

УДК 912.44, 528.927

С.В. Пьянков, А.Н. Шихов, Р.К. Абдуллин

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО АТЛАСА ОПАСНЫХ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ УРАЛЬСКОГО ПРИКАМЬЯ)***

В статье описан опыт разработки и создания «Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья», который является первым в России региональным атласом, полностью посвященным данной тематике. Рассмотрены особенности картографического отображения информации об ОГМЯ на региональном уровне, в условиях сложного рельефа и редкой наблюдательной сети. Охарактеризованы информационные ресурсы, использованные для создания атласа, включая данные наземных, дистанционных наблюдений, реанализа и моделирования. Обоснована структура атласа и описано содержание каждого раздела. Представлены примеры карт климатических характеристик изучаемой территории, пространственно-временного распределения опасных гидрометеорологических явлений, а также космофотокарт и динамических карт.

Подготовленный к изданию атлас представляет собой не только набор иллюстративных картографических материалов, но и совокупность связанных между собой баз данных, в которых отражены современное состояние климата региона и закономерности пространственно-временного распределения ОГМЯ. Он имеет несомненную ценность для оценки территориального риска чрезвычайных ситуаций природного характера в регионе.

К л ю ч е в ы е с л о в а: опасные гидрометеорологические явления, пространственно-временное распределение, атласное картографирование, данные дистанционного зондирования Земли.

S.V. Pyankov, A.N. Shikhov, R.K. Abdullin

**THE EXPERIENCE OF CREATING REGIONAL ATLAS OF HYDROMETEOROLOGICAL
HAZARDS (ON THE EXAMPLE OF URAL PRIKAMYE REGION)**

The article describes the experience of the development and creation of "Atlas of hydrometeorological hazards Ural Kama region". It is the first Russian regional atlas, fully devoted to this subject. It is described the features of hydrometeorological hazards mapping at the regional level, under the conditions of diverse terrain and sparse observation network. We characterize the information resources used for the creation of the Atlas, including ground-based observations, remote sensing, modeling and reanalysis data. The authors justify the Atlas structure and describe the content of each section. It is presented the examples of maps of climatic characteristics of the study area, the spatial and temporal distribution of hydrometeorological hazards, satellite imagery and dynamic maps.

The Atlas is prepared for publishing. It is not only a set of cartographic products, but also a set of interconnected databases, which reflect the current state of the region's climate and patterns of spatial and temporal distribution of hydrometeorological hazards. It is of great value to assess the risk of territorial natural emergencies in the region.

К е у в о р д s: hydrometeorological hazards, spatial and temporal distribution, atlas mapping, remote sensing data.

Введение

В последнее десятилетие заметно возросло внимание мирового сообщества к проблеме стихийных бедствий, вызываемых, в частности, опасными гидрометеорологическими явлениями (ОГМЯ), и связанных с ними чрезвычайных ситуаций природного характера. По различным оценкам, только в России потери от воздействия ОГМЯ и неблагоприятных условий погоды составляют от 30 до 60 млрд руб. в год и имеют тенденцию к росту. Для территории Уральского Прикамья проблема рисков, связанных с ОГМЯ, также является актуальной. На территории региона возможны около 20 видов ОГМЯ, которые способны нанести значительный социально-экономический и экологический ущерб [5; 11–13; 15; 18].

© Пьянков С.В., Шихов А.Н., Абдуллин Р.К., 2016

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-05-96000 р-Урал-а).

Изучению ОГМЯ, в том числе картографированию их режимных характеристик на различных уровнях территориального охвата, посвящено большое количество публикаций, что обусловлено вниманием научной общественности к данной проблеме. Наибольшую известность получили фундаментальные труды, подготовленные в Институте геоэкологии РАН и в МЧС России: монография «Природные опасности России» в 6 томах [17]; «Атлас опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации» [2]. Аналогичные атласы были изданы в МЧС России для всех федеральных округов РФ, в том числе для Приволжского федерального округа [3]. В этих изданиях представлены карты режимных характеристик опасных гидрометеорологических явлений, созданные для всей территории России. Раздел, посвященный опасным гидрометеорологическим явлениям, имеется во втором томе Национального атласа России [14].

Вместе с тем известно немного подобных работ, проведенных на уровне отдельных регионов (т.е. на более крупном масштабе картографирования). Ряд карт режимных характеристик ОГМЯ для территории Иркутской области представлен в атласе "Иркутская область: экологические условия развития"[6]. С точки зрения экологического влияния на человека рассмотрены повторяемость и пространственное распределение опасных природных явлений для Новосибирской области [4]. Серия карт пространственного распределения опасных природных (в том числе гидрометеорологических) явлений на территории Южного федерального округа представлена в работе [16]. Для территории Уральского Прикамья опыт картографического отображения опасных гидрометеорологических явлений практически отсутствует.

Постановка проблемы

При картографировании режимных характеристик опасных гидрометеорологических явлений на региональном уровне возникает ряд объективных сложностей. Во-первых, это связано с дефицитом исходной информации, так как опасные гидрометеорологические явления относятся к событиям редкой повторяемости. Поэтому в большинстве случаев массив данных о зафиксированных случаях недостаточен для обнаружения каких-либо закономерностей их пространственного распределения. Многие случаи опасных явлений пропускаются существующей редкой наблюдательной сетью. Кроме того, с переходом к более крупному масштабу картографирования возникает необходимость учитывать влияние ландшафтных условий на пространственное распределение ОГМЯ.

