классов, различающихся некоторой малой характеристикой (например, толщиной в 0,5 мм в масштабе карты). В результате социологического эксперимента Игумнова, было разработано 60 условных знаков фигур и 20 условных знаков линии (рисунок 2).

Это разработки имеют большое значение, однако они требуют проведения дополнительных исследований на более широкой выборке незрячих пользователей. Также при создании тактильных картографических материалов с большим объемом пространственных данных, количество условных знаков, разработанных А.Ю. Игумновым может оказаться недостаточным. Кроме того, в исследовании не тестировались условные обозначения площадных объектов.

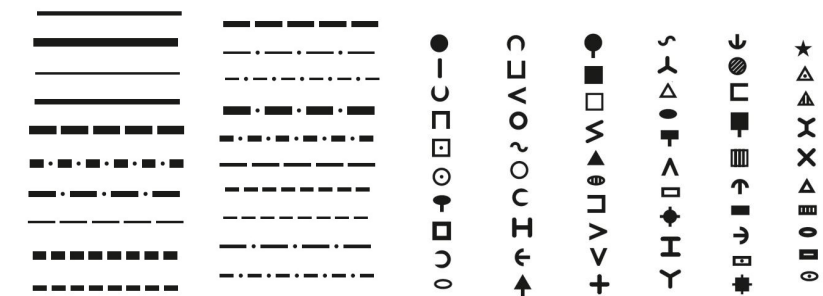


Рис. 2. Условные знаки А.Ю. Игумнова

Основным источником, которым руководствуются создатели тактильных картографических материалов в мире, является Канадский стандарт [8].

В нем приведены примеры и варианты использования комбинаций площадных и линейных объектов (рис. 3, 4). Необходимо отметить, что количество текстур, принятых в стандарте равно 38. Однако, ввиду того, что, человек с ограниченными функциями зрения плохо воспринимает схожие

виды текстур, использовать несколько текстур из одной группы запрещено. Поэтому максимальное число возможных текстур равно 21.

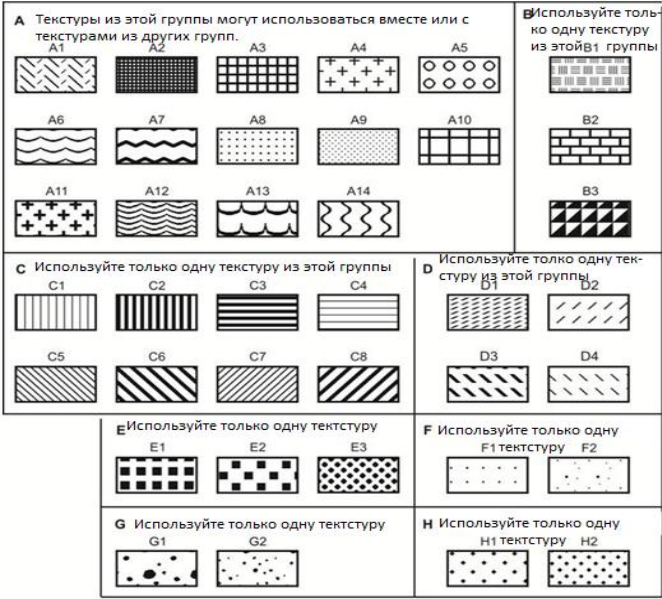


Рис.3. Палитра текстур, используемая в Канадском стандарте

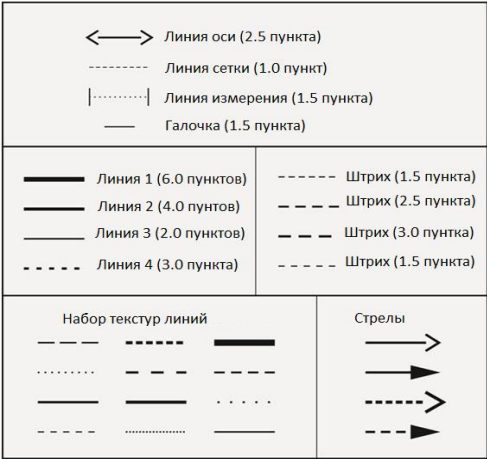


Рис.4. Стили линий, используемые в Канадском стандарте

В связи с этим, с учетом различных технологий рельефной печати, таких как печать на микрокапсульной бумаге или УФ-печать на пластике, необходимо продолжить исследования таких стилей линий и текстуры.

На сегодняшний день, базовые картоосновы создаются с использованием геоинформационного программного обеспечения. Такое обеспечение позволяет создавать цифровые модели карт, как основу для тактильных карт. Кроме того, геоинформационное программное обеспечение позволяет оперативно создавать карты требуемой точности, выполнять их анализ, осуществлять взаимодействие с различными графическими редакторами, с целью дополнения полученных карт художественными условными знаками.

Таким образом, разработка единой методики создания серии тактильных карт субъектов Российской Федерации должна быть основана, в том числе, и на использовании геоинформационных технологий.

Библиографический список

1. Агилера Дельгадо Т. П. Развитие тактильной картографии за рубежом // *Геодезия и картография*. – 2009. – № 1. – С. 28–30.
2. Ермаков В. П. Графические средства наглядности для слабовидящих, Учебное пособие. – М.: ВОС, –1988. – 20 с.
3. Изумнов А. Ю. Особенности тактильного восприятия рельефной графики у людей с ограниченными возможностями зрения // *Новосибирский государственный университет. НГУ, Материалы 53-й Международной научной студенческой конференции «Психология»*. – 2015. – С. 89–90.
4. Литвак А.Г. Психология слепых и слабовидящих – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, – 1998. – 271 с.
5. Медведев А.А., Алексеенко Н.А., Васёв М.К., Тактильный атлас Москвы – комплексное картографическое произведение для незрячих // *Геодезия и картография*. – 2016. – № 7. – С. 8–14.
6. Пошивайло Я.Г., Дмитриев Д.В., Лесневский Ю.Ю. Современное состояние и перспективы развития тактильной картографии // *ИнтерКарто – Интер-ГИС-2014 «Устойчивое развитие территорий: картографо-информационное обеспечение»: Сб. материалов Международной конференции, 23-24 июля, Белгород БГНИУ, – Белгород: 2014. – С. 607–609.*
7. Соколов В.В. Эволюция тифлоинформационных средств // *Дефектология*. / Ред. Н.Н. Малофеев, И.А. Коробейников. – 2009. – №5. – С. 57–63.
8. <http://brailleauthority.org/tg/web-manual/Guidelines> and Standards for Tactile Graphics, 2010, Web Version - February 2012

Y.V. Poshivaylo, Y.V. Lesnevsky, Y.N. Andryukhina Development of symbols for a series of tactile maps of regions of the Russian Federation

The article discusses the development of symbols for tactile maps concerning territories of the Russian Federation. These maps are designed for blind and visually impaired citizens.

Key words: tactile cartography, tactile maps, the system of symbols, tactile perception, visually impaired citizens.

Poshivaylo Y.V., candidate of technical Sciences, senior lecturer of Cartography and Geoinformatics Department, Siberian state university of geosystems and technologies; 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotony St., 10; yaroslava@ssga.ru

Lesnevsky U.V., Director of Novosibirsk Regional Special Library for the Blind and Visually Impaired; 630091, Russia, Novosibirsk, Krylova St.,15; lib@sibdisnet.ru

Andryukhina Y.N., graduate student of department of Cartography and Geoinformatics, Siberian state university of geosystems and technologies; 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotony St., 10; andryukhina.yuliya@yandex.ru

УДК 004: 338.48

Создание геоинформационной системы особо охраняемых природных территорий для целей туризма

О.С.Сергеева, А.А. Громцева

В данной статье рассмотрены особо охраняемые природные территории как объекты туризма. Предложена методика создания геоинформационной системы для туристической деятельности в пределах особо охраняемых природных территорий Пермского края.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, туризм, ГИС.

В связи с усилением антропогенной нагрузки на природную среду в современном обществе возникает множество экологических проблем, из которых выделим две. Первая связана с необходимостью сохранения особо ценных природных объектов, их восстановления и охраны. Для этого и создаются системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) с

©Сергеева О.С., Громцева А.А., 2016

Сергеева Ольга Сергеевна, к.б.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: oikeo@mail.ru

Громцева Александра Алексеевна, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; agromtseva@mail.ru

установленным правовым режимом. Вторая проблема – это использование этих ценных природных ресурсов для решения научных, культурных, образовательных и воспитательных задач. Среди них особое место занимает экологический туризм, осуществление которого связано с посещением нетронутых и минимально изменённых деятельностью человека ландшафтных комплексов, отличающихся большим разнообразием элементов природы и высокой аттрактивностью. Как следствие, возникает еще одна задача – необходимость разработки оптимальных вариантов использования этих природных ресурсов в туристических и рекреационных целях. Экологический туризм должен развиваться в гармонии с природой, не нарушая её целостности и стабильности.

Согласно определению, данному в законе, особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [5]. Для каждой ООПТ законом и специальными нормативными актами устанавливается специальный режим охраны и ограничения природопользования в зависимости от ее статуса и назначения.

Системы особо охраняемых природных территорий могут быть различных уровней (федерального, регионального и местного), каждый из которых имеет определенное значение в развитии экотуризма [6].

По состоянию на 2016 год на территории Пермского края представлены федеральные, региональные и местные объекты. Федеральные ООПТ – государственные природные заповедники «Басеги» и «Вишерский». 283 ныне существующих ООПТ регионального значения представлены государственными природными заказниками (21), памятниками природы (114), историко-природными комплексами и объектами (5), природными резерватами (46) и охраняемыми ландшафтами (97). На территории края имеется также 114 ООПТ местного значения [8]. Такое разнообразие природных комплексов на территории края представляет большой познавательный интерес как для жителей края, так и для гостей, желающих непосредственно побывать в этих далеких уголках природы.

В этом отношении очень привлекательными, с позиций развития туристско-рекреационной деятельности, представляются заповедники Пермского края, но они имеют достаточно жёсткий режим охраны, ограничивающий их посещение. Экологические тропы заповедников могут использоваться очень ограниченным числом посетителей, что соответствует самой идее создания заповедных зон. Но остается немало экологических троп в непосредственной близости от заповедников, которые не закрыты для посещения, а лишь требуют соблюдения определенных правил, необходимых для сохранения первозданности природных комплексов. Экологическая тропа – это маршрут, проходящий через различные природные объекты,

имеющие эстетическую, природоохранную, историческую ценность. Назначение тропы – охрана природы через непосредственное экологическое образование, воспитание, обучение, знакомство с конкретными задачами охраны природы в данной местности [4]. В этом отношении хороша идея создания национальных парков, которые могут включать в себя как заповедные зоны, так и зоны, доступные для туризма и рекреации.

Отметим также туристический интерес к памятникам природы. Ими могут быть какие-либо уникальные, необычные, эстетически ценные природные объекты, которые обладают особой привлекательностью для посетителей. Памятники природы имеют также эколого-просветительское значение (проведение учебно-познавательных экскурсий, создание и обустройство экологических учебных троп, снятие видеофильмов, фотографирование с целью выпуска полиграфической продукции).

Наиболее мягкий режим имеют рекреационные территории, которые должны обладать благоприятным для развития отдыха и туризма сочетанием климата, водоёмов, рельефа, растительности, культурно-исторических достопримечательностей и уникальных памятников природы [2].

В мировой практике основным способом учёта туристско-рекреационных ресурсов является кадастр. Рекреационный кадастр – это свод данных о территориях, выделенных для отдыха и восстановления (поддержания) здоровья людей, перечень рекреационных объектов, угодий и явлений. Рекреационный кадастр включает сведения об эстетической ценности, степени сложности маршрутов, доступности их для разных категорий отдыхающих и др.

Составление регионального кадастра туристско-рекреационных ресурсов должно основываться на паспорте туристских объектов, включающем идентификационный номер; ведомственную принадлежность; карту расположения; фото; формализованное описание ключевых характеристик; оценку современного использования в туристской деятельности.

В результате целенаправленной обработки материалов рекреационного кадастра может быть разработано рекреационное районирование, т.е. установление на местности и на топографической основе зон рекреации. На современном этапе этих данных недостаточно для рационального природопользования и кадастр не может выполнять только регистрационную функцию, поскольку должны существовать систематизированные сведения об экономическом и экологическом состоянии рекреационных зон. Рекреационное районирование должно вестись таким образом, чтобы территории использовались наиболее эффективно экономически, без вреда природе. Разработка научных принципов рекреационного районирования позволит в дальнейшем выявить перспективные, ещё не освоенные территории, правильно определять их туристическую направленность и использовать с учётом опыта других территорий со схожими параметрами.

Развитие информационных технологий требует представления кадастра туристско-рекреационных ресурсов не только в традиционной бумажной, но

и в электронной форме, наиболее удобной для потребителей. Удобным инструментом создания кадастра туристско-рекреационных ресурсов служат ГИС-технологии, использование которых позволяет обеспечить доступность и высокую степень точности представленной пространственной информации, возможность проведения несложных аналитических операций, оперативность обновления данных.

Основное назначение кадастра туристско-рекреационных ресурсов заключается в предоставлении туристам и другим заинтересованным лицам информации о туристских возможностях региона. Применение кадастра способствует увеличению объёма туристских потоков, продвижению регионального туристского продукта на международный рынок туризма, в целом экономическому развитию региона [3].

Так как ООПТ Пермского края обладают высоким потенциалом для развития туризма, мы предлагаем разработать такую геоинформационную систему (ГИС), которая помогала бы туристам облегчить поиск информации по интересным местам, маршрутам и объектам туристской инфраструктуры. Разработка такой системы будет способствовать не только развитию туристического бизнеса, но и обеспечивать соблюдение требований экологического законодательства, поддержание правового режима территорий и их сохранение.

Источниками информации для разработки ГИС могут быть справочные материалы о состоянии окружающей среды региона и отдельных районов, размещенные на официальных сайтах, данные федеральных и региональных специально уполномоченных органов по охране окружающей среды, сведения из Перечня особо охраняемых природных территорий регионального значения Пермского края [8]. Отметим также, что хорошим источником для красочного оформления материалов и их дополнения интересными подробностями о местных сказаниях, традициях могут послужить различные научно-познавательные и популярные книги о туризме, например, «По Вишерскому Уралу. Памятники природы и туристские достопримечательности»[1].

Предполагается, что в ГИС будут отражены следующие объекты:

- ООПТ Пермского края;
- экологические тропы;
- туристская инфраструктура: туристские базы, гостиницы, кемпинги, объекты общественного питания и т.д.

Первый этап создания ГИС включает создание картографических слоёв, а также заполнение атрибутивных данных. Данные процедуры будут реализованы в среде программы ArcGIS 10.1.

Второй этап представляет собой подготовку топографической основы, настройку слоёв.

На третьем этапе предполагается создание удобного пользовательского интерфейса.

