

**КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА**

УДК 528.942, 912.4

**Р.К. Абдуллин**  
**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ**  
**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ\****Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь*

В статье представлен обзор современного состояния картографирования опасных гидрометеорологических явлений (ОГМЯ). Рассмотрен российский и зарубежный опыты создания печатных и электронных карт, а также картографических веб-сервисов по данной тематике. Разработаны авторские классификации картографических произведений, посвященных опасным гидрометеорологическим явлениям, по двум признакам: направлению тематического картографирования и пространственному охвату отображаемой территории. Описаны используемые способы картографического отображения различных характеристик ОГМЯ. Показано, что особенно большие сложности возникают при картографировании ОГМЯ на региональном уровне, что обусловлено, главным образом, дефицитом исходной информации.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления, геоинформационное картографирование, способы картографического изображения, картографические веб-сервисы, чрезвычайные ситуации.

**R.K. Abdullin**  
**THE CURRENT STATE OF MAPPING HYDROMETEOROLOGICAL HAZARDS***Perm State University, Perm*

The article reviews the current state of mapping hydrometeorological hazards. Both Russian and foreign experience of creating paper and electronic maps, as well as web mapping services on the subject are considered. The author's classifications of cartographic works concerning natural hazards have been developed, the works being grouped according to two features: direction of thematic mapping and spatial coverage of the displayed area. The used methods for mapping various characteristics of hydrometeorological hazards are described. It is shown that the greatest difficulties arise when mapping natural hazards at the regional level, which is caused mainly by deficiency of the initial information.

Key words: hydrometeorological hazards, GIS mapping, methods of cartographic images, web mapping services, emergency.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-151-160

Карты опасных гидрометеорологических явлений являются важной составляющей для обеспечения безопасности населения [11], поскольку они дают представления о характере, интенсивности и периодичности возможных угроз для определенной территории, а также служат основой для прогнозирования вероятности возникновения данных явлений.

Изучение пространственно-временного распределения ОГМЯ и количественная оценка вероятности их возникновения, а также создание на основе полученной информации об ОГМЯ картографических материалов необходимы для оценки территориального риска чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного характера, а также для разработки мероприятий, нейтрализующих и смягчающих их негативные последствия.

**Подходы и методы картографирования опасных гидрометеорологических явлений.** Как в России, так и за рубежом накоплен значительный опыт создания карт опасных природных явлений. В России первые попытки их отображения на картах относят к началу XX в. [10]. В ходе исследования рассмотрено множество работ в области изучения и картографирования опасных природных явлений

[3-6; 13; 19;33-34; 43; 44]. Исходя из изученных материалов все многообразие авторских картографических произведений по теме ОГМЯ можно классифицировать по двум признакам:

- 1) направлению тематического картографирования опасных природных явлений;
- 2) пространственному охвату территории, отображаемой на карте.

С точки зрения направлений картографирования опасных природных явлений все имеющиеся карты можно сгруппировать следующим образом:

- карты режимных характеристик опасных явлений;
- карты мест фиксации опасных явлений;
- карты причиненного опасным природным явлением ущерба;
- карты опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными явлениями, а также оценки возможного ущерба.

**К картам режимных характеристик опасных явлений** относятся карты их повторяемости и интенсивности. Они, как правило, создаются в научно-познавательных целях и для сопровождения задач мониторинга, поскольку отражают ареалы наиболее частого возникновения опасных явлений и их наибольшей интенсивности. Карты повторяемости отображают закономерности распределения случаев опасных явлений во времени и пространстве. Они создаются на основе анализа многолетних рядов данных метеорологических и гидрологических наблюдений. Карты интенсивности опасных явлений преимущественно отражают их количественные (включая экстремальные) и качественные характеристики. Основным источником информации для картографирования интенсивности ОЯ являются оперативные и архивные данные наблюдательной сети.

Существует целый ряд как российских, так и зарубежных научных работ, в которых реализованы методики построения карт повторяемости и интенсивности явлений на основе анализа многолетних рядов данных об ОЯ, полученных наблюдательной сетью. Например, в работах [1; 21] представлены карты повторяемости опасных явлений погоды для Европейской территории России. В Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации [3] представлены карты повторяемости и интенсивности многих опасных метеорологических и гидрологических явлений на территории страны; аналогичные карты для федеральных округов России имеются в атласах [3; 4; 6]. Для Пермского края также созданы карты повторяемости и интенсивности некоторых видов ОГМЯ (сильной жары, сильных дождей и снегопадов, затоплений речных пойм) [23].

Множество карт повторяемости и интенсивности отдельных видов опасных явлений (торнадо, ураганов, засух, наводнений, землетрясений и др.) за разные временные периоды разработано государственными научными учреждениями в США: Геологической службой США (USGS) [42], Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA) [38], Департаментом сельского хозяйства США (USDA) [40].

В некоторых случаях для создания карт режимных характеристик ОЯ, помимо данных наблюдательной сети, используются другие источники информации. Интересен опыт Европейского агентства по окружающей среде (ЕЕА) по картографированию повторяемости опасных явлений на территории Европейского Союза [29]. На сайте и в отчетах Агентства [29;33;34] представлены карты, отображающие распределение числа случаев зафиксированных ЧС природного характера в Европе начиная с 1998 г. Большинство карт получено на основе сведений из базы данных международных стихийных бедствий (EM-DAT) Центра исследований эпидемиологии катастроф (CRED), расположенного в Бельгии. База EM-DAT содержит основные данные о более чем 18 тысячах катастроф и их последствиях, случившихся с 1900 г. по текущую дату. База формируется по данным из различных источников, таких как учреждения ООН, неправительственные организации, страховые компании, научно-исследовательские институты, средства массовой информации [27].