Для решения перечисленных проблем необходимо использовать в качестве дополнительного источника информации многолетние ряды данных дистанционного зондирования. Их преимуществами являются обзорность, регулярность получения, однородность наблюдений за состоянием атмосферы и подстилающей поверхности. Изучение зарубежного опыта показывает, что для анализа и картографирования климатических характеристик ОГМЯ в настоящее время широко используются данные спутниковой съемки Земли, радиолокационного зондирования атмосферы и систем грозопеленгации. Все перечисленные источники данных характеризуются высоким пространственным и временным разрешением, что позволяет анализировать с их помощью распределение локальных опасных явлений, таких как сильные ливни, крупный град, шквалы и смерчи. На основе комбинирования данных наземных и дистанционных наблюдений изучается пространственное распределение случаев локальных ОЯ, выделяются зоны повышенной повторяемости, производится районирование территорий по степени риска и оценка возможного ущерба, создаются картографические базы данных [21-24].

Для территории России такой комплексный подход к картографированию ОГМЯ реализован пока в недостаточной степени. Однако благодаря интенсивному развитию и распространению ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), численных моделей прогноза погоды объем доступной информации об этих явлениях также значительно увеличился. В результате этого появилась возможность обновления существующих и создания новых картографических материалов с более высокой достоверностью и в более крупном масштабе; интеграции, обобщения и систематизации накопленной информации об ОГМЯ в форме тематического регионального атласа. В настоящей статье рассмотрены общие принципы, методика и практические результаты картографирования пространственно-временного распределения опасных гидрометеорологических явлений на региональном уровне (на территории Уральского Прикамья).

Подготовленный к изданию Атлас опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья является результатом многолетних исследований авторского коллектива в области мониторинга, моделирования, картографирования пространственного распределения гидрометеорологических процессов и явлений [9; 10; 18; 19]. Для его создания использовались

картографические и атрибутивные базы данных режимных гидрометеорологических характеристик изучаемой территории, интегрированные в ГИС бассейна Воткинского водохранилища [8], а также база данных об опасных явлениях погоды (<http://map.psu.ru/search.aspx>).

Атлас не имеет близких аналогов по содержанию. В его структуру включен ряд принципиально новых карт, полученных на основе данных ДЗЗ (например, карты пространственного распределения лесных пожаров; динамические карты развития засух; космофотокарты, иллюстрирующие процесс развития ОГМЯ).

Все представленные в атласе карты режимных характеристик опасных гидрометеорологических явлений созданы впервые, на основе актуальных исходных данных, отражающих современные региональные изменения климата. При их создании использовались высотные зависимости, а также подход, основанный на расчете плотности пространственного распределения опасных явлений. Целью создания атласа является представление наиболее полной пространственной характеристики различных видов опасных гидрометеорологических явлений, наблюдающихся на территории Уральского Прикамья.

Информационная основа для создания атласа. В качестве источников данных для создания картографических материалов атласа использовались:

- данные метеорологических наблюдений из «Метеорологических ежемесячников» (1981–2014 гг.);

- архивы метеоданных для климатических исследований из фондов ВНИИГМИ-МЦД и Интернет-ресурсов;

- оперативные и архивные данные космической съемки различного пространственного разрешения со спутников Terra/Aqua MODIS, LANDSAT, SPOT 4/5/6. Снимки получены из архивов Центра геоинформационных систем и технологий ПГНИУ, Инженерно-технологического центра «СканЭкс», открытых Интернет-каталогов геологической службы США (данные LANDSAT) и NASA (данные MODIS);

- фоновые материалы ГИС-Центра ПГНИУ (включая детальные цифровые модели рельефа и топографические карты населенных пунктов, результаты моделирования зон возможного затопления; фотоматериалы);

- цифровые векторные карты М 1:1 000 000, М 1:200 000 («Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии»);

- данные реанализа по глобальным моделям атмосферы GFS (NCEP/NCAR) и CFSv2, полученные через открытые сервисы NOAA;

- результаты счета мезомасштабной численной модели атмосферы WRF-ARW (по отдельным случаям опасных явлений);

- материалы, ранее опубликованные в Атласе Пермского края [1].

Обработка пространственных и статистических данных, создание компоновок карт выполнялось при помощи специализированного программного обеспечения ArcGIS 10.2, Scanex Image Processor 4.2.

Создание атласа включало в себя несколько этапов. На первом этапе была составлена программа атласа, в которой были определены порядок работы, структура атласа, формат будущих карт и самого атласа, источники информации для его создания, математическая основа для карт, включая масштабные ряды. На втором этапе производились сбор и систематизация имеющихся материалов, данных ДЗЗ, создание картографических основ разного масштаба для будущих карт, разработка единых цветовых шкал и некоторых условных знаков. Третий этап – создание компоновок карт, обработка и дешифрирование космических снимков, подготовка данных реанализа и создание картографических продуктов на их основе, подготовка графических материалов и текстового сопровождения. Четвертый этап – создание макета атласа.