Использование ГИС позволит пользователям составлять наиболее оптимальные маршруты с учетом индивидуальных особенностей самих

пользователей, группы, времени в пути, организации отдыха и досуга. Разработка такой системы будет способствовать не только развитию туристического бизнеса региона, но и обеспечивать соблюдение требований экологического законодательства, поддержание правового режима территорий и их сохранение. Таким образом, данная ГИС будет полезным ресурсом для туристов, которые планируют свой отдых.

Библиографический список

1. Бахарев П.Н., Колбин В.А., Семёнов В.В. По Вишерскому Уралу. Памятники природы и туристские достопримечательности. Т.2 – Соликамск: Типограф, 2012.- 248 с.
2. Дубовский А.В., Подрядчикова Е.Д. Геоинформационные аспекты формирования рекреационного кадастра. //Интерэкспо Гео-Сибирь. Выпуск №3, т.3, 2013.С. 103-108.
3. Киприна Е.Н. Туристское ресурсоведение: учебное пособие. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2014. С. 27.
4. Маладаева О.К., Цырендоржиева Т.Б. Экологическая тропа как форма экологического образования и оптимизации рекреационной деятельности//Вестник Бурятского государственного университета. Выпуск №4, 2010.С. 45.
5. Об особо охраняемых природных территориях: федер. закон от 14.03.1995 г.№ 33-ФЗ // Доступ из СПС «Консультант Плюс» (дата обращения 16.10.2016).
6. Оборин М.С., Девяткова Т.П., Воронов Г.А. Качественная оценка туристско-рекреационного потенциала особо охраняемых природных территорий (на примере Пермского края)//Вестник Удмуртского университета. Выпуск №2, 2011. С. 36-42.
7. Особо охраняемые природные территории[Электронный ресурс]: Официальный сайт МПР Пермского края. URL:<https://priroda.permkrai.ru/environment-control/oopt/>(дата обращения 16.10.2016).
8. Природа Пермского края. [Электронный ресурс]: Официальный сайт. URL: <http://www.permecology.ru/oopt> (дата обращения: 16.10.2016).

O.S. Sergeeva, A.A. Gromtseva

The creation of geographic information system of protected areas for tourism purposes

In this article protected areas are as are considered as tourist objects. The methodology of creation of geographic information system for tourist activities within protected areas in Perm region is suggested.

Keywords: protected areas, tourism, GIS.

Sergeeva O.S., candidate of biology, senior lecturer of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; oikeo@mail.ru

Gromtseva A.A., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; agromtseva@mail.ru

УДК 004.9

Использование ArcGIS Network Analyst при решении транспортных задач на примере АО Соликамскбумпром

А.В. Тарасов

В данной статье приведен пример использования модуля Network Analyst в составе программы ArcGIS для решения базовых транспортных задач в лесном хозяйстве (на примере АО Соликамскбумпром).

Ключевые слова: дорожный граф, лесное хозяйство, Network Analyst.

Сегодня геоинформационные технологии в том или ином виде используются во всех сферах жизни. Не является исключением и лесное хозяйство. Лесное хозяйство – это сложная отрасль, которая интегрирует в себе множество практических и теоретических задач. Поэтому внедрение ГИС-технологий должно упростить принятие грамотных, быстрых и взвешенных решений.

Одним из актуальных вопросов является оптимизация различных процессов, что ведет к снижению затрат и себестоимости. Примером таких задач является поиск оптимального маршрута вывоза заготовленного леса до места обработки, размещения пунктов обслуживания техники и т.д. и т.п. Так как площади арендованных участков увеличиваются, и расстояние между местом заготовки леса и его обработки может достигать сотен километров, становится важным максимально эффективно управлять имеющимися ресурсами.

©Тарасов А.В., 2016

Тарасов Андрей Владимирович, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; andrew.tarasov1993@gmail.com

В данной работе описывается решение типичных транспортных задач с учетом различных факторов на примере одного из арендаторов Пермского края (Соликамскбумпром) с помощью модуля ArcGIS Network Analyst.

АО «Соликамскбумпром» – один из лидеров целлюлозно-бумажной промышленности России. Это современное, динамично развивающееся предприятие с передовым уровнем производства. Предприятие выпускает высококачественную газетную бумагу. Продукция АО «Соликамскбумпром» востребована ведущими издательствами страны и мира.

Построение дорожной сети

Для выполнения анализа, в первую очередь, получить актуальную информацию о состоянии дорожной сети на территории аренды АО Соликамскбумпром (СЦБК) и на основе этих данных построить граф дорожной сети. Территория аренды сейчас составляет 952 тыс. га с расчетной лесосекой 1,9 млн м³, в том числе по хвойному хозяйству 1,3 млн м³[4]. Территориально она располагается в 9 административных районах.

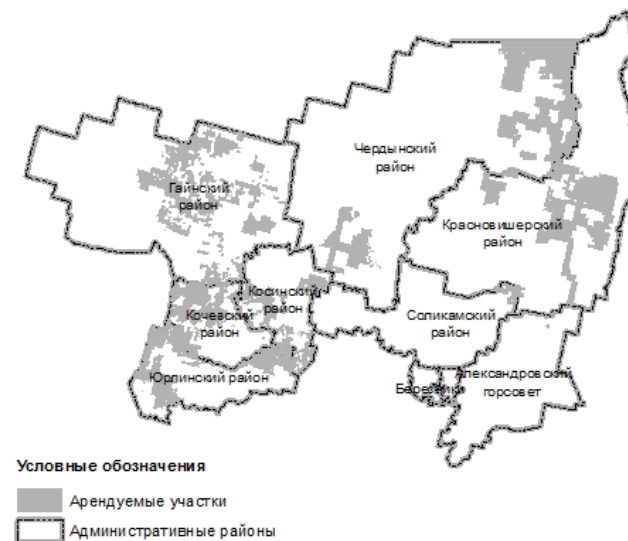


Рис. 6. Территория аренды СЦБК

В качестве наиболее актуального источника информации использовались данные дистанционного зондирования Земли. На данную территорию существует мозаика, созданная из снимков SPOT-5,6, которая имеет пространственное разрешение 5 метров[1]. Помимо этого, использовались дополнительные источники информации - материалы территориального планирования соответствующих административных единиц. При векторизации объектов дорожной сети учитывалось их покрытие. Были выделены классы грунтовых и прочих лесных дорог. Дороги с асфальтовым покрытием были выделены согласно данным краевого государственного бюджетного учреждения «Управление автомобильных

дорог и транспорта» Пермского края[3]. Также у полученного слоя была проверена топология и атрибуты.

Для дальнейшего анализа необходимо построить граф дорожной сети. В общем смысле граф представляется как множество вершин (узлов), соединённых рёбрами. Построение выполнялось в программе ArcGIS, а для анализа использовался модуль Network Analyst. Созданный граф содержит 14218 ребер и 5381 поворотов.

Построение оптимального маршрута

ArcGIS Network Analyst может с успехом применяться предприятиями, общественными службами и другими организациями, помогая вести свою деятельность более эффективно и принимать более выгодные стратегические решения. Данные о том, кто нуждается в их товарах или услугах помогут таким организациям лучше понимать текущую и потенциальную динамику рынка. Можно сократить транспортные расходы, оптимально распределив остановки и определив кратчайшие пути между этими остановками с учетом ограничивающих факторов, таких как временные интервалы/окна, вместимость машин и максимальное время в пути. Уровень обслуживания клиентов можно повысить за счет сокращения скорости реагирования или более удачного расположения пункта обслуживания. Дополнительный модуль ArcGIS Network Analyst помогает лучше понимать и решать задачи такого характера.

Исследователи и аналитики могут использовать возможности дополнительного модуля для определения наименее затратных сетевых путей между несколькими исходными точками и пунктами назначения. Создаваемые модулем ArcGIS Network Analyst матрицы стоимости достижения цели Источник-Назначение часто содержат начальные входные данные для выполнения более масштабных расчетов. Например, при прогнозировании транспортных потоков часто учитываются данные о расстоянии до определенных узлов транспортной сети. Значения этих сетевых расстояний используются при вычислении математических выражений, помогающих прогнозировать прохождение маршрута [2].

В данной статье исследуется влияние только двух факторов на оптимальность – это длина пути и характер покрытия.

Для того чтобы оценить влияние этих двух факторов, было построено две версии дорожного графа. В первой версии графа в стоимость перемещения заложено только расстояние, а во втором как расстояние, так и характер дорожного покрытия. Стоимость перемещения по асфальтовым дорогам была установлена как самая низкая, по грунтовым чуть выше, и самая высокая стоимость перемещения – по лесным дорогам.

Для тестирования двух графов был выбран тестовый участок, где недавно была построена новая трасса Соликамск - Коса. В данном случае самым оптимальным маршрутом должен являться тот, который проходит по этой дороге, так как сейчас она находится в отличном состоянии и больше всего подходит для лесовозов. Сам маршрут строится от с. Кочево, в районе которого предприятие проводит активные лесозаготовки, дог. Соликамск, где

сосредоточены производственные мощности СЦБК. На рисунке ниже представлен фрагмент дорожного графа (черные – грунтовые дороги, серым – лесные дороги), с отмеченной трассой (помечена штрихами).

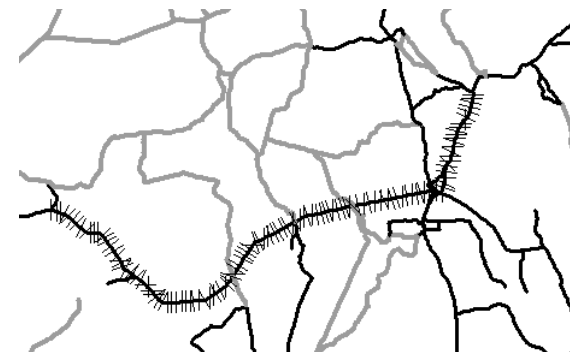


Рис. 7. Фрагмент дорожного графа с отметкой трассы

На рисунке 3 показаны, два построенных маршрута, серым цветом оптимальный маршрут с учетом расстояния, а черным цветом с учетом расстояния и покрытия.

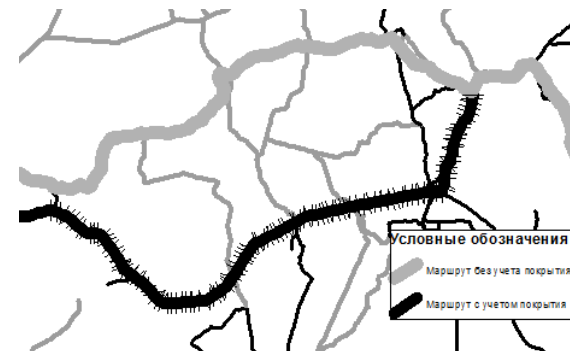


Рис. 8. Построенные маршруты

В таблице ниже приведены сравнительные характеристики двух маршрутов.

Как видно из таблицы, второй маршрут на 3 км (2%) длиннее, но при этом на 15 187 (4%) условных единиц «дешевле». Следовательно, можно сделать вывод, что граф, построенный с учетом расстояния и покрытия, больше пригоден для составления маршрутов.

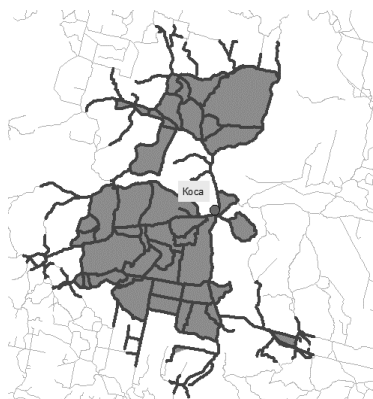
Таблица 3

Характеристики построенных маршрутов

Название маршрута	Длина маршрута, км	Стоимость маршрута, условные единицы
Кочево-СЦБК (с учетом расстояния)	182	415646
Кочево-СЦБК (с учетом расстояния и покрытия)	185	400459

Построение зон транспортной доступности.

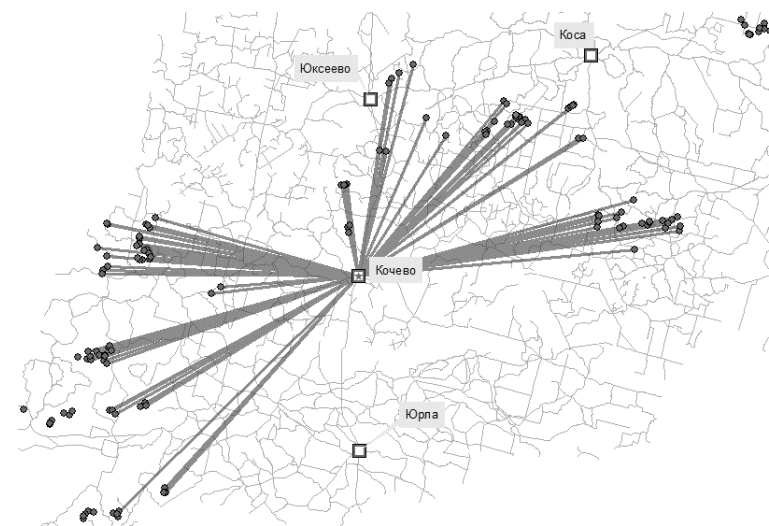
Одной из задач, которую также можно решить с помощью вышеописанного модуля это построения зон доступности. Это может быть важным при принятии решения о размещении сервисного центра, склада и т.п., а также может служить показателем развития лесной дорожной инфраструктуры. Стоит отметить, что в модуле возможно построение как линейных объектов, которые показывают доступность, так и полигональных. На рисунках ниже представлены построенные зоны транспортной доступности 30 км.

**Рис. 9.** Зона транспортной доступности п. Коса**Рис. 10.** Зона транспортной доступности г. Красновишерск

Самым простым критерием для выбора места «обслуживания» — это площадь, полученного полигона. В данном случае площадь первого полигона на 110 км² больше (539 км², 439 км² соответственно). Также низкая площадь может говорить о необходимости вкладывать средства в развитие дорожной инфраструктуры.

Выбор наилучшего места для размещения центра обслуживания

С помощью Network Analyst и построенного графа можно также выбрать оптимальное место размещения какого-либо объекта. Например, оценить в каком из населенных пунктов выгоднее разместить базу (сервис-центр и т.д.), или какой из них будет «обслуживать» больше делянок, при заданном расстоянии. Для примера было отобрано 4 населенных пункта в западной части Пермского края — Коса, Юксеево, Кочево, Юрла, где находится часть аренды СЦБК и ведется активная лесозаготовка с 2014 по 2016 гг. В качестве ограничения по дистанции было принято значение 100 км. В результате работы алгоритма наибольшее число делянок «можно обслужить» из с. Кочево. (106 из 133, 80 %).

**Рис. 11.** Делянки, которые будут «обслужены» из Кочево

Также модуль Network Analyst может быть использован для определения перечня населенных пунктов, которое потребуется, чтобы «обслужить» все делянки, при этом минимизировав расстояние. Подбор параметров инструмента производится вручную, таким образом пользователь сам решает, что ему важнее — сократить расстояние или минимизировать число точек обслуживания. В результате подбора параметров было установлено, что при установке предельного расстояния 100 км, все делянки можно обслужить из двух пунктов — Кочево и Коса. Самое большое

расстояние, которое придется преодолеть – это 89 км. Однако, если не останавливаться и продолжить подбирать параметры, можно получить следующую альтернативу. Если задать максимально разрешенное расстояние в 75 км, то тогда все делянки можно обслужить из пунктов Юрла и Коса. Причем, самый длинный маршрут будет составлять 74 км, на 15 меньше чем в первом случае. Интересно также отметить, что среднее значение маршрута из Косы до делянок остается примерно 40 км в обоих случаях. Однако, для других пунктов средние значения меняются. Если из Кочево средний маршрут равен 57 км, то из Юрлы средний маршрут – 62 км. Но при этом разница между самым длинным и самым коротким маршрутом в первом случае 78 км, а во втором 37 км.

Заключение

Network Analyst мощный инструмент для решения транспортных задач, в частности в лесном хозяйстве. В данной статье показан, лишь базовый функционал данного модуля. Использование этого инструмента несомненно позволит принимать правильные, грамотные, быстрые решения, что в конечном счете должно сказаться на эффективности работы предприятия.

Библиографический список

1. Перминов С.И. Особенности создания цифровых ортофотомозаик разного пространственного разрешения (на примере территории Пермского края) // География и регион: материалы междунар. науч.-практ. конф. (23-25 сентября 2015 г.): в 6 т. Т.IV: Гидрометеорология. Картография и геоинформатика., Пермь, 2015, с. 219-223
2. ArcGis Resources. Справочная библиотека ArcGis [электронный ресурс] URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.2/> (дата обращения 30.09.2016).
3. Cud59.ru. Центр управления движением Пермского края [электронный ресурс] URL: <http://cud59.ru/> (дата обращения 02.07.2016)
4. Solbum.ru АО «Соликамскбумпром» [электронный ресурс] URL: <http://www.solbum.ru/> (дата обращения 13.10.2016).

A.V. Tarasov

Application of NetworkAnalyst Tools for transport task sevidence from JSC Solikamskbumprom

In this paper, it is described a sample of using Network Analyst module as part of ArcGIS for solving basic transport tasks in a forest management (evidence from JSC Solikamskbumprom).

Keywords: road network, forest management, Network Analyst.

Tarasov A.V., Graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; andrew.tarasov1993@gmail.com

УДК 004.9

Разработка алгоритмов пересчета характеристик рассчитанным по данным технологии воздушно-лазерного сканирования к показателям, используемым в лесном хозяйстве России

A.B. Tarasov

Сегодня в мире в лесное хозяйство внедряются новые технологии. Одна из таких технологий – таксация лесов с использованием метода воздушно-лазерного сканирования. На тестовом участке в Пермском крае существует тестовая площадка, на которой изучается возможность применения этой технологии в Российской Федерации в рамках деятельности международной исследовательской группы (МИГ). На базе этой технологии были рассчитаны базовые показатели древостоев. Однако, в таком виде они не могут быть использованы в лесном хозяйстве. В данной статье описаны алгоритмы данного перехода.

Ключевые слова: МИГ, воздушно-лазерное сканирование, лесное хозяйство, Python, ArcGIS.

В рамках деятельности международной исследовательской группы в мае этого года на территории тестового участка в с. Половодово прошел заключительный этап полевых работ.

После проверки и обработки полученных данных, они были переданы финской стороне международной исследовательской группы. Эти материалы использовались для расчета различных показателей древостоев. После окончания расчетов необходимо было сравнить рассчитанные показатели по технологии «Arbolidar» и аналогичные, используемые в российском лесном хозяйстве. В изначальном виде, анализировать и сравнивать показатели невозможно. Из рассчитанных финской стороной показателей необходимо

©Тарасов А.В., 2016

Тарасов Андрей Владимирович, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; andrew.tarasov1993@gmail.com

было получить формулу состава, бонитет, плотность, преобладающую породу, коэффициент преобладающей породы.

Рассчитанные показатели включают в себя объем, высоту, площадь поперечных сечений (ППС), возраст, диаметр в разрезе пород, доминирующая высота.

Формула состава рассчитывается на основе площади поперечных сечений. Сначала вычисляется суммарная ППС, и коэффициент каждой породы, ППС которой не равно нулю. Далее определяется преобладающий тип пород – хвойный или лиственный, что определяет порядок следования пород. Если преобладают хвойные то сначала идут все хвойные породы, и наоборот. Следующим этапом была корректировка коэффициентов. Обязательным требованием является то, что сумма всех коэффициентов должна быть равной единице. Поэтому, если сумма не равнялась единице, корректировались коэффициенты, у которых значение исходного показателя ближе к округлению. После того, как были внесены поправки в коэффициент, порядок настраивался с помощью особой функции, которая учитывала приоритет пород и преобладающий тип пород. Породы, имеющие в составе менее 0,5, но более 0,2 процентов были включены как плюсовые. Результатом является текстовая строка, в которой содержится значение, на которое уменьшили коэффициенты и саму формулу.

Первая порода и коэффициент преобладающей породы, были рассчитаны с помощью предыдущего алгоритма. Он алгоритм был изменен так, чтобы на выходе в виде строки возвращалась преобладающая порода и ее коэффициент.

Для расчета бонитета необходимо использовать бонитерочные таблицы Орлова, где устанавливается бонитет по возрасту и высоте. Эти параметры (высота и возраст), как ранее говорилось, уже были рассчитаны финской стороной. Алгоритм выбора бонитета следующий, сначала по определяющей породе выбирается искомая таблица. После находится наиболее подходящий возраст в столбце, далее в найденной строке выбирается наиболее близкая высота. Названием колонки и будет искомый бонитет.

```

1 import math
2 kHardWood=0
3 kSoftWood=0
4 HardWood = ['C','E','H']
5 def Test(SpeciesFieldList,SumField):
6     checkValue = 0
7     FinalStr = ""
8     plusList = []
9     # Make list of list ([[coefficient of specie","specie", rang of specie]])
10    #
11    tempList = []
12    DictNames = {"0":["E",4],"1":["H",5],"2":["B",6],"3":["C",2],"4":["OC",8]}
13    #
14    # Define variable Sum (uncomment necessary)
15    #
16    #Sum = SumField
17    Sum = 0
18    for field in SpeciesFieldList:
19        Sum+= field
20    for num,field in enumerate(SpeciesFieldList):
21        # Con for values
22    #

```

Рис. 12. Фрагмент кода алгоритма

Для расчета плотности используется показатель преобладающей высоты (рассчитана финской стороной) и преобладающей породы. Относительная плотность определяется как отношение между фактической площадью поперечных сечений и максимально возможной при данной высоте. Максимально возможное значение можно получить из таблицы. Логика инструмента следующая: первоначально выбирается таблица поиска, исходя из преобладающей породы, после по ней находится строка с наиболее подходящей высотой. В выбранной строке извлекается значение максимально возможного значения. В завершении вычисляется отношение между фактическим и найденным значением с округлением до 1 знака.

Все алгоритмы реализованы на языке программирования Python, с помощью функционала модуля агсру. Форма реализации - в виде файла-скрипта. Реализованный инструментарий используется как выражения в калькуляторе полей.

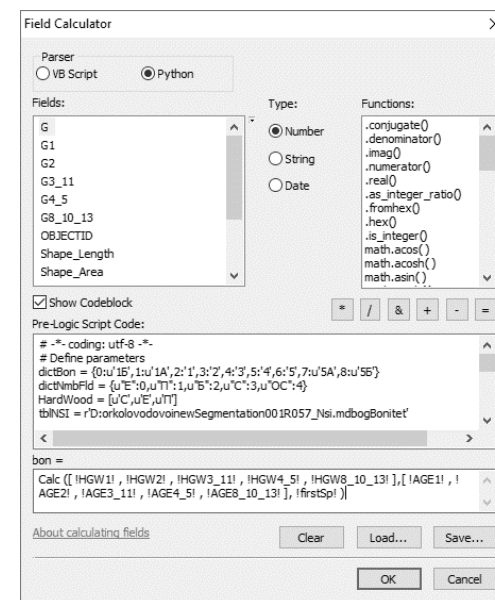


Рис. 13. Пример загрузки выражения в калькулятор полей

Библиографический список

1. ArcGis Resources. Справочная библиотека ArcGis [электронный ресурс] URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.2/> (дата обращения 28.08.2016).

A.V. Tarasov

Development of transformation algorithm for conversion from airborne-lidar merged parameters to characteristic which are used in Russia

Today there are a lot of up to date technology in forest management. One of them is forest inventory based on airborne lidar technology. There is the study area in Perm region where members of international research group explore the possibility of application this technology in the Russian Federation. It was calculated basic parameters by airborne lidar technology. However, it is not able to use in this case. So, this paper is devoted to recalculation this parameters to required form.

Keywords: International research group, airborne lidar, forest management, Python, ArcGIS.

Tarasov A.V., Graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; andrew.tarasov1993@gmail.com

УДК 004.418

Геоинформационная система ParmaGIS для учета лесных ресурсов

К.Д. Тимофеев, И.В. Осин

В данной статье рассмотрена геоинформационная система ParmaGIS для учета лесных ресурсов Пермского края. Описан функционал и разнообразные возможности просмотра, поиска и выборки картографической и лесоустроительной информации – создание, редактирование, анализ и использование лесных цифровых карт и таксационных описаний. Система адаптирована под задачи лесного хозяйства и лесоустройства. В состав геоинформационной системы входит: само приложение ParmaGIS – обеспечивающая весь комплекс работ с атрибутивными данными. QGIS – свободной географической системой с открытым кодом для комплексной

работы с картографическими данными. Данный программный продукт разработан на постепенную замену программного комплекса «ТОПОЛ-Л».

Ключевые слова: ParmaGIS, QGIS, лесное хозяйство, геоинформационная система.

Благодаря развитию средств вычислительной техники все большее значение в лесной отрасли приобретают автоматизированные системы. Эти системы содержат аппаратные средства и программное обеспечение, которые позволяют автоматизировать работу специалистов лесного хозяйства. В последнее время появился спрос к внедрению информационных систем в лесное хозяйство для более эффективного управления, анализа и инвентаризации лесных ресурсов.

Задачи сбора, хранения и использования данных о состоянии лесных ресурсов, их рационального использования всегда связаны с интеграцией и синтезом разнородной картографической и атрибутивной информацией.

В настоящее время большинство геоинформационных систем (ГИС), которые нацелены на автоматизацию лесного хозяйства имеют ряд недостатков, таких как: сложный интерфейс, низкая производительность работы при больших объемах данных (30 тысяч таксационных выделов), высокая стоимость.

В начале 2015 года ГИС-центр ПГНИУ начал разработку системы для учета лесных ресурсов для министерства Пермского края. В результате получился продукт, адаптированный под задачи лесного хозяйства Пермского края, отдельных лесничеств и формирования отчетов по проекту освоения лесов, названный в конечном итоге ParmaGIS. В настоящее время проект на стадии тестирования и отладки.

В систему входит база данных Кочевского и Кудымкарского лесничеств. В дальнейшем база будет расширяться за счет добавления других лесничеств.

Для работы приложения требуется аппаратный ключ Guardant Sign. Перед запуском программы требуется поместить ключ в разъем USB. Ключ авторизуется в системе, и программа запустится, если срок действия ключа не истек. Данный сеанс программы будет активен, пока ключ находится в разъеме USB. Ключ используется для того чтобы предотвратить несанкционированный доступ и защитить данные пользователя, а так же для обеспечения срока действия лицензии на данный программный продукт.

Интерфейс приложения интуитивно понятен пользователю. При первоначальном запуске приложение необходимо указать сервер, где находится база данных. Во время авторизации проверяются права пользователя и в зависимости от категории пользователя кнопки “Добавить”, “Изменить”, “Удалить” будут отображаться или нет. На рисунке 1 представлена основная форма приложения. Вверху формы находится основное меню с пунктами: «Подключение» - отвечает за авторизацию и выход или перезапуск программы; «Отчеты» - вывод и формирование

©Тимофеев К.Д., Осин И.В., 2016

Тимофеев Константин Дмитриевич, студент 3 курса Пермского национального исследовательского политехнического университета; Россия 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; codergisperm@gmail.com

Осин Илья Владимирович, студент 2-го курса магистратуры Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15; codergisperm@gmail.com

отчетов по выделам, кварталам, отчеты Государственного лесного реестра, формирование проекта освоения леса и проектных ведомостей; «Открыть карту» - открывает QGIS с картографической информацией; «Выборка» - позволяет загружать, сохранять выбранные элементы из дерева для формирования отчетов; «База» - позволяет выбирать, создавать, удалять и выполнять резервное копирование/восстановление баз которые расположены на сервере и импортировать лесоустроительные данные из «ТОПОЛ-L».

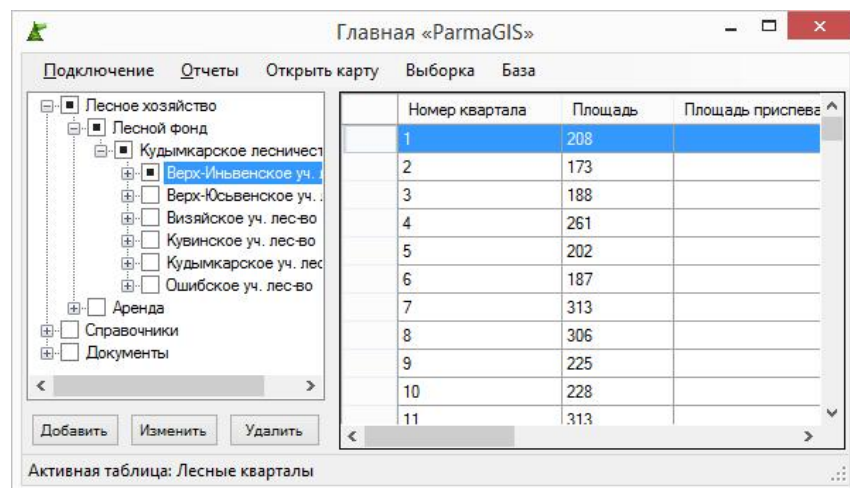


Рис.1. Основная форма проекта

В левой части основной формы приложения имеется навигационная панель, которая представляет собой иерархический список, имеющий четыре первоначальных узла – «Справочники», «Лесное хозяйство», «Документы».

При раскрытии узла «Лесное хозяйство» появляются 2 узла «Лесной фонд» и «Аренда». Где в «Лесном фонде» находится информация о лесничествах, участковых лесничествах, лесных кварталах, а в «Аренде» информация о договорах, арендуемых кварталах, делянках и таксационных выделах.