Структура Атласа опасных гидрометеорологических явлений представлена в таблице. Она включает пять разделов, посвященных общегеографической характеристике региона исследования, климатическому и гидрологическому режиму, опасным метеорологическим и гидрологическим явлениям, а также характерным негативным последствиям этих явлений. Описание опасных гидрометеорологических явлений базируется на их классификации и критериях, принятых Уральским УГМС (2009 г.). Кроме того, в структуре атласа представлены содержание, введение и сведения об источниках и авторах картографических, графических и текстовых материалов. Всего в атласе представлено 66 карт (включая динамические карты), 60 космофотокарт и космических снимков, 90 рисунков, 68 фотографий, 8 таблиц.

Во введении рассматриваются актуальность изучаемой проблематики, цель создания атласа, описана информационная основа, приведено обоснование структуры и краткое содержание разделов; перечислены основные подходы к классификации опасных гидрометеорологических явлений, определяющие структуру разделов атласа.

В первом разделе атласа представлена общегеографическая характеристика региона, приведены общегеографические карты (физическая карта и карта административно-территориального деления) в масштабе 1:1 750 000.

Структура разделов Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья

<i>Наименование раздела</i>	<i>Подразделы</i>	
Введение	-	
Классификация опасных гидрометеорологических явлений	-	
Раздел 1. Общегеографическая характеристика	1.1. Краткая физико-географическая характеристика территории Уральского Прикамья	
	1.2. Физическая карта	
	1.3. Административно-территориальное деление	
Раздел 2. Климатический и гидрологический режим территории	2.1. Климатический режим	2.1.1. Наблюдательная сеть Пермского ЦГМС
		2.1.2. Климатическая карта
		2.1.3. Термический режим
		2.1.4. Ветровой режим
		2.1.5. Атмосферные осадки и снежный покров
		2.1.6. Некоторые экстремальные климатические характеристики по метеостанциям Пермского края (за весь период наблюдений)
2.2. Гидрологический режим	2.2.1. Водный режим	
	2.2.2. Ледовый режим	
Раздел 3. Опасные метеорологические явления	3.1. Сильные морозы	
	3.2. Сильная жара	
	3.3. Сильные ветры и метели	
	3.4. Сильные дожди	
	3.5. Сильные снегопады	
	3.6. Весенние возвраты холодов с интенсивными осадками	
	3.7. Конвективные опасные явления	
Раздел 4. Опасные гидрологические явления	4.1. Весеннее половодье	
	4.2. Ледовые заторы	
	4.3. Дождевые паводки	
Раздел 5. Характерные негативные последствия опасных гидрометеорологических явлений	5.1. Засухи и их влияние на сельскохозяйственное производство	
	5.2. Лесные пожары	
	5.3. Ветровалы	
	5.4. Наводнения	

Во втором разделе рассматриваются климатический и гидрологический режимы изучаемой территории. Представлены карты средней годовой и среднемесячной температуры воздуха, среднегодовой скорости ветра и направлений ветра в январе и июле, режимных характеристик атмосферных осадков и снежного покрова. Ряд карт (например, карты режимных характеристик снежного покрова) для территории Уральского Прикамья созданы впервые (рис. 1). Для создания климатических карт использованы данные наблюдений сети метеостанций Уральского УГМС, осредненные за период 1971–2000 гг.

При подготовке исходного материала для климатических карт выполнялась интерполяция данных многолетних наблюдений с учетом высотной зависимости по методике, впервые описанной в работах В.А. Шутова на примере задачи расчета снегозапасов [20]. Для определения высотных зависимостей применялись также данные реанализа. Таким образом, на представленных в данном разделе картах

отражено влияние рельефа, в том числе и в тех районах, где отсутствуют данные наблюдательной сети.

В этом же разделе охарактеризован гидрологический режим территории (водный и ледовый режимы рек). Представлены карты режимных характеристик речного стока (норма и коэффициент вариации годового стока, норма стока весеннего половодья, норма стока летней и зимней межени), а также карты ледового режима рек и водохранилищ (среднемесячных сроков появления ледяных образований на реках, установления ледостава, вскрытия рек и их очищения ото льда). Кроме того, в данном разделе рассмотрены история развития и современное состояние наблюдательной гидрометеорологической сети на изучаемой территории.

Третий раздел атласа посвящен опасным метеорологическим явлениям. Для каждого из рассматриваемых видов явлений представлены карты (рис. 2) режимных характеристик (повторяемости и среднегодовой интенсивности явления). Большинство карт создано на основе ряда наблюдений за 1981-2010 гг., т.е. с учетом происходящих в последние десятилетия климатических изменений и сокращения наблюдательной сети.

При построении карт опасных явлений, вызываемых экстремальной температурой воздуха и сильными осадками, учитывались высотные зависимости. Карта повторяемости локальных конвективных явлений построена на основе всех имеющихся данных об ущербе от ОЯ, и нормирования на плотность наблюдательной сети. Все представленные в данном разделе карты созданы впервые для изучаемой территории. Также проанализирована динамика повторяемости опасных явлений за этот период.

Кроме режимных характеристик опасных метеорологических явлений в данном разделе подробно рассматриваются наиболее характерные или выдающиеся случаи, включая условия их возникновения, особенности развития и характер нанесенного ущерба. По каждому из таких случаев созданы космодатасеты на основе снимков Terra/Aqua MODIS, иллюстрирующие процесс развития опасного явления. Для описания синоптического положения использованы данные реанализа по модели CFS. Выбор этого реанализа обусловлен более высоким пространственным ($0,5^\circ$) и временным (1ч) разрешением данных. При описании некоторых случаев представлены также фотোগрафии.