При раскрытии узла «Справочники». Появляется список различных справочных таблиц с нормативной информацией по лесничеству.

При раскрытии узла «Документы» появляются узел «Проекты освоения леса» и два корневых узла: «Договор купли-продажи» и «Договор лесозаготовки».

В правой части основной формы приложения имеется панель с данными, которая представляет таблицу при первоначальной загрузке она пустая. Внизу главной формы есть небольшая панель состояния, которая показывает, какая таблица загружена в панели данных. При первоначальной загрузке в ней написано «Активная таблица:» и показывает, что активная таблица для панели данных не выбрана.

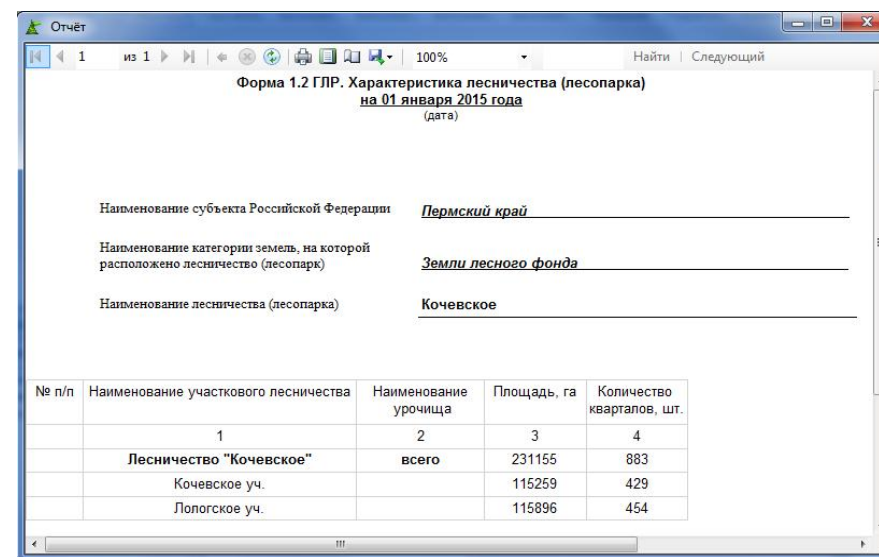


Рис. 2. Предварительный просмотр отчета

Работа с отчетами подразумевает формирование отчета на основе введенных атрибутивных данных. Инструмент формирования отчетов позволяет экспортировать данные в pdf, Doc, Xls., есть возможность создать отчёты в режиме локальной и удаленной обработки. В приложении реализован режим локальной обработки, при котором создаются RLDC файлы и настраиваются для отчёта.

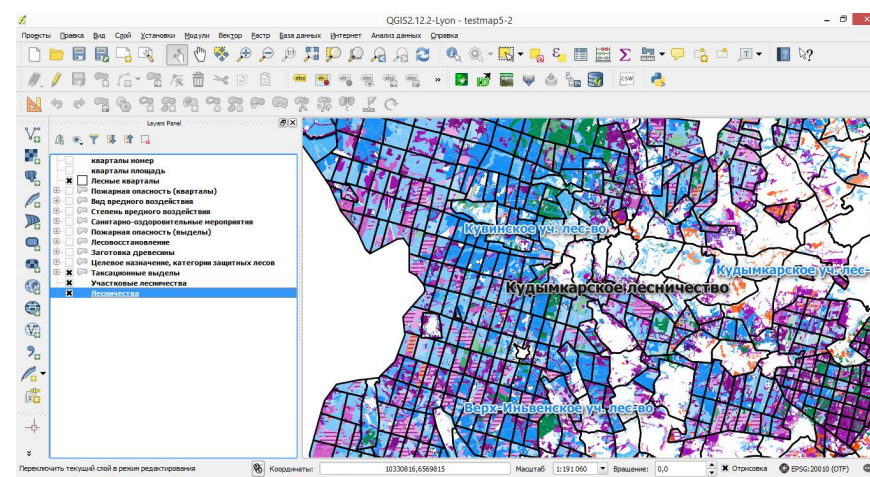


Рис. 3. Общий вид окна Quantum GIS

Вторая часть системы работает с картографическими данными с помощью бесплатного ГИС QGIS. Интерфейс QGIS намного проще чем интерфейс того же GRASS (на котором QGIS во многом основана).

Для программы характерна легкость управления объектами. Список доступных объектов - лесничеств, кварталов, выделов - построен в виде иерархически организованных списков. Простым переходом по списку пользователь может быстро перейти от повыделной таксации по лесничеству к итоговому данным по кварталам или к повыделной таксации по другому лесничеству.

Программа обеспечивает синхронный доступ к картографическим и таксационным данным: при просмотре таксации пользователь может видеть объект на карте и наоборот. Кроме стандартного функционала QGIS для анализа данных добавлен функционал: Вывести карточку таксации выделов или карточку с данными по кварталу; Редактирование данных в них; Вывод отчетов по выделенной области на карте; Сохранение выборки в файл и её загрузка; И существует возможность создания карты по лесничеству с нуля с занесением всех данных.

Таким образом, данный программный продукт позволяет:

- Получает на основе таксационной базы итоги по кварталам, лесничествам или по произвольно отобранному объектам, в т.ч. итоги категория лесов, землям, породам, классам бонитета, группам возраста для государственного лесного реестра.
- Разрабатывать формы регламента и проекта освоения лесов.
- Связывать базу таксационных описаний и карту, синхронно просматривать карту и связанную с ней таксационную информацию.
- Формировать карточки таксации и выводить таксационное описание на печать.
- Вести, создавать импортировать лесоустроительную базу.
- Производить анализ данных лесничеств.

Библиографический список

1. Лесной кодекс РФ, N 200-ФЗ от 04.12.2006 - Глава 6, статья 72.
2. ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА «ПРИКАЗ от 17 января 2012 г. N 18 О ЛЕСНОЙ ДЕКЛАРАЦИИ» - 1 с.
3. ООО «ЛесИс» [Офиц. сайт] // Возможности программы [Электронный ресурс] // URL: <http://www.lesis.ru/prices/index.htm> (дата обращения: 29.10.2015).

K.D. Timofeev, I.V. Osin

Geographical information system ParmaGIS to account for forest resources

In this article, the Geographic Information System ParmaGIS to account for forest resources of the Perm region. Described functionality and a varied

opportunities view, searching, and sample mapping and forest inventory data - creating, editing, analyzing and using digital maps of forest taxation and descriptions. The system is adapted to the tasks of forestry and forest management. The composition of geographic information system includes an application ParmaGIS - providing the full range of work with attributive data. QGIS - Free geographical system open source for complex work with map data. This software is design for the subsequent replacement of software «TOPOL-L».

Keywords: ParmaGIS, QGIS, forestry, geographic information system.

Timofeev K.D., student of the 3th course of the Perm National Research Polytechnic; Russia, 614990, Perm, st. Komsomolsky Ave. 29; codergisperm@gmail.com

Osin I.V., graduate student of the Perm State National Research University; Russia, 614068, Perm, Bukireva st. 15; codergisperm@gmail.com

УДК 656.11+ 911.9

Использование ГИС-технологий для целей геокодирования и установления пространственно-временной структуры данных дорожно-транспортных происшествий

В.М. Шабанов

Рассматриваются вопросы геокодирования данных дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП) с последующим установлением пространственно-временной структуры на территории г. Пермь за период 2013-2015 гг.

Ключевые слова: ДТП, пространственно-временной анализ, геокодирование, Python.

Возросший в последнее время интерес к управлению, сбору и анализу данных, касающихся ДТП не случаен. По данным доклада Всемирной организации здравоохранения ДТП являются одной из ведущих причин смерти в глобальных масштабах и основной причиной смерти людей в

©Шабанов В.М., 2016

Шабанов Вячеслав Михайлович, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; shabanovslava@gmail.com

возрасте 15-29 лет. В России уровень дорожной аварийности также остается очень высоким.

Между тем, степень применения технологии геоинформационных систем для обеспечения анализа ДТП и операционных потребностей остается недостаточной. Не существует ни универсальных методических рекомендаций по анализу ДТП, ни практических руководств по прогнозу и предотвращению для специалистов-практиков. В сложившейся ситуации должны быть извлечены практические уроки из опыта (как положительного, так и отрицательного), обретенного зарубежными странами [1].

На первоначальном этапе нами была предпринята попытка по геокодированию исходных данных МБД с последующим установлением пространственно-временной структуры и закономерностей. Все процедуры выполнены в программном продукте ArcGIS 10.2.2 for Desktop. Территория исследования г. Пермь. Временной период 2013-2015 гг.

Геокодирование. Исходные данные о ДТП представлены в формате MSExcel, содержат следующие показатели: дата, время, вид ДТП, место, улица, дом, дорога, километр, метр, долгота, широта, погибло, ранено, подразделение, оформившее ДТП, недостатки дорожных условий, объекты улично-дорожной сети (далее УДС) на месте, объекты УДС вблизи, факторы, влияющие на режим движения, состояние проезжей части, состояние погоды, освещение, является местом концентрации ДТП, дорога в плане, профиль дороги, количество полос, полоса, в которой произошло ДТП, ширина проезжей части, ширина обочины, ширина тротуара, ширина разделительной полосы, вид разделительной полосы, вид покрытия.

Для удобства территориального анализа необходимо геокодировать адресные данные ДТП. Геокодирование есть процесс, преобразующий описание местоположения (например, координаты, адрес или название места) в местоположение на поверхности Земли. В результате геокодирования получают географические объекты с атрибутами, которые можно использовать для составления карт или пространственного анализа[3].

Анализ имеющихся данных показывает, что наличие широты и долготы в исходных данных не упростило задачу геокодирования. Поскольку установление GPS-координат на месте ДТП является нововведением для инспекторов ГИБДД (Приказ МВД №699 от 19.06.2015) исходные данные имеют серьезную погрешность. Издание методического документа по этому вопросу могло бы изменить ситуацию в лучшую сторону. По этой причине инструмент «Создать слой событий XY» из набора «Управление данными» применяется в крайнем случае.

Основными инструментами процесса геокодирования являются «Создать локатор адресов» и «Геокодировать адреса» из набора «Геокодирование». Локатор адресов предполагает наличие базовых данных и стиля локатора адресов. Базовые данные содержат элементы адреса, которые используются для геокодирования. Полнота этих данных, а также их пространственная и атрибутивная точность влияют на результат

сопоставления в процессе геокодирования. В нашем случае в качестве базовых данных используется векторный слой УДС г. Перми.

Стиль локатора адресов – документ в формате .xml, содержащий правила распознавания адреса и структуру базовых данных. По умолчанию в ArcGIS доступны американские стили локаторов адресов. Они дают возможность создавать ряд локаторов, но эти локаторы не предназначены для геокодирования российских адресов. Связано это с тем, что в каждой стране есть свои особенности написания адреса, свои уровни административного деления. Также, стиль локатора адресов содержит правила расшифровки часто используемых сокращений типа «ул.» (улица) или «МО» (Московская область). Используемые сокращения, порядок расположения элементов в адресе, все это не позволяет использовать американские стили для создания локаторов на основе российских данных. В этой связи для геокодирования российских адресов необходимо использовать специализированные российские стили локаторов адресов [2]. Выбор стиля «RUS – Street Address» позволяет установить не только местоположение вдоль сегмента улицы, но и определить сторону сегмента, на которой расположен объект (ДТП).

Кроме указанных инструментов, для геокодирования адресов ДТП, имевших место на дорогах города (формат записи адреса: «дорога, километр + метр»), эффективно применять скрипт языка Python. Нами был написан инструмент-скрипт, позволяющий в потоковом режиме геокодировать адреса ДТП и записывать их в выходной точечный класс пространственных объектов. Для удобства использования скрипт сохранен в файл .ру и добавлен в пользовательский набор инструментов.

```
import arcpy
crash=arcpy.GetParameterAsText(0)
# Входная таблица адресами ДТП
road=arcpy.GetParameterAsText(1)
# Входной линейный класс пространственных объектов, содержащий сеть дорог
out=arcpy.GetParameterAsText(2)
# Выходной точечный класс пространственных объектов
def Create (crash, road, out):
    arcpy.CreateFeatureclass_management(os.path.dirname(out), os.path.basename(out), "POINT")
    arcpy.AddField_management(out, 'Number', 'LONG')
    Add=arcpy.da.InsertCursor(out, ['SHAPE@', 'Number'])
    Read1=arcpy.da.SearchCursor(crash, ['Road', 'Distance', 'Number'])
    Read2=arcpy.da.SearchCursor(road, ['Name', 'SHAPE@'])
    for x in Read2:
        for y in Read1:
            if x[0] == y[0]:
                Point=x[1].positionAlongLine(y[1])
                Add.insertRow([Point, y[2]])
            else: Read1.reset()
    Create(crash, road, out)
```

Совокупный результат использованных инструментов геокодирования сохраняется в точечный класс пространственных объектов (рис. 1).

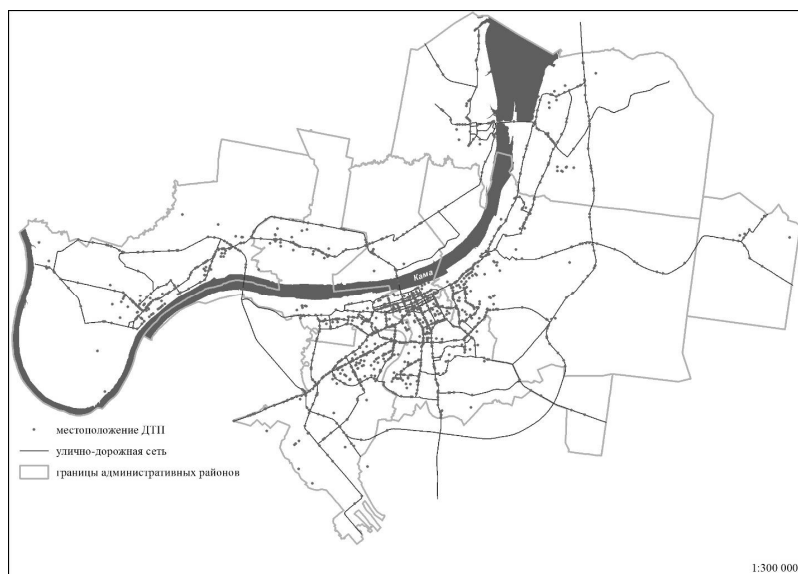


Рис. 1. Пример локализации мест ДТП (данные

Пространственная структура. Результат геокодирования позволяет установить пространственно-временную структуру ДТП. С этой целью используется инструмент «Плотность ядер» из набора «Spatial Analyst». Инструмент вычисляет величину (плотность) точечных объектов вокруг каждой ячейки выходного растра. С помощью параметров инструмента «размер выходной ячейки» и «радиус поиска» имеется возможность настраивать оптимальный уровень детализации (генерализации). Рис. 2 демонстрирует результат применения инструмента к данным за 2015 г. Растр характеризует пространственное распределение плотности общего количества ДТП на исследуемой территории. Поверхность позволяет определить, где ДТП происходят наиболее чаще: микрорайоны Балатово, Данилиха, Закамск, Свердловский, Центр. Можно предположить, что высокие значения обусловлены плотностью и структурой улично-дорожной сети, интенсивностью трафика, скоростью движения, конструктивными особенностями проезжей части и другими факторами. Здесь представлена фактическая сводка данных о ДТП, а анализ причин требует дальнейшего анализа и использования дополнительных наборов данных.