Четвертый раздел атласа посвящен опасным гидрологическим явлениям, прежде всего связанным с прохождением весеннего половодья (поскольку другие ОГМЯ на изучаемой территории наблюдаются крайне редко). Подробно рассмотрены два случая высоких весенних половодий, наблюдавшихся на реках водосбора Воткинского водохранилища в 2001 и 2014 гг.: представлены динамические карты процесса снеготаяния (рис. 3) и космические снимки наблюдавшихся затоплений в поймах крупных рек. Также впервые для изучаемой территории построена карта повторяемости затопления пойм крупных рек на основе анализа многолетнего ряда снимков Terra/Aqua MODIS.

В разделе, посвященном ледовым заторам, представлена карта мест их регулярного возникновения на основе базы данных, созданной В.Г. Калининым [7]. Также представлены космодатасеты, созданные на основе результатов моделирования возможного затопления территории при образовании затора льда на р. Усьва.

В разделе о дождевых паводках подробно рассмотрены случаи аномально высоких паводков на горных реках Северного Урала в июне 1993 г. и в ноябре 2013 г. Для восстановления количества осадков, выпавших в горных районах Урала, не освещенных наблюдательной сетью, использована мезомасштабная модель атмосферы WRF.

Пятый раздел Атласа посвящен наиболее значимым негативным последствиям от опасных гидрометеорологических явлений. К ним отнесены засухи, лесные пожары (рис. 4), ветровалы и наводнения, поскольку из отраслей экономики региона именно сельское и лесное хозяйство в наибольшей степени страдают от аномальных гидрометеорологических условий.

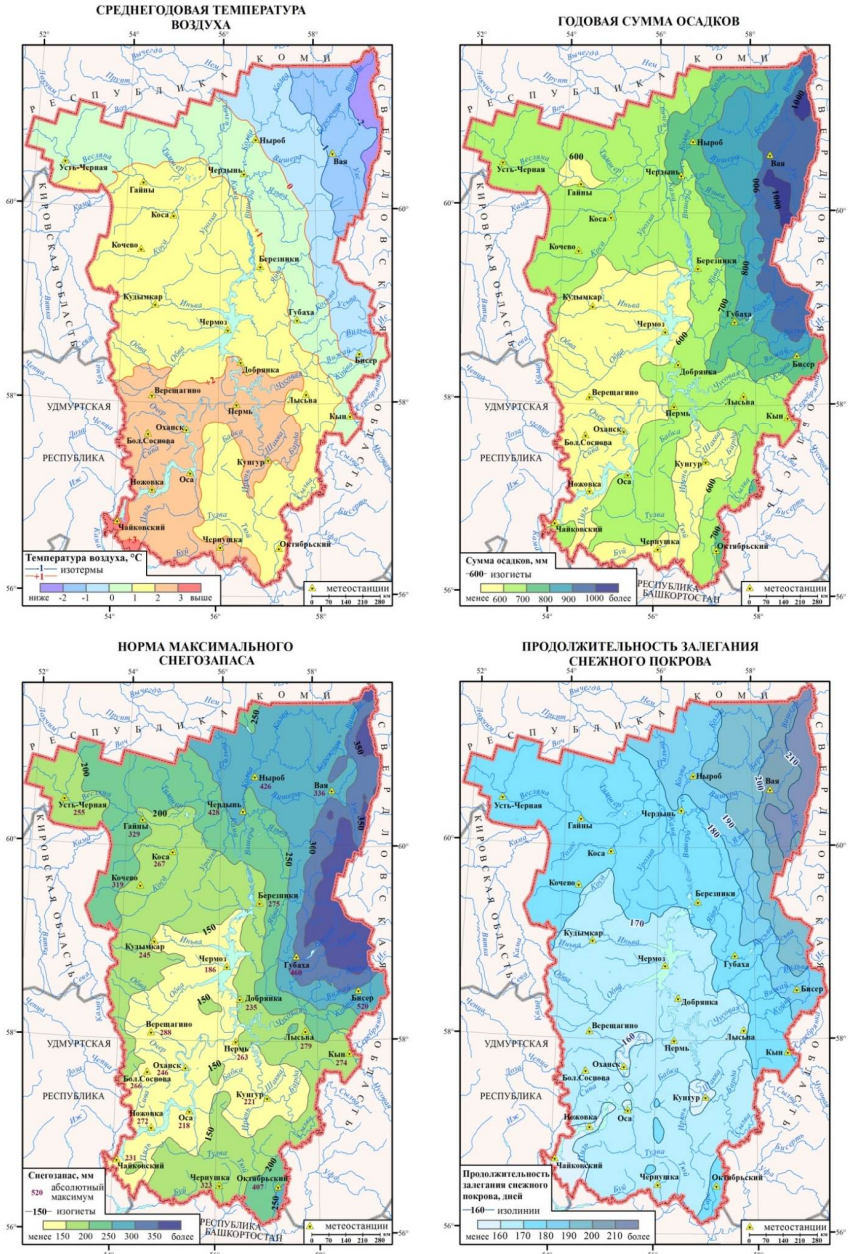


Рис. 1. Примеры карт климатических характеристик из Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья

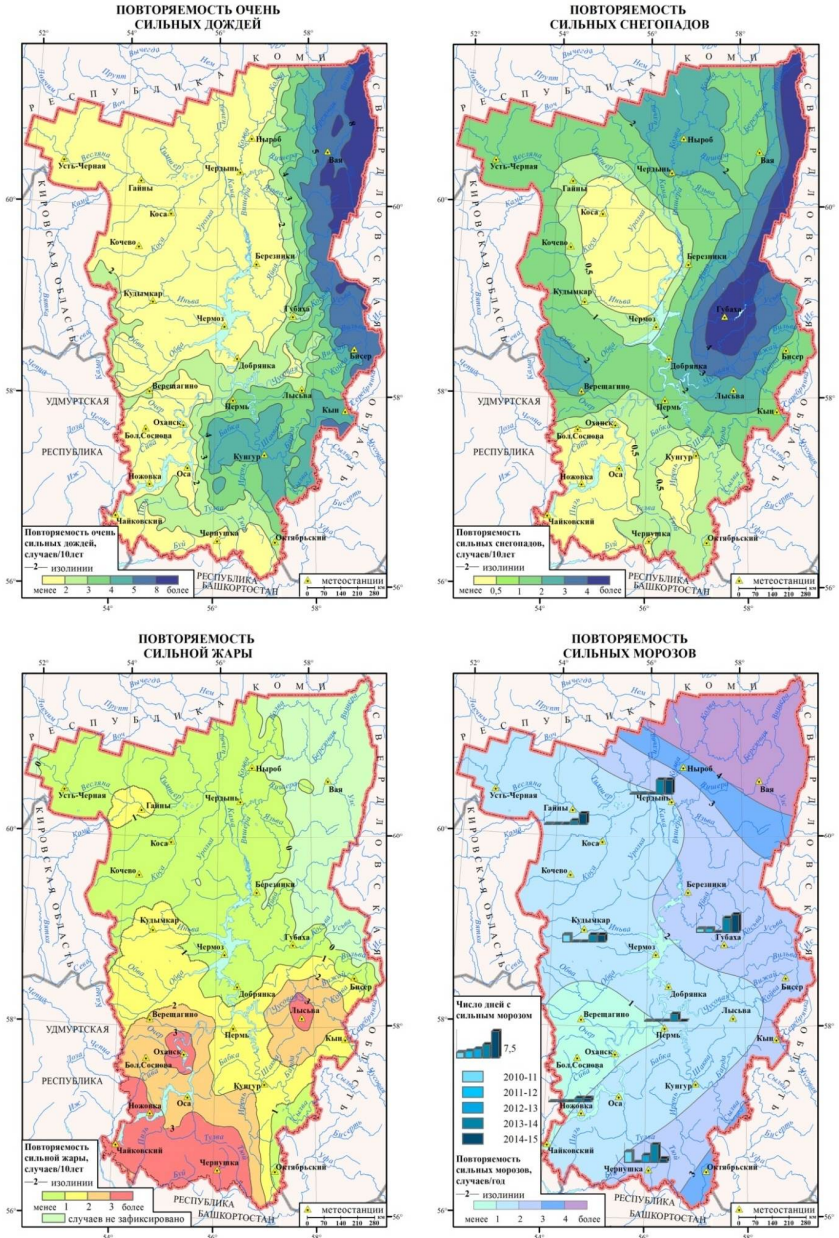


Рис. 2. Примеры карт режимных характеристик из Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья

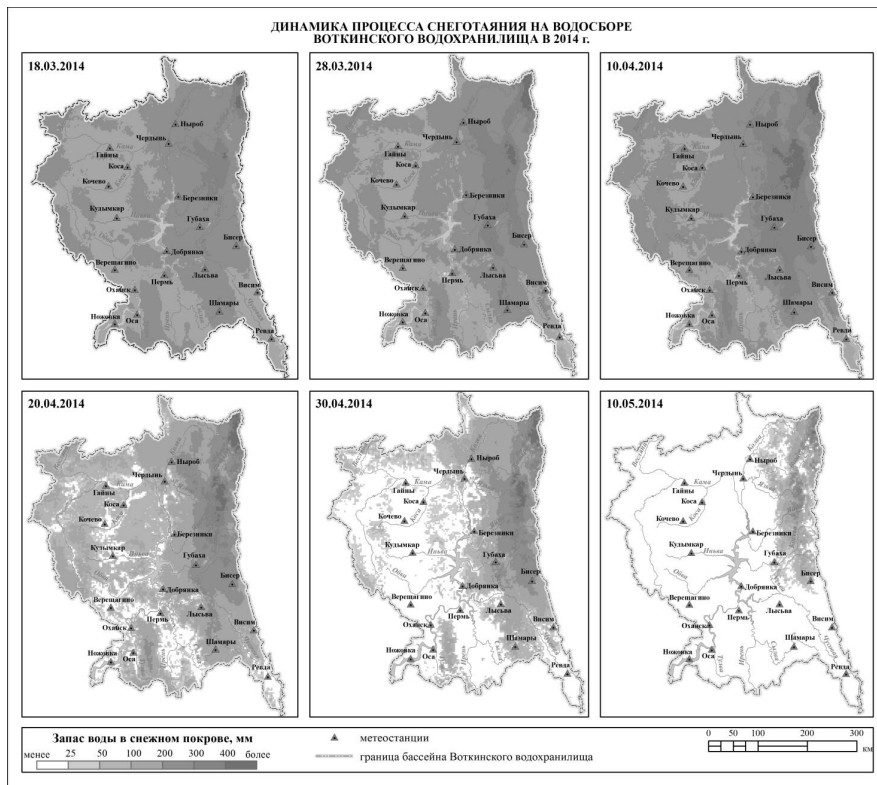


Рис. 3. Пример карты динамики процесса снеготаяния на водосборе Воткинского водохранилища в 2014 г. из Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья

Построены динамические карты развития засух в Пермском крае летом 2010 и 2013 гг. как по космическим снимкам Terra/Aqua MODIS и LANDSAT (на основе вегетационных индексов), так и по данным станционных наблюдений. Оценено влияние засух на урожайность сельскохозяйственных культур, для чего созданы карты динамики урожайности в годы с засухами и без них.