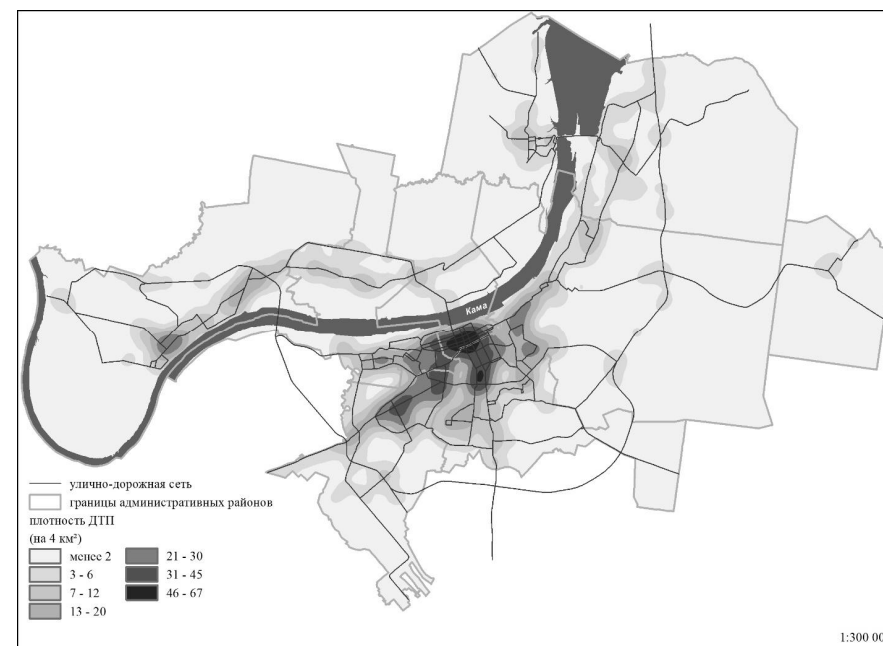


Рис. 2. Плотность ДТП в 2015 г.

Временная структура ДТП представлена диаграммами рис. 3 (а, б, в) в разрезе отдельных лет. Всего за данный период было зарегистрировано 6874 ДТП, из них 2013 – 2380 шт., 2014 – 2402 шт., 2015 – 2092 шт. соответственно.

Наличие массива данных за столь непродолжительное время осложняет распознавание случайных флуктуаций, отделения их от тенденции. Осредненный ход позволяет уменьшить влияние флуктуаций, свойственные отдельным годам.

Диаграмма За демонстрирует сезонную динамику ДТП. Несмотря на уникальные черты в отдельные годы, прослеживается общий тренд: годовые минимумы в январе-феврале, годовые максимумы в июле-августе. Значительный спад в начале года логично связать с продолжительными праздниками, в течение которых большинство автомобилистов не садится за руль. Постепенное увеличение и достижение максимума в летние месяцы возможно объяснить метеорологическими условиями, а именно увеличением количества осадков.

Внутринедельный тренд (рис. 3б) подтверждает гипотезу, относительно меньшего количества автомобилей на дорогах в праздничные и выходные дни, как следствие минимум ДТП в воскресенье. Недельный максимум приходится на пятницу. Нельзя исключать, что это связано с

психологическим настроем участников дорожного движения – переутомляемостью или возбуждением в конце рабочей недели.

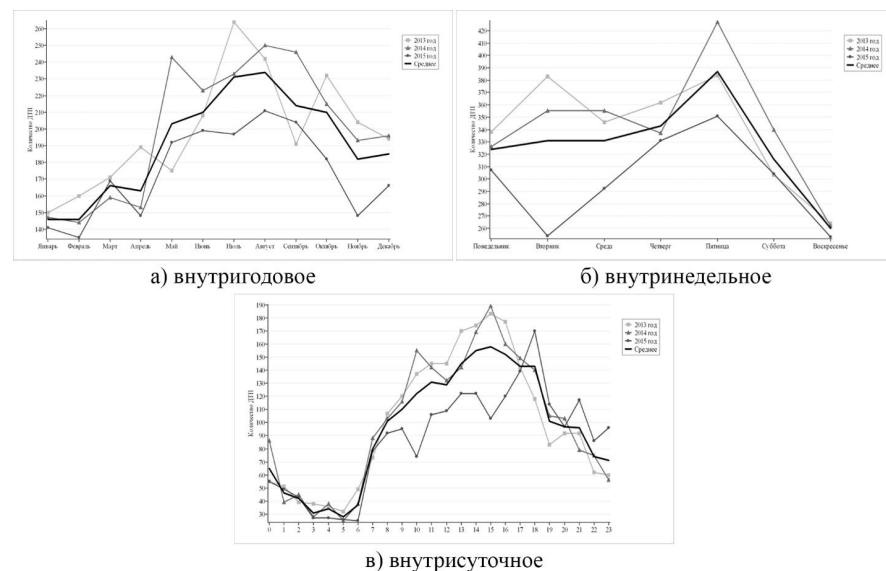


Рис. 3. Распределение общего количества ДТП в г. Пермь в отдельные годы

Внутрисуточный ход (рис. 3в) соотносится с естественным ритмом людей: минимумы в ночные часы и резкий рост с 6 до 8 часов. Максимум приходится на 15 часов дня. По-нашему мнению, это следует объяснять относительно разгруженными дорогами, и как следствие пренебрежением скоростным режимом.

Можно предположить, что сохранение динамики между кривыми за отдельные годы указывает на закономерный характер совокупности действующих факторов за исследуемый период. Выдвинутые здесь гипотезы требуют дальнейшего анализа.

Таким образом, задачи, поставленные на первоначальном этапе, были успешно решены в ГИС ArcGIS 10.2.2 forDesktop. Дальнейший анализ требует: а) классификацию ДТП по категории и степени тяжести; б) использование дополнительных наборов данных (интенсивность движения, метеорологические данные, демографические показатели и др.).

Библиографический список

1. Becky P.Y., Tessa Kate Anderson. *Spatial Analysis Methods of Road Traffic Collisions*. CRC Press, 2015. 322 p.
2. *Российские стили локаторов адресов в ArcGIS // Геоинформационные системы.* URL: <http://esri->

cis.ru/blogs/?page=post&blog=arcgis&post_id=russkie-stili-lokatorov-adresov-v-arcgis (дата обращения: 02.06.2016).

3. Что такое геокодирование? // ArcGISResources. URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.2/index.html#/002500000001000000> (дата обращения: 02.06.2016).

V.M. Shabanov

The Use of Geographic Information Systems for Geocoding and Ascertainment of Spatio-Temporal Structure of Road Accidents Data

Questions of the geocoding of road accident data and the ascertainment of the spatio-temporal structure on town of Perm from 2013 to 2015 years are considered.

Keywords: accident, spatio-temporal analysis, geocoding, Python.

Shabanov V.M., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; shabanovslava@gmail.com

УДК 614.841.2

Особенности пожароопасного периода 2016 г. в Пермском крае

А.Н. Шихов, Н.С. Пелевина

Рассматриваются особенности метеорологических условий пожароопасного сезона 2016 г. в Пермском крае. Сопоставлены характеристики погодных условий и количества лесных пожаров за 2010-2016 гг. Представлены результаты оценки пройденных пожарами площадей по космическим снимкам LANDSAT и SENTINEL.

Ключевые слова: лесные пожары, метеорологические условия, засуха

©Шихов А.Н., Пелевина Н.С., 2016

Шихов Андрей Николаевич, к.г.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: and3131@inbox.ru

Пелевина Наталья Сергеевна, начальник отдела охраны лесов Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края; Россия, 614000, г. Пермь, ул. Попова, 11; nsh7245@mail.ru

Лето 2016 г. в Пермском крае отличалось преобладанием положительной аномалии температуры воздуха и значительным дефицитом осадков, что привело к осложнению пожароопасной обстановки во второй и третьей декадах августа. По данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, всего за лето на территории края произошло 126 лесных пожаров на площади 341 га [4], 48% всех пожаров произошли в августе. Зафиксировано три крупных лесных пожара (пройденная огнем площадь более 25 га). Общая площадь лесного фонда, пройденная пожарами, была несколько меньше среднеемноголетнего значения. В сравнении с 2010 г. (когда последний раз наблюдалась засуха подобной интенсивности), площадь лесных пожаров сократилась в 74 раза. Однако помимо лесных пожаров, вблизи городов Краснокамск и Чусовой действовало несколько крупных очагов торфяных пожаров на общей площади более 400 га, вызвавших сильное задымление в ряде населенных пунктов. Тушение этих пожаров вызвало наибольшее сложности, в связи с чем на территории Краснокамского района неоднократно вводился режим ЧС. Торфяные пожары на данных территориях наблюдались и в 2010 г., но были менее интенсивными, чем в 2016 г.

Особенности погодных условий летом 2016 г. и их влияние на пожароопасность

Летний период 2016 г. отличался повышенным фотом температуры воздуха и дефицитом осадков, наиболее выраженным в южной части Пермского края. В августе на 30% территории края (по центральным и южным районам) наблюдалась почвенная засуха, которая достигала критерия опасного явления [2].

Средняя температура воздуха за летний период 2016 г. превысила норму по северу Пермского края на 2-2,5°, по югу и востоку на 2,5-2,8°. В Перми средняя температура лета 2016 г. составила +19,4°, что на 2,6° выше климатической нормы. За лето в Перми зафиксировано 15 дней с максимальной температурой +30° и выше (что превышает норму в два раза). По южным районам Пермского края отмечено 20-25 дней с температурой +30° и выше (рис. 3). Август 2016 г. в Перми и на большей части края стал самым жарким за всю историю наблюдений, а лето в целом оказалось почти на 1° теплее, чем в 2010, 2012 и 2013 гг. (рис. 2).

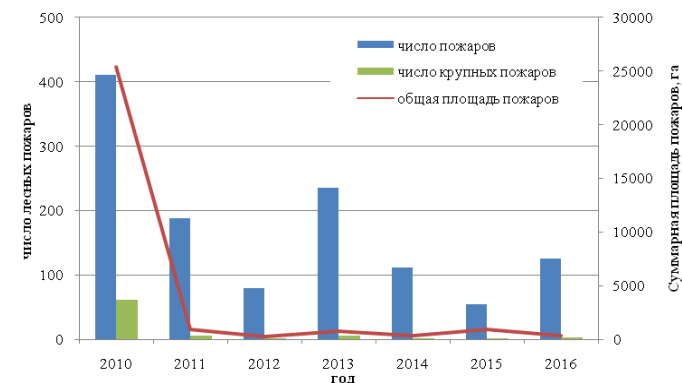


Рис. 1. Общее числа лесных пожаров, число крупных пожаров и пройденная пожарами площадь за 2010-2016 гг. (по данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края)

Как и в 2010 г., положительная аномалия температуры сформировалась во второй половине лета. Первая половина лета была умеренно теплой, с положительной аномалией температуры не более 1°. Аномально жаркая погода наблюдалась под влиянием блокирующего высотного антициклона с центром над Южным Уралом, который просуществовал 25 суток (с 1 по 25 августа). По продолжительности аномально жаркой погоды с температурой на 7-11° выше климатической нормы, данный блокирующий процесс может рассматриваться как аналог 2010 г. в Европейской части России. В августе 2016 г. наибольшая положительная аномалия температуры воздуха (до 7°) наблюдалась на юге Среднего Урала, в Пермском крае аномалия температуры составила 6-6,5°. Подобная аномалия в летний период была зафиксирована впервые. В Перми также зафиксирован самый продолжительный в истории период с максимальной температурой воздуха +25° и выше (40 дней подряд, с 17 июля по 25 августа).

В летний период 2016 г. отмечался дефицит осадков на большей части края, за исключением северных и северо-западных районов. Среднее количество осадков по территории края составило 65-70% от нормы. Такой же дефицит осадков наблюдался летом 2010 и 2013 гг. (рис. 2). Однако распределение осадков было существенно иным, чем в 2010 и 2013 гг. В 2010 г. количество осадков по северным и южным районам было меньше нормы в среднем в два раза, а по центральным районам сильного дефицита осадков не наблюдалось. В 2013 г. дефицит осадков наблюдался по всему краю, но больше всего был выражен в северо-западных районах, где их выпало в два раза меньше нормы. Летом 2016 г. дефицит осадков нарастал от северных районов к южным. На юге края засуха 2016 г. по интенсивности сопоставима с 2010 г. Дефицит осадков сохранялся непрерывно в течение четырех месяцев, их суммарное количество за лето было меньше нормы в 2-2,5 раза. В период с 29 июня по 27 августа в ряде южных районов Пермского края эффективные осадки не отмечались.

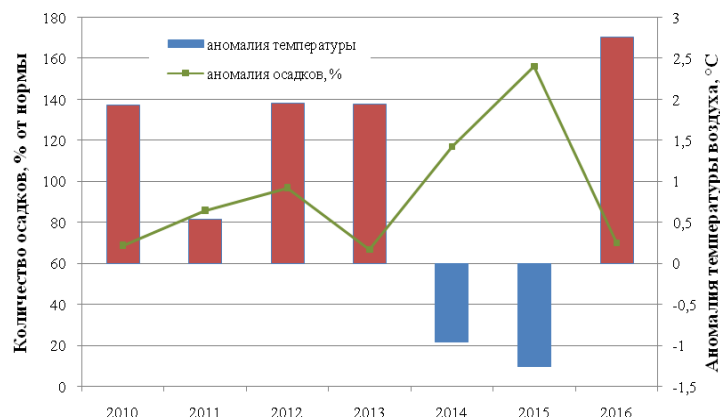


Рис. 2. Аномалии температуры воздуха (°C, гистограмма) и количества осадков (% от нормы, график) за летние сезоны 2010–2016 гг., в среднем по территории Пермского края

Гидротермический коэффициент (ГТК), вычисленный за все лето, по югу края составил 0,5 и менее, что указывает на сильную засуху. Аналогичные значения ГТК наблюдались летом 2010 г. В северной половине края значение ГТК в среднем за летний период составило 1,0 и выше. Здесь засушливые условия наблюдались только во второй половине лета. В Гайнском районе (в котором обычно возникает наибольшее число природных пожаров) летом 2016 г. преобладало избыточное увлажнение (ГТК составил 1,4–1,6), а количество осадков за лето было близким к норме.