Впервые для изучаемой территории созданы карты пространственного распределения лесных пожаров и ветровалов за 2001–2014 гг., на основе результатов анализа многолетнего ряда данных ДЗЗ LANDSAT [19]. Подробно рассматривается экстремальный пожароопасный сезон 2010 г., представлены космические снимки действовавших в тот период пожаров, а также актуальные снимки высокого разрешения (SPOT 5/6) на пройденные пожарами территории. Аналогичные материалы составлены и по случаям массовых ветровалов, ущерб от которых для лесного фонда региона сопоставим с ущербом от пожаров. В заключительном подразделе, посвященном наводнениям, приведена карта опасности наводнений для территории края (построенная на основе данных сети гидрологических постов), а также космофотокарты зон возможного затопления в ряде населенных пунктов края.

Математическая основа карт. Масштабы карт для Атласа определялись исходя из особенностей отображаемого явления и размера территории Пермского края (160,6 тыс. км²). С учетом этого для общегеографических карт региона был выбран масштаб 1:1 750 000, для большинства карт явлений, а также последствий от их воздействия, отображаемых в пределах всего края, – масштабы 1:2 500 000 и 1:3 500 000. Для отображения возможных последствий ОГМЯ для населенных пунктов использовались масштабы 1:15 000 – 1:25 000 (например, карты зон возможного затопления при прохождении паводков и половодий редкой повторяемости).

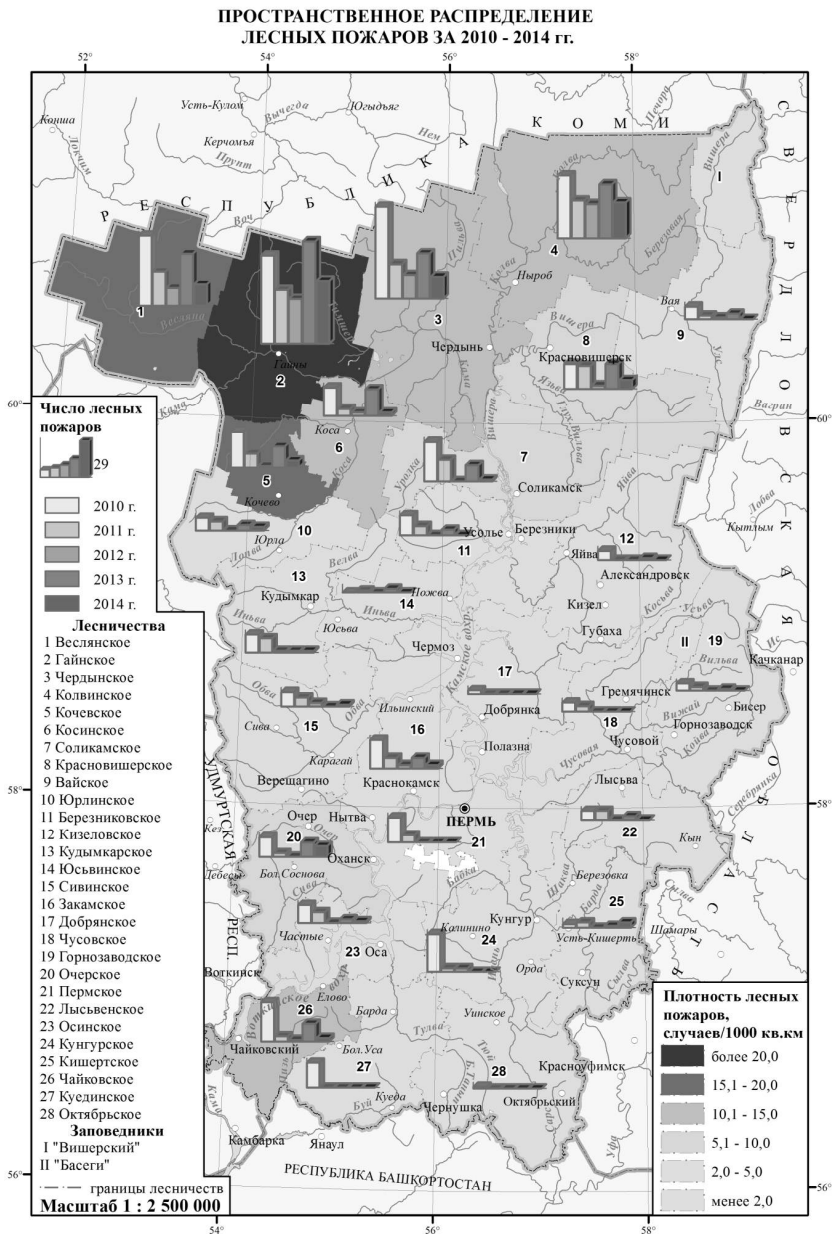


Рис. 4. Пример карты пространственного распределения ущерба от лесных пожаров из Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья

Все картографические материалы представлены в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера (зона 10). От проекции зависит другой элемент математической основы – картографическая градусная сетка, в частности ее рисунок. Градусная сетка использовалась только для карт, отображающих всю территорию Пермского края. Шаг сетки подбирался таким образом, чтобы избежать перегруженности карт ее линиями. Исходя из этого шаг сетки для карт масштаба 1:1 750 000 равен 1°, для карт масштабов 1:2 500 000 и 1:3 500 000 – 2°.

Помимо традиционных карт в нем широко представлены космофотокарты (рис. 5), получаемые путем совмещения картографических основ и космических снимков. Данные ДЗЗ для построения космофотокарт подбирались из существующих архивов таким образом, чтобы наилучшим образом показать явление либо его последствия. Учитывались пространственное разрешение космических снимков, а также их масштаб и цветовой синтез каналов для отображения.

Так, разделы, посвященные опасным явлениям погоды, подготовлены на основе снимков низкого пространственного разрешения Terra/Aqua MODIS. Эти снимки представлены в атласе в масштабах 1:3 000 000 – 1: 9 000 000. При описании интенсивных осадков и конвективных явлений, а также штормовых циклонов представлены снимки в синтезе каналов «псевдонатуральные цвета» (SWIR-NIR-RED, 7-2-1). В ряде случаев при описании конвективных явлений представлены ночные снимки в тепловом диапазоне. Снимки MODIS с естественной цветопередачей приведены только в разделе, посвященном лесным пожарам (они иллюстрируют распространение продуктов горения от пожаров).

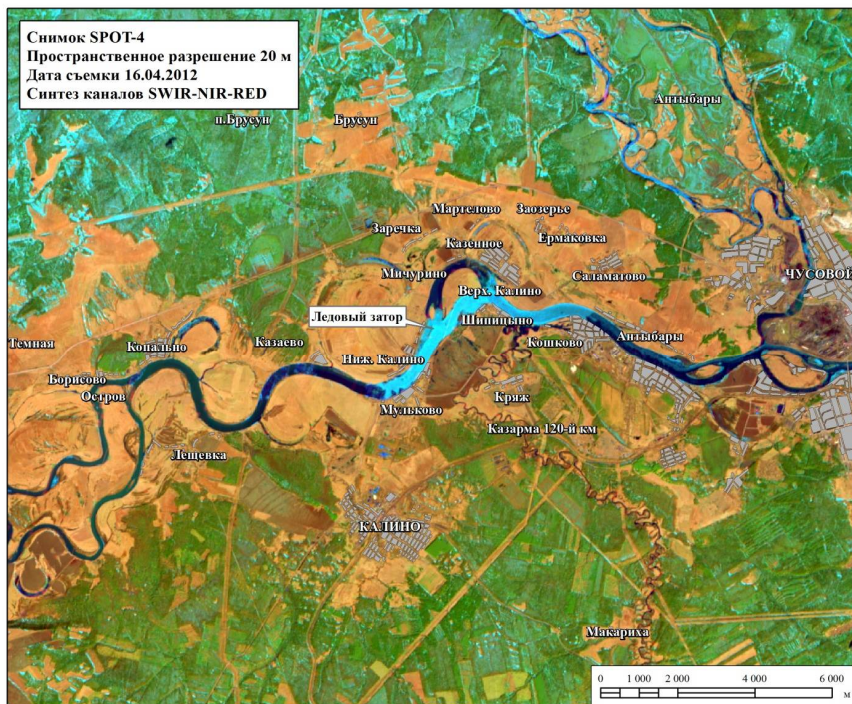


Рис. 5. Пример космофотокарты из Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья, отображающей ледовый затор на р. Чусовой весной 2012 г.

В разделах, посвященных ветровалам, лесным пожарам, засухам, а также опасным гидрологическим явлениям, широко используются снимки среднего и высокого разрешения LANDSAT и SPOT 5/6).

Снимки со спутников серии LANDSAT в большинстве случаев приводятся в атласе в масштабах 1:100 000 – 1:200 000. Они представлены, как правило, в синтезе «псевдонатуральные цвета» (SWIR-NIR-RED). Этот синтез позволяет более контрастно выделить изучаемые объекты, и в то же время сохранить цветопередачу, близкую к естественной. Снимки высокого разрешения SPOT-6 в данном разделе представлены в синтезе каналов «естественные цвета» в масштабах 1:25 000 – 1:100 000.

Снимки сверхвысокого разрешения (WorldView-2, GeoEye-1) используются в Атласе для характеристики отдельных объектов (массового ветровала в Кочевском районе и последствий лесного пожара в Гайнском районе). Они представлены в естественной цветопередаче в масштабах 1:10 000 - 1:20 000.

Заключение

Создание атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья является логическим продолжением всех работ по изучению ОГМЯ, выполненных в регионе. Подготовленный к изданию атлас представляет собой не только набор иллюстративных картографических материалов, но и совокупность связанных между собой баз данных, в которых отражены современное состояние климата региона и закономерности пространственно-временного распределения ОГМЯ. Атлас представляет несомненную ценность для комплексной оценки территориального риска чрезвычайных ситуаций природного характера в регионе.