В целом засушливость увеличивалась от первой половины лета ко второй. В июне дефицит осадков наблюдался только на юге Пермского края, на остальной территории увлажнение было достаточным. Июль был засушливым практически повсеместно, за исключением северных районов. В августе дефицит осадков по центральным и южным районам усилился, в северо-западных районах отмечалось достаточное увлажнение.

На фоне исключительно жаркой и сухой погоды, а в августе 2016 г. в Пермском крае показатель пожароопасности по погодным условиям достигал 4-го класса, местами в центральных и южных районах 5-го класса. Росту пожароопасности способствовали наблюдавшиеся 14–16 августа суховеи с относительной влажностью воздуха 20–30% при температуре воздуха +32...+35°.

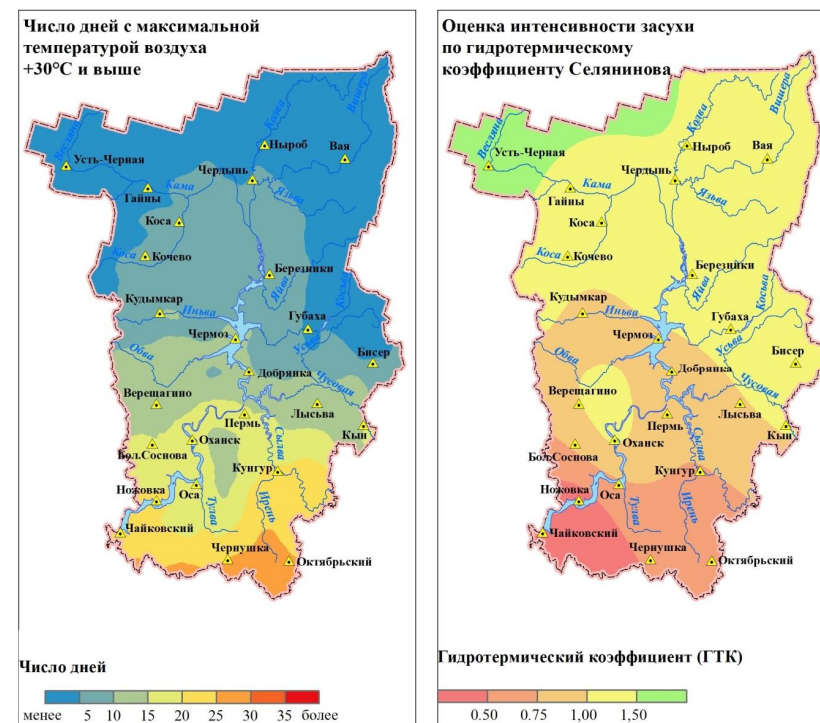


Рис. 3. Оценка засушливости летнего периода 2016 г. (число дней с максимальной температурой +30°C и выше и гидротермический коэффициент Селянинова)

В августе сложная ситуация с лесными пожарами складывалась в центральных районах края. По данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии, в период аномальной жары в августе 2016 г. в регионе на землях лесного фонда зафиксировано 60 лесных пожаров (48 % от общего количества пожаров). Из них три пожара относятся к категории крупных (пройденная огнем площадь более 25 га). Они наблюдались в Краснокамском и Чусовском лесничествах на землях лесного фонда. Помимо них, крупные торфяные пожары действовали севернее г. Чусовой на землях иных категорий в период с 13 по 24 августа и в городских лесах г. Краснокамска. Севернее г. Чусовой площадь, пройденная двумя торфяными пожарами, составила 164 га (рис. 5), а в Краснокамском районе более 200 га. Максимальная интенсивность горения наблюдалась 16 августа (рис. 4).

Более сложной, чем в Прикамье, оказалась ситуация с пожарами в Свердловской области. Один из самых крупных пожаров действовал 18–24 августа в лесном массиве вблизи слияния рек Чусовая и Серебряная, в 2 км от границы Пермского края и Свердловской области. Площадь этого пожара составила не менее 250 га.

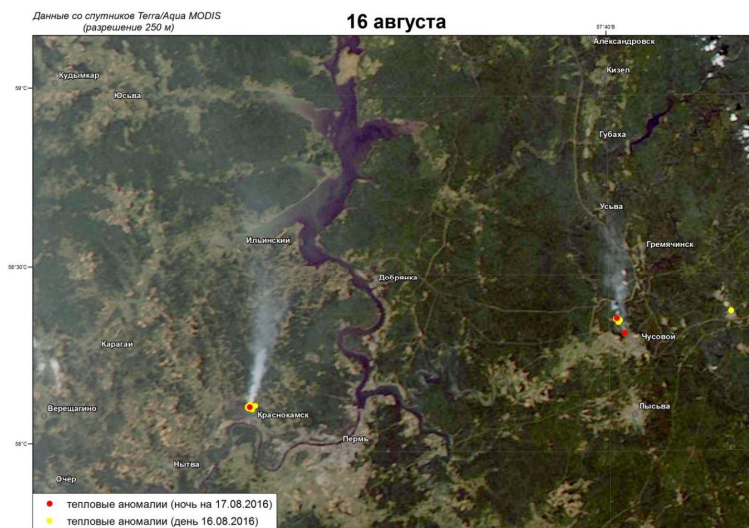


Рис. 4. Дымовые шлейфы от торфяных пожаров в районе г. Краснокамск и Чусовой 16.08.2016

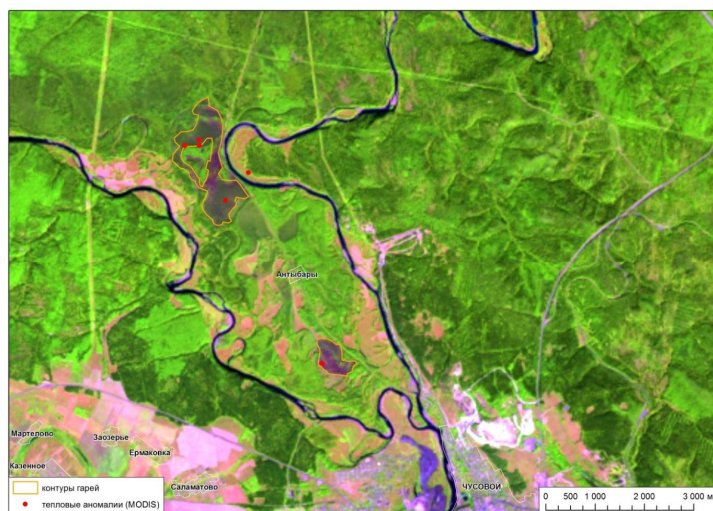


Рис. 5. Площади, пройденные торфяными пожарами к северу от г. Чусовой
Оценка влияния метеорологических условий на пожароопасность

По ряду наблюдений за 2010-2016 гг., количество лесных пожаров в Пермском крае более тесно связано с аномалиями количества осадков ($R=-0,66$), чем с аномалией температуры воздуха ($R=0,42$). Однако основное влияние на количество пожаров и пройденную ими площадь оказывает не величина аномалий температуры и увлажнения, а их пространственное

распределение. Большинство крупных лесных пожаров в Пермском крае возникает на территории Гайнского района, что обусловлено широким распространением сосновых лесов с высокой степенью природной пожароопасности[3]. В случае установления засушливых условий на территории Гайнского района (такая ситуация наблюдалась в 2000, 2001 и 2010 гг.), возникают крупные очаги пожаров. На остальной территории Пермского края преобладают леса II-IV классов природной пожарной опасности[1], в которых крупные пожары наблюдаются крайне редко, только в случае экстремально высокой пожароопасности по условиям погоды. Такие условия наблюдались, например, в первой половине августа 2010 г. в южной части Коми-Пермяцкого округа, что привело к возникновению нескольких крупных пожаров.

Таким образом, относительно небольшой ущерб от лесных пожаров в 2016 г. на фоне в целом аномально жаркого и засушливого лета был обусловлен тем, что на северо-западе Пермского края (в зоне наиболее высокой природной пожароопасности) не наблюдалось существенного дефицита осадков. На остальной территории пожароопасность по метеоусловиям длительное время была высокой, но не достигла критического уровня, сопоставимого с 2010 г.

Библиографический список

1. Информационно-аналитическая система «Лесной диспетчер Пермского края». URL: <http://gis.rkomi.ru/fires59> (дата обращения 16.10.2016)
2. Обзор погодных условий в августе 2016 года и их влияние на работу отраслей экономики на территории Пермского края. Пермский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <http://meteoperm.ru/index.php/obzory-pogody> (дата обращения 16.10.2016)
3. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь. Изд-во ООО «Раритет-Пермь». 2014. 296 с.
4. Сведения о лесных пожарах в Пермском крае за 2010-2016 гг. Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. URL: http://priroda.permkrai.ru/ohorana_lesov_ot_pozharov/sved_o_pozh/ (дата обращения 16.10.2016)

A.N. Shikhov, N.S. Pelevina

The features of 2016 forest fire season in Perm Region

The article describes the features of meteorological conditions of 2016 forest fire season in the Perm region. We compared the weather conditions and the number of forest fires for the years 2010-2016. The results of burned areas estimation based on LANDSAT and SENTINEL satellite data are presented.

Keywords: forest fires, weather conditions, drought.

Shikhov A.N., candidate of geography, senior lecturer of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; and3131@inbox.ru

Pelevina N.S., head of protection forests of the Ministry of Natural resources, forestry and ecology of Perm Region; 614000, Russia, Perm, Popova st., 11; nsh7245@mail.ru

УДК 004.65

Создание Веб-картографического сервиса «Смерчи в лесной зоне России»

А.Н. Шихов, С.И. Перминов

Рассматривается структура и информационное наполнение картографической базы данных случаев смерчей в лесной зоне России. База данных создана на основе идентификации ветровальных нарушений лесного покрова, вызванных смерчами, по многолетнему ряду спутниковых снимков LANDSAT. Планируется ее регулярное обновление. Для публикации данных о случаях смерчей в сети Интернет создан веб-картографический сервис на основе технологии ArcGis Server. На нем представлены основные данные о каждом случае смерча, а также фрагменты геопривязанных снимков LANDSAT, иллюстрирующие его путь, данные реанализа метеорологических условий, информация об ущербе и ссылки на публикации в СМИ.

Ключевые слова: смерчи, база данных, веб-ГИС

Смерчи представляют собой одно из наиболее опасных явлений погоды. По причине своего локального характера, смерчи крайне редко фиксируются метеостанциями. В настоящее время информация о факте прохождения смерча чаще всего поступает от непосредственных очевидцев явления, а также на основе анализа нанесенного ущерба. Репрезентативных оценок повторяемости смерчей на территории России не существует, поскольку частота их наблюдения напрямую зависит от плотности

населения. Систематизация сведений о случаях смерчей в Европе и России ведется в рамках Европейской базы данных об опасных явлениях погоды (ESWD), разрабатываемой ESSL (European severe storms laboratory). Однако для территории России данные, заносимые в ESWD, являются неполными и не проходят достаточной проверки [5].

Первая систематизация сведений о случаях смерчей на территории бывшего СССР была выполнена А.И. Снитковским в 1987 г. [4]. Им были проанализированы данные о 248 случаях смерчей, (начиная с XIX века) и определена вероятность появления смерча в расчете на 1000 км² территории. База данных, созданная А.И. Снитковским, была дополнена в 2001 г. по материалам Гидрометцентра России (в нее были внесены еще 103 случая)[3]. С 2001 г. эта база данных не обновлялась. В то же время число зафиксированных случаев смерчей резко увеличилось, в связи с массовым распространением цифровой фото- и видеотехники.

Помимо задокументированных случаев смерчей, имеются данные об их последствиях, которые никак не учитываются при оценке повторяемости данного явления. Это данные о вызванных смерчами ветровальных нарушениях лесного покрова, которые в регионах с высокой лесистостью и низкой плотностью населения могут являться важнейшим источником информации о случаях смерчей. По этим данным может быть определена траектория смерча, ширина воронки, направление вращения, сделаны предположения об интенсивности смерча. Данные о повторяемости смерчей в районах с высокой лесистостью, полученные на основе изучения ветровалов, являются объективными и независимыми от плотности населения. Оптимальным инструментом изучения ветровальных нарушений на обширной территории является анализ многолетнего ряда снимков со спутников серии LANDSAT[1, 2, 5, 6].

Целью настоящей работы было создание каталога случаев смерчей в лесной зоне России, идентифицированных по данным о вызванных ими нарушениях лесного покрова, и разработка Веб-картографического сервиса для публикации полученных результатов в сети Интернет. Ретроспективный анализ нарушений лесного покрова производился на основе анализа многолетних рядов данных ДЗЗ LANDSAT, а также карты изменений лесного покрова Земли Global Forest Change Map, описанной в [9]. Исследуемый период охватывает 2001-2015 гг., когда производилась регулярная съемка территории России со спутников серии LANDSAT. Детальное описание использованной методики идентификации смерчевых ветровалов приведено в работе [5]. Всего на основе этой методики было выявлено 148 случаев прохождения смерчей на территории России в 2001-2015 гг., которые были включены в созданную базу данных.

Структура каталога случаев смерчей

Каталог случаев смерчей представляет собой файловую базу геоданных ArcGis 10*, структура которой представлена на рис. 1.

©Шихов А.Н., Перминов С.И., 2016

Шихов Андрей Николаевич, к.г.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: and3131@inbox.ru

Перминов Сергей Игоревич, магистрант 2 курса кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; perminovsi@ya.ru

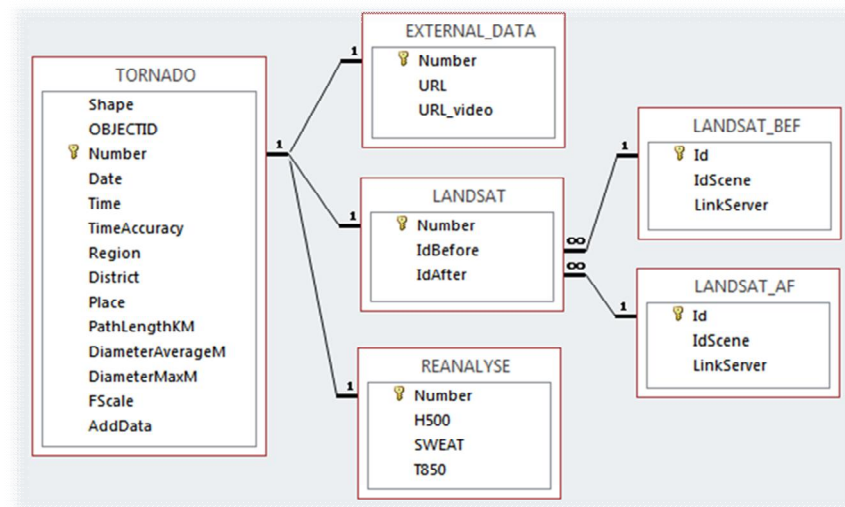


Рис. 1. Графическая схема базы данных «Смерчи в лесной зоне России»

База геоданных включает полигональный класс объектов «Tornado», в котором содержатся контуры выявленных случаев смерчевых ветровалов на территорию России за период с 2001 г. до настоящего времени. В атрибутивной таблице для каждого случая представлены сведения о дате, времени, месте возникновения смерча (регион, район, ближайший населенный пункт); геометрических характеристиках ветровала (протяженность пути смерча, максимальная и средняя ширина, площадь). В поле *Fscale* приведена расчетная интенсивность смерча, которая вычислялась в рамках совместного проекта с ИФА РАН по методике, предложенной в работе [7]. В поле *AddData* приводится (при наличии) вся дополнительная текстовая информация о каждом случае смерча (зафиксированные разрушения жилых домов и объектов инфраструктуры, величина ущерба, данные о пострадавших среди населения и др.), полученная главным образом из средств массовой информации. Для ссылок на материалы в электронных СМИ, содержащих описания случаев смерчей и нанесенного ими ущерба, а также видеозаписи, создана дополнительная таблица *External_Data*. В данной таблице ссылки на текстовые материалы содержатся в поле *URL*, а ссылки на видеозаписи – в поле *URL_VIDEO*.

В базу данных загружены также данные реанализа полей метеоэлементов по модели CFS (за те даты, когда были зафиксированы смерчи), визуализированные с помощью системы GrADS. Они отражают синоптические условия формирования смерча. Представлены карты распределения атмосферного давления на уровне моря, абсолютного геопотенциала AT500, температуры воздушной массы на изобарической поверхности AT850 и индекса конвективной неустойчивости SWEAT (Severe

Weather Threat). Данный индекс является комплексным критерием для диагноза и прогноза опасных явлений погоды, связанных с конвективной облачностью (в том числе смерчей)[8].

Для отображения пути прохождения смерчей и вызванных ими нарушений лесного покрова, в базу данных загружены также геопривязанные фрагменты космических снимков со спутников серии Landsat, полученные в период до и после прохождения смерча. Подбор снимков производился по критерию минимальной облачности. Ссылки для отображения соответствующих фрагментов снимков приведены в таблицах базы данных *LANDSAT-BEF* и *LANDSAT-AF*.

Веб-картографический сервис «Смерчи в лесной зоне России»

Архитектура сервиса

Основными компонентами созданного сервиса являются:

- Картографическая база данных «Каталог случаев смерчей в лесной зоне России»;
- Картографический сервер ArcGIS Server;
- Картографическое веб-приложение «Смерчи в России».

Для хранения пространственных данных Каталога смерчей в формате базы геоданных.gdb и управления ими используется ГИС-пакет ArcGIS Desktop 10.2.1. Публикацию пространственных данных в виде картографических сервисов обеспечивает серверное ПО ArcGIS Server 10.2.1. Для создания веб-приложения «Смерчи в России» использовались JavaScript библиотеки ArcGIS API for Java Script 3.17 и Dojo 1.10.4. Созданный картографический сервис в ближайшее время планируется опубликовать в сети Интернет на веб-сервере ГИС-Центра ПГНИУ.

Пользовательский интерфейс веб-картографического сервиса содержит интерактивную карту и инструменты для работы с пространственными данными. В качестве базовой карты на территорию России используется OpenStreetMap (стиль Mapnik) и мозаики космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения с сервиса Here (данный сервис обеспечивает наибольший процент покрытия территории архивными снимками сверхвысокого разрешения). Пользователь имеет возможность переключения между базовыми картами. Для навигации и перемещения по интерактивной карте предусмотрены инструменты масштабирования, приближения к выбранному объекту, позиционирования с помощью обзорной карты, перехода к полному экстенду. Кроме того, предусмотрено отображение текущего масштаба карты и географических координат положения курсора.

Основным тематическим слоем на сервисе является слой, содержащий векторные контуры ветровалов, вызванных прохождением смерчей. При мелкомасштабном отображении эти контуры заменяются на точечные объекты (центроиды), фиксирующие места прохождения смерчей (рис. 2). При идентификации этих объектов пользователь получает доступ к атрибутивной информации о каждом случае смерча (дата, время и место возникновения смерча, геометрические характеристики трека,

интенсивность, дополнительные данные, ссылки на внешние источники информации о данном случае смерча). Кроме этого, пользователь может отобразить геопривязанные фрагменты снимков со спутников серии Landsat, иллюстрирующие путь прохождения смерча и вызванный им ветровал, а также карты реанализа по модели CFS (для тех случаев смерчей, у которых точно установлена дата возникновения). Для удобства анализа данных предусмотрена возможность создания выборок по субъектам РФ.

Созданная база данных и веб-сервис являются новым открытым источником данных о случаях смерчей на территории России. Для районов с высокой лесистостью эти данные являются более полными и репрезентативными, чем имеющиеся наблюдения очевидцев смерчей, обобщаемые в Европейской базе данных об опасных явлениях погоды ESWD. Регулярное обновление созданной базы данных позволит в перспективе с более высокой достоверностью выделить зоны повышенной повторяемости смерчей, и отслеживать их изменения в связи с изменением климата.

космической съемки // *Изв. Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 2012. Вып. 200. С. 197–208.

2. Петухов И.Н., Немчинова А.В. Ветровальные нарушения лесного покрова в Костромской области и на сопредельных территориях в 1984–2011 гг. // *Лесоведение*. 2014. № 6. С. 16–24.

3. Рекомендации по оценке характеристик смерча для объектов использования атомной энергии. РБ-022-01. М.: Госатомнадзор РФ, 2001. 29 с.

4. Снитковский А.И. Смерчи над территорией СССР // *Метеорология и гидрология*. 1987. №9. С. 12–25.

5. Шихов А.Н., Тарасов А.В. Идентификация случаев возникновения смерчей в лесной зоне по многолетним рядам данных дистанционного зондирования Земли // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 3. С. 84–94.

6. Baumann, M., M. Ozdogan, P.T. Wolter, A.M. Krylov, N.A. Vladimirova, and V.C. Radeloff. 2014. "Landsat remote sensing of forest windfall disturbance". *Remote Sensing of Environment* 143: 171–179. doi:10.1016/j.rse.2013.12.020

7. Brooks, H. E., 2004: On the relationship of tornado path length and width to intensity. *Weather and Forecasting*, 19, 310–319.

8. Doswell C.A. and Shultz D.M. On the use of indices and parameters in forecasting severe storms // *Electronic J. Severe Storms Meteorology*. 2006. Vol. 1. No. 3. P. 122.

9. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina I.A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // *Science*. 2013. Vol. 342. P. 850–853.

A.N. Shikhov, S.I. Perminov

The development of web map service "Tornadoes in the forest zone of Russia"

The article describes the structure and content of cartographic database of tornado events in the Russian forest zone. The database is based on the identification of tornado-induced forest windfall disturbances by time series of LANDSAT images. It is planned to update regularly the database. Web-publication of database is realized using web map service based on ArcGIS Server technology. It provides basic information about each tornado event, as well as fragments of georeferenced LANDSAT images, illustrating his way, meteorological reanalysis data, information about the damage and references to publications in the mass-media.

Keywords: tornadoes, database, web-GIS.

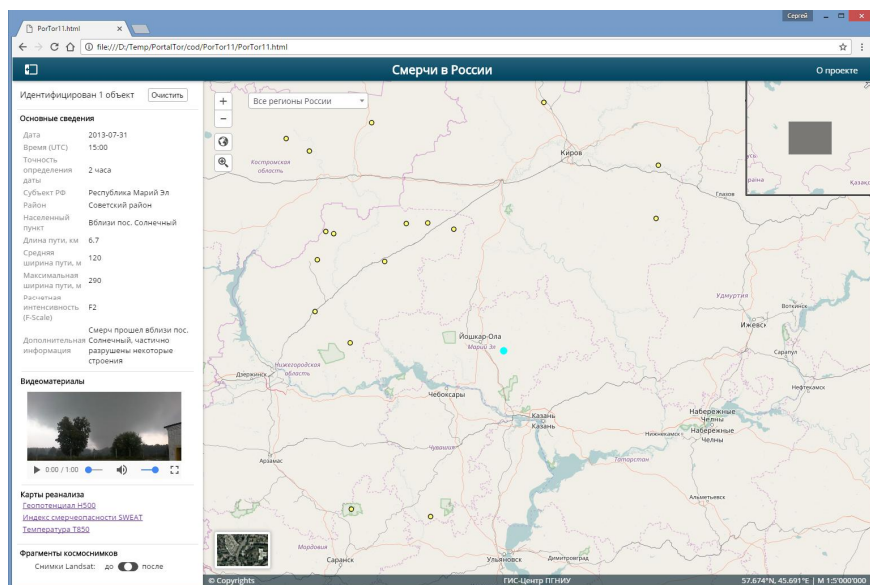


Рис. 2. Пользовательский интерфейс веб-картографического сервиса

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 16-05-00245-а

Библиографический список

1. Крылов А.М., Малахова Е.Г., Владимирова Н.А. Выявление и оценка площадей катастрофических ветровалов 2009–2010 гг. по данным

Shikhov A.N., candidate of geography, senior lecturer of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; and3131@inbox.ru

Perminov S.I., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; perminovsi@ya.ru

УДК 551.515.6

Исследование изменения характеристик конвективных систем в процессе их эволюции

А.В. Эркина, А.А. Поморцева

Оценивается изменение линейных и вертикальных размеров конвективных систем, а также их радиолокационных характеристик в процессе эволюции.

Ключевые слова: конвективная система, ячейка, метеорологический радиолокатор.

При оценке эволюции конвективных систем (КС) представляет интерес изменение размеров КС и продолжительность существования устойчивой мезомасштабной конвективной системы.

При проведении исследования была определена средняя продолжительность существования конвективных систем от момента появления первой конвективной ячейки с ливнем до распада за все дни с активной грозовой деятельностью летнего периода 2007 г. Наибольшая продолжительность составила 7 часов (14 радиолокационных сроков).

Было определено среднее изменение горизонтальных размеров КС (таблица).

©Эркина А.В., Поморцева А.А., 2016

Поморцева Анна Александровна, к.г.н., доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; smirnova@psu.ru

Эркина Анна Васильевна, студентка 4 курса кафедры метеорологии и охраны атмосферы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; anna.erkina@rambler.ru

Таблица

Изменение горизонтальных размеров конвективных систем dL, %

Срок	0	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	+90	+100
dL, %	4	7	9	10	11	14	13	14	14	13	12
Срок	+110	+120	+130	+140	+150	+160	+170	+180	+190	+200	+210
dL, %	11	8	8	11	10	20	17	5	3	2	3

Примечание: здесь 0 – радиолокационный срок, в который зафиксирована КС, +10...+150 и т.д. – последовательные радиолокационные сроки от 0 с 10-минутным интервалом обновления информации.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что горизонтальные размеры КС увеличиваются, в среднем достигая максимальных размеров в период зрелости, а затем начинают уменьшаться до момента затухания и разрушения КС. Однако зачастую линейный ход изменения размеров нарушается за счет образования дочерних конвективных ячеек. В этом случае в ходе развития КС отмечается несколько периодов роста и уменьшения размеров.

В среднем градиент изменения КС со временем $G = \frac{dL}{dt}$ составляет 3,03 %/ч (здесь L – горизонтальные размеры КС (%), t – время (ч)). Максимальное значение градиента изменения КС составило 5,7 %/ч. Таким образом, в процессе эволюции происходит изменение горизонтальных размеров КС от срока к сроку в среднем на 3 % от общей площади КС.

Важна также оценка изменения значений максимальной радиолокационной отражаемости и высоты радиоэха КС от срока к сроку и связь данных характеристик с изменением горизонтальных размеров КС. В среднем, изменение значений максимальной высоты радиоэха и максимальной радиолокационной отражаемости в КС зависит от изменения горизонтальных размеров КС. Чем больше горизонтальные размеры, тем выше значения данных величин. Но при развитии новых конвективных ячеек в теле КС отмечается увеличение значений радиолокационных характеристик при локальном уменьшении размеров КС в целом.

Таким образом, от срока к сроку горизонтальные размеры КС существенно изменяются. Как правило, размеры увеличиваются в процессе роста и развития КС, а затем уменьшаются до момента ее распада.

Работа выполнена в рамках государственного задания на научные исследования (проект № 271), а также при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-45-590823 p_a).

Библиографический список

1. Поморцева А.А. Оценка перемещения мезомасштабной конвективной системы в процессе ее эволюции для целей прогноза шквала //

Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр./ Перм. гос. нац. исслед. Ун-т. Пермь, 2014. Вып. 7. 134 с.

2. Эркина А.В. Исследование изменения характеристик конвективных систем в процессе их эволюции // Климатология и гляциология Сибири: сб. науч. тр./ Томск, 2015. С.157- 159.

A.V. Erkina, A.A. Pomortseva

Study changes in the characteristics of convective systems in the process of evolution

Estimated change in linear and vertical dimensions of convective systems and their radar characteristics in the process of evolution.

Keywords: convective system, sell, weather radar.

Erkina A.V., candidate of geography, senior lecturer of Meteorology and Air Protection department, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; smirnova@psu.ru

Casanova K.O., student of department Meteorology and Air Protection, Perm State National Research University; 614990, Russia, Perm, Bukireva st., 15; anna.erkina@rambler.ru

УДК 528.9

Формальное описание картографических процессов для автоматизированного создания карт в среде ГИС неподготовленными пользователями

С.С. Янкелевич, Б.Ж. Алтын

В статье отмечена проблема между распространением инструментальных ГИС в экономике и обществе и их освоении и применении неподготовленными пользователями при создании цифровых

©Янкелевич С.С., Алтын Б.Ж., 2016

Янкелевич Светлана Сергеевна, к.т.н., доцент, заведующая кафедрой картографии и геоинформатики Сибирского государственного университета геосистем и технологий; Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханового, 10; ss9573@yandex.ru

Алтын Бактаевна Женибекова, аспирант картографии и геоинформатики Сибирского государственного университета геосистем и технологий; Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханового, 10; altyn.zhenibekova@mail.ru

карт при решении геопространственных задач. Рассмотрен вопрос возможности обеспечения автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в среде ГИС, не сталкиваясь со специфическими вопросами картографии. Изучение данного вопроса заключалось в формализованном описании картографических процессов в среде ГИС. К таким картографическим процессам относятся: проектирование карты, сбор геоданных, картографическое отображение и геопространственный анализ. Формализация картографических процессов заключается в их описании в виде функций типовых инструментальных ГИС. На основе изучения данного вопроса сделан вывод, что для возможности обеспечения автоматизированного создания карт в среде ГИС требуется разработать алгоритм проектирования и использования карт в среде ГИС, а также предоставить неподготовленным пользователям доступ к геоданным и сформулировать типовые запросы по отображению геоданных.

Ключевые слова: автоматизация картографических процессов, ГИС, формализация картографических процессов, автоматизированное создание карты, алгоритм создания карты, типовые запросы, проектирование карты в ГИС, использование карты в ГИС, геопространственный анализ, геоданные.