На следующем этапе работы предполагается интеграция картографической и атрибутивной информации об ОГМЯ на web-картографическом сервисе (в атласной информационной системе). Данный сервис может стать основой для системы поддержки принятия решений на региональном уровне. Для территории России опыта создания такой атласной информационной системы в настоящее время не существует.

Библиографический список

1. *Атлас Пермского края* / под общ. ред. А.М. Тарковского; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2012. 124 с.
2. *Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации* / под ред. С.К. Шойгу; ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография». М., 2005. 272 с.
3. *Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Приволжского федерального округа* / под ред. С.К. Шойгу. М.: ДИК, 2011. 324 с.
4. *Воронина Л.В.* Экологический аспект Опасных погодных явлений // Итерэкспло Гео-Сибирь. 2010, Т.2., вып. 4. С.63–67.
5. *Двинских С.А., Китаев А.Б., Михайлов А.В.* Наводнения на реках бассейна Камы и организация защиты от них // География и природные ресурсы. 2010. №4. С. 74–79.
6. *Иркутская область: экологические условия развития.* Атлас / под ред. В.В. Воробьева. М.; Иркутск, 2004. 92 с.
7. *Калинин В.Г.* Исследование распространения заторов льда и их повторяемости на реках водосбора Воткинского водохранилища // Метеорология и гидрология. 2008. №12. С. 96–102.
8. *Калинин В.Г., Пьянков С.В.* Гидрологическая геоинформационная система «Бассейн Воткинского водохранилища» // Метеорология и гидрология. 2002. №5. С. 95–100.
9. *Калинин В.Г., Пьянков С.В.* Использование гидрографических характеристик рек и их бассейнов в гидрологических расчетах // Метеорология и гидрология. 2002. №11. С. 75–80.
10. *Калинин В.Г., Пьянков С.В.* Некоторые аспекты применения геоинформационных технологий в гидрологии // Метеорология и гидрология. 2000. №12. С. 71–77.
11. *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.
12. *Калинин Н.А., Попова Е.В.* Численный прогноз опасных и неблагоприятных снегопадов в Пермском крае 15 – 16 марта 2013 года // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. №32. С. 7–16.
13. *Калинин Н.А., Смородин Б.Л.* Редкое явление замерзающего дождя в Пермском крае // Метеорология и гидрология. 2012. №8. С. 27–35.
14. *Национальный атлас России. Т. 2. Природа и экология* / под ред. А.В. Бородко. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
15. *Пицальникова Е.В., Калинин Н.А., Шихов А.Н.* Использование спутниковых данных Terra/Aqua MODIS для прогноза обильных снегопадов в Пермском крае // Геоинформационное

обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. Вып. 7. С. 91–98.

16. *Притворов А.П.* Распространение и опасность проявления природных процессов и явлений в Южном федеральном округе России: дис..... канд. геогр. наук. Нальчик, 2007. 248 с.

17. *Природные опасности России*. Т. 1-6 / под общ. ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. М.: Крук, 2000.

18. *Пьянков С.В., Шихов А.Н.* Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. 296 с.

19. *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.

20. *Шутов В.А.* Методы анализа пространственной изменчивости снеготолщин // Известия РАН. Серия географическая. 1998. №1. С. 122–132.

21. *Jurković P.M., Mahović N.S. and Počakal D.* Lightning, overshooting top and hail characteristics for strong convective storms in Central Europe. Atmospheric Research, 2015, Vol. 161-162, P. 153–168.

22. *Punge H.J., Bedka K.M., Kunz M., and Werner A.* A new physically based stochastic event catalog for hail in Europe // Natural Hazards, 2014, Vol. 73, P. 1625–1645.

23. *Shen, G. and Hwang, S.N.* A spatial risk analysis of tornado-induced human injuries and fatalities in the USA // Natural Hazards. 2015. Vol. 77, P. 1223–1242.

24. *Coleman, T.A., and Dixon, G.P.* An objective analysis of tornado risk in the United States // Weather and Forecasting. 2014. Vol. 29, P. 366–376.

Поступила в редакцию 29.01.2016

Сведения об авторах

Пьянков Сергей Васильевич

доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: pyankovsv@gmail.com

Шихов Андрей Николаевич

кандидат географических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: and3131@inbox.ru

Абдуллин Ринат Камилевич

аспирант кафедры картографии и геоинформатики Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: rinaha-26@mail.ru

About the authors

Sergey V. Pyankov

Doctor of Geography science, Associate Professor, the Head of Department of Cartography and Geoinformatics; Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: pyankovsv@gmail.com

Andrey N. Shikhov

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: and3131@inbox.ru

Rinat K. Abdullin

Postgraduate Student of Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: rinaha-26@mail.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Пьянков С.В., Шихов А.Н., Абдуллин Р.К. Опыт создания регионального атласа опасных гидрометеорологических явлений (на примере Уральского Прикамья) // Географический вестник. 2016. №1(36). С. 120–131.

Please cite this article in English as:

Pyankov S.V., Shikhov A.N., Abdullin R.K. The experience of creating regional atlas of hydrometeorological hazards (on the example of Ural Prikamye region) // Geographicheskii Vestnik. 2016. №1(36). P. 120–131.