Введение

Глобальные процессы информатизации общества послужили причинами того, что на сегодняшний день цифровые карты приобрели повседневный характер в использовании [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Явление активного распространения мобильных геоинформационных приложений свидетельствует о готовности общества к самостоятельному геопространственному анализу и созданию собственных цифровых карт [10, 11, 12]. В настоящее время находят широкое применение инструментальных геоинформационных систем (ГИС) в отраслях экономики и жизнедеятельности общества, которые диктуют необходимость вовлечения широких слоев пользователей геоинформации, в том числе не имеющих специальной подготовки в области картографии и ГИС.

Однако существует противоречие между явлением активного распространения инструментальных ГИС среди неподготовленных пользователей и их готовности к самостоятельному геопространственному анализу и созданию собственных цифровых карт [13]. Процесс создания карты в среде ГИС может затянуться на длительный срок из-за специфических вопросов картографии. Поэтому в настоящее время актуальна формализация картографических процессов в типовых инструментальных ГИС для автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями [14].

Обоснование возможности обеспечения автоматизированного создания карты неподготовленными пользователями при формализованном описании картографических процессов в среде ГИС

При обосновании возможности обеспечения автоматизированного создания карты неподготовленными пользователями в среде ГИС необходимо учитывать следующие факторы [15, 16]:

- в качестве источников координированных векторных геоданных для создания карт, а также для геопространственного анализа используются доступные базы геоданных;

- в качестве типовых запросов пользователей по автоматизированному созданию тематических карт используются доступные тематические показатели.

С учетом этих факторов представляется целесообразным принять возможность обеспечения автоматизированного создания цифровой карты неподготовленными пользователями – наличие доступных координированных геоданных и тематических показателей.

Для обеспечения автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в среде ГИС, необходима разработка алгоритма, реализация которого в виде программы позволяет пользователям не сталкиваться со специфическими вопросами картографии. Прежде чем приступить к разработке алгоритма, необходимо выполнить формализованное описание картографических процессов в среде ГИС [17]:

- процесс проектирования карты;
- процесс сбора геоданных;
- процесс картографического отображения;
- процесс использования карты.

Основываясь на сущности цифровых карт, предлагается процесс проектирования карты построить следующим образом [18]:

$$P = \{(M), (Z), (Gs)\}, \quad (1)$$

где P – процесс проектирования карты в инструментальных ГИС неподготовленными пользователями, M – проектирование математической основы карты, Sb – процесс сбора геоданных, Z – проектирование знаковой системы карты.

Исходя из сущности процесса проектирования математической основы при традиционном картографировании известно, что на выбор математической основы влияет ряд факторов [19]. В рамках темы исследования был выбран фактор, характеризующий объект картографирования, а именно субъекты Российской Федерации. Используя рекомендуемые картографические проекции для субъектов Российской Федерации, представим операцию автоматического выбора проекции неподготовленным пользователем следующим образом

$$Kp = f(Te), \quad (2)$$

где Kp – картографическая проекция, Te – объект картографирования.

Так как

$$Te = \{t1, t2, \dots tn\}, \quad (3)$$

где Te – объект картографирования, $t1, t2, \dots tn$ – субъекты Российской Федерации,

$$\text{то } Kp = f(t1, t2, \dots tn), \quad (4)$$

где Kp – картографическая проекция, $t1, t2, \dots tn$ – субъекты Российской Федерации.

То есть автоматический выбор картографической проекции будет зависеть от выбора пользователем субъекта Российской Федерации.

Использование координированных геоданных об административно-территориальных единицах при автоматическом выборе картографической проекции неподготовленными пользователями обеспечит автоматический выбор местной системы координат при условии наличия данных у пользователя. То есть:

$$Ck = f(t1, t2, \dots tn), \quad (5)$$

где Ck – определение системы координат, $t1, t2, \dots tn$ – координированные геоданные субъектов Российской Федерации.

Таким образом, математическая основа цифровой карты при автоматизированном проектировании неподготовленными пользователями в среде ГИС можно описать следующим образом:

$$M = f(t1, t2, \dots tn), \text{ или } M = f(Te) \quad (6)$$

где M – математическая основа карты, $t1, t2, \dots tn$ – координированные геоданные субъектов Российской Федерации, Te – объект картографирования

Формализация процесса проектирования знаковой системы носит сугубо индивидуальных характер ввиду разнообразия явлений окружающего геопространства [20]. По этой причине предлагается для каждого содержания карты сформулировать запросы пользователей об объектах и явлениях на основе доступных тематических показателей. Таким образом, проектирование знаковой системы может выглядеть следующим образом:

$$Z = f(Te, Tp), \quad (7)$$

где Z – проектирование знаковая система карты, Te – выбор категории объекта картографирования, Tp – выбор доступных тематических показателей в базах геоданных.

Для определения в значительной мере элементов содержания карты необходимо предоставить пользователям выбор темы карты. Для этого необходимо разработать понятную типизацию тем карт [14]. Поскольку выбор темы карты разрабатывается для широкого круга пользователей, предлагаются следующие названия тем карт, а именно: «Экономика», «Социум», «Природа». Названия тем совпадают с терминологией, общепринятой в России для совокупного наименования основных сфер жизнедеятельности человеческого общества. Благодаря этому, у неподготовленных пользователей ГИС не возникнет затруднений с четким отнесением поставленной перед ним задачи к выбору той или иной темы карты. Выбор темы карты можно представить следующим образом:

$$T = \{Ek, Sz, Na\}, \quad (8)$$

где T – тема карты, Ek – экономика, Sz – социум, Na – природа.

На основании формул 1, 3, 6, 7, 8 можно выполнить формализацию процесса сбора геоданных. Формализация процесса сбора геоданных выглядит следующим образом:

$$Sb = f(t1, t2, \dots tn, Ek, Sz, Na), \quad (9)$$

где Sb – процесс сбора геоданных, $t1, t2, \dots tn$ – координатные данные субъектов Российской Федерации, Ek – тема карты «Экономика», Sz – тема карты «Социум», Na – тема карты «Природа».

Соответственно, процесс проектирования карты можно представить следующим образом:

$$P = f(t1, t2, \dots tn, Ek, Sz, Na, Tp), \quad (10)$$

где P – процесс проектирования картв инструментальных ГИС неподготовленными пользователями, $t1, t2, \dots tn$ – выбор субъектов Российской Федерации, Ek – выбор темы карты «Экономика», Sz – выбор темы карты «Социум», Na – выбор темы карты «Природа», Tr – выбор тематических показателей в базах статистических данных.

Исходя из формул 3, 8:

$$P = f(Te, T, Tr) \quad (11)$$

Формализованное описание процесса использования карты в среде ГИС осуществлялось путем формулировок типовых запросов пользователей по геопространственному анализу на основе типовых геопространственных задач и представлено следующим образом:

$$G_A = f(T_G, Z_A), \quad (12)$$

где G_A – использование карт в среде ГИС, T_G – тип геопространственной задачи, Z_A – типовые запросы пользователей по геопространственному анализу.

Таким образом, на основе формул (11, 12) формализованное описание процесса создания карт в среде ГИС для неподготовленных пользователей выглядит следующим образом:

$$K_I = f(P, G_A), \quad (13)$$

где K_I – создание карт в среде ГИС, P – проектирование карты, G_A – использование карт в среде ГИС.

На основе формулы 13 можно сделать вывод, что для возможности обеспечения автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями требуется разработка алгоритма процесса проектирования карты и процесса использования карт в среде ГИС. На рисунке 1 приведен алгоритм автоматизированного проектирования карты неподготовленными пользователями в среде ГИС.

На рисунке 2 приведен алгоритм автоматизированного использования карт в среде ГИС неподготовленными пользователями.

Как видно из рисунка 1, 2 автоматизированное создание карт неподготовленными пользователями в среде ГИС может осуществлять как при проектировании карты, так и при использовании созданной карты.



Рис. 1. Алгоритм автоматизированного процесса проектирования цифровых карт неподготовленными пользователями

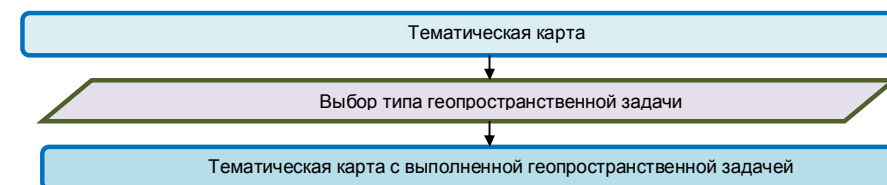


Рис.2. Алгоритм автоматизированного использования карт в среде ГИС неподготовленными пользователями.

Заключение

В основе автоматизированного создания карт неподготовленными пользователями в среде ГИС лежит формализованное описание картографических процессов. Согласно формализованному описанию процесс проектирования карты содержит остальные процессы по созданию цифровых карт (сбор геоданных, проектирование математической основы, проектирование знаковой системы карты). Также, согласно формализованному описанию автоматизированное создание карты может осуществляться путем использования карты в среде ГИС [15, 16].

Для возможности обеспечения автоматизированного процесса создания карт неподготовленными пользователями необходимо наличие координированных векторных геоданных и тематических показателей на картографируемый объект [17, 18]. Следовательно, данное условие необходимо учитывать при разработке алгоритма автоматизированного процесса создания карт. Поэтому при проектировании карты в качестве объекта картографирования предлагается использовать единицы административно-территориального деления Российской Федерации и тему

карты. Благодаря этому можно обеспечить автоматический сбор геоданных по административно-территориальным единицам. А также при использовании карт предлагается решать геопространственные задачи на основе доступных векторных геоданных об объектах, благодаря чему можно обеспечить дальнейшую типизацию геопространственных задач при использовании цифровых карт [19].

Библиографический список

1. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности // Вестник СГГА, 2013. – Вып. 2 (22). – С. 8-16.

2. Кацко С. Ю. ГИС для непрофессиональных пользователей как один из современных инструментов работы с геоинформацией // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркишейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 19-29 апреля 2011г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т.1, ч.1. – С. 234-238.

3. Лисицкий Д. В. Назначение и особенности цифрового картографического изображения в геоинформационном картографировании // ГЕО-Сибирь-2005. 1-я Международная специализированная выставка и научный конгресс: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркишейдерия»: сб. материалов (Новосибирск, 25-29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. Т. 4. – С. 28-31.

4. Лисицкий Д. В. Изменение сущности и функций картографических изображений на современном этапе развития общества // Геодезия и картография. – 2008. – № 2. 1. – С. 28-30.

5. Кацко С. Ю. Эволюция сущности и роли картографических изображений // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркишейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 22-24 апреля 2008г.). – Новосибирск: СГГА, 2008. – Т.1, ч.2. – С. 203-207.

6. Кацко С. Ю. Возможности информационно-аналитических ГИС в работе непрофессиональных пользователей с пространственной информацией // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1(14). – С. 76-80.

7. Лисицкий Д. В. Изменение роли картографических изображений в процессе формирования единого электронного геопространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. 1. – С.58-62.

8. Кацко С. Ю. От освоения пространства к формированию единого геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012: VIII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркишейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10-12 апреля 2012г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т.2. – С.99-104.

9. Кацко С. Ю. Неогеография и картография // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013: IX Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия,

геоинформатика, картография, маркишейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15-26 апреля 2013г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2. – С. 102 – 106.

10. Лисицкий Д. В. Концепция создания и функционирования геоинформационного пространства // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013: IX Междунар. науч. конгр.: пленарное заседание: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15-26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т.2. – С.72-75.

11. Янкевич (Дышлок) С.С. Использование ГИС-технологий в процессе территориального планирования // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркишейдерия»: сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 19-29 апреля 2010г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. – Т.1, ч.2. – С. 168-170.

12. Гук А. П. Формирование картографических изображений в среде ГИС // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. 1. – С.62-66.

13. Васмут А. С., Бугаевский, Л. М., Портнов, А. М. Автоматизация и математические методы в картосоставлении: учебное пособие / А. С. Васмут, Л. М. Бугаевский, А. М. Портнов. – Москва: Недра, 1991. – 391 с.

14. Васмут А. С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ: научное издание / А. С. Васмут. – Москва: Недра, 1983. – 200 с.

15. Andrienko, N., Andrienko, G. Detection, Tracking, and Visualization of Spatial Event Clusters for Real Time Monitoring / IEEE/ACM Data Science and Advanced Analytics (DSAA). – 2013. – pp.1-10

16. Visual Task Solution Strategies in Tree Diagrams [Электронный ресурс] IEEE Pacific Visualization 2013. Proceedings, IEEE Computer Society Press, P.169-176. – Режим доступа:

17. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6596142/?arnumber=6596142>

18. Formalizing Cartographic Knowledge: Scientific Report for the Specialist Meeting 24-27 October, 1993. – Buffalo, New York

19. Formalization of cartographic edition rules to automate topographic maps quality control [электронный ресурс]. – Режим доступа

20. http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/392_proceeding.pdf

21. Automated Cartography [электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://www.slideserve.com/kenyon/automated-cartography-python-scripting-project>

Svetlana S. Y., Altyn B. Z.

Formal description of map processes for automated creation of maps in a GIS environment by unskilled users

In article the problem between distribution of instrumental GIS in economy and society and their mastering and application by unprepared users during creation of digital cards in case of the decision of geospatial tasks is marked. The question of a possibility of support of automated creation of cards by unprepared

users in the environment of GIS is considered, without facing specific questions of cartography. The study of the matter consisted in the formalized description of cartographical processes in the environment of GIS. Treat such cartographical processes: design of a card, collection of geodata, cartographical display and geospatial analysis. Formalization of cartographical processes consists in their description in the form of functions of standard instrumental GIS. On the basis of a study of the matter the conclusion is drawn that in the environment of GIS it is required to develop an algorithm of design and use of cards in the environment of GIS for a possibility of support of automated creation of cards, and also to provide to unprepared users access to geodata and to formulate standard requests on display of geodata.

Keywords: automation of cartographical processes, GIS, formalization of cartographical processes, automated creation of a card, an algorithm of creation of a card, standard requests, design of a card in GIS, use of a card in GIS, the geospatial analysis, geodata.

Svetlana S.Y., candidate of technical sciences, head of Cartography and Geoinformatics department, Siberian state university of geosystems and technologies; 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotony St., 10; ss9573@yandex.ru

Altyn B.Z., graduate student of Cartography and Geoinformatics department, Siberian state university of geosystems and technologies; 630108, Russia, Novosibirsk, Plakhotony St., 10; altyn.zhenibekova@mail.ru

Научное издание

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Выпуск 9

Сборник научных трудов

Издается в авторской редакции
Компьютерная верстка Гоголевой М.В.

Подписано в печать 08.11.2016. Формат 60×84/16
Усл. печ. л. 8,49. Тираж 100 экз. Заказ 78

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета.
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15