В ряде случаев для картографирования режимных характеристик опасных явлений могут использоваться данные дистанционного зондирования. Так, для создания ежедневных карт интенсивности града и гроз в ФБГУ НИЦ «Планета» применяется информация метеорологических спутников Meteosat-10, которую в дальнейшем можно использовать для оценки их пространственно-временного распределения [18]. Опыт применения данных ДЗЗ со спутников Terra/Aqua/MODIS в целях картографирования повторяемости затопления речных пойм и частоты возникновения природных пожаров описан в работах [2; 23].

При создании карт режимных характеристик ОГМЯ используют методы геоинформационного картографирования и математико-картографического моделирования в комбинации со статистическими методами [15; 16; 23].

Из наиболее известных способов картографического изображения, описанных в классических трудах по картографии [7; 8; 24], для отображения режимных характеристик опасных явлений на картах чаще всего применяются:

- количественный фон в сочетании с изолиниями и псевдоизолиниями;
- картограммы и картодиаграммы (при отображении повторяемости ОЯ по единицам административного деления);
- качественный фон (при дифференциации территории по частоте возникновения и интенсивности ОЯ);
- способ значков и шкал условных знаков при отображении интенсивности и экстремальных характеристик явлений.

**Карты мест фиксации опасных явлений** создаются как с использованием данных о пространственной и временной локализации явлений, зарегистрированных наблюдательной сетью, так и на основе информации, полученной другими способами (например, по данным ДЗЗ, от очевидцев событий, из средств массовой информации). Карты данной группы могут содержать либо оперативную информацию, либо архивные данные о зафиксированных за какой-либо промежуток времени явлениях. Карты мест фиксации случаев опасных явлений предоставляют сведения, которые в дальнейшем могут быть использованы для изучения повторяемости и других характеристик явлений, поэтому требуют регулярного обновления.

В качестве примера регулярно обновляемой карты мест фиксации опасных явлений можно привести интерактивную карту Европы (включая Европейскую территорию России) на сайте Европейской базы данных об опасных явлениях, нанесших социально-экономический ущерб –ESWD [30]. На ней в виде точечных объектов отображены места фиксации опасных метеорологических явлений: торнадо, сильных дождей и снегопадов, сильных ветров, гроз, крупного града и т.д.

Аналогичные оперативно обновляемые карты мест локализации опасных природных явлений представлены также на веб-ресурсах национальной системы мониторинга и прогноза стихийных бедствий США (NationalWeatherService), Внутренней системы пространственного управления чрезвычайными ситуациями (IGEMS), Департамента управления чрезвычайными ситуациями США (USDI) и Департамента сельского хозяйства США (USDA) [32; 41; 43].

Карты мест фиксации опасных природных явлений на территории России приводятся в атласах природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций [3-6], например, карты мест образования ледовых заторов и зажоров, участки схода селей и оползней и др. Известны аналогичные работы и на региональном уровне. Так, для территории Пермского края была создана карта мест возникновения ледовых заторов [14].

Места фиксации опасных явлений на картах могут отображаться различными способами, что зависит от масштаба создаваемой карты и площади территории, подвергшейся воздействию опасного явления. Так, значками обычно показывают опасные явления при мелкомасштабном картографировании либо таким же способом отображают пункты наблюдательной сети, отметившие явление и иные места, где зафиксировано ОЯ. Способом линейных знаков и знаков движения отображают опасные явления линейного распространения с указанием направления его распространения (например, шквалы, смерчи и др.). Ареалы используют для отображения опасных явлений, имеющих значительную площадь распространения в масштабе карты (например, карты зон затопления, карты распространения засух).

**Карты ущерба, причиненного опасными явлениями**, отражают количественные и качественные характеристики нанесенного ущерба. В качестве основного источника исходных данных для таких карт используют сведения, полученные в ходе проведения обследований районов, в которых наблюдались чрезвычайные ситуации. В России задача по обследованию территорий входит в полномочия Росгидромета и региональных УГМС и ЦГМС, вместе с ними в обследованиях могут принимать участие и другие заинтересованные организации [22].

Обычно на данных картах отображаются показатели экономического и экологического ущерба, а также сведения о количестве человеческих жертв. Отметим, что информация о нанесенном ущербе показывается по пострадавшим от воздействия ОЯ территориальным единицам (административно-территориального деления, лесничествам и т.п.), поскольку данные сведения используются для подсчета и компенсации ущерба. Российский опыт картографирования ущерба, причиненного различными видами опасных природных явлений, наиболее широко представлен в атласах ЧС: карты возможного ущерба при нагонных затоплениях, карты ущерба, нанесенного сходами селей и др. [3-6].

Известен ряд исследований, проведенных и на региональном уровне. Например, в работе [23] описан опыт картографирования влияния ветровалов и пожаров на лесные ресурсы Пермского края с оценкой потерь лесничеств от данных типов опасных явлений, произошедших в период с 2001 по 2013 г.

Аналогичные исследования проводятся и в зарубежных странах, в частности в США и странах Евросоюза. На картах отображаются такие характеристики, как число погибших и пострадавших людей, численность населения, проживающего в зоне воздействия ОЯ, суммарные убытки от воздействия ОЯ по территориям штатов США и стран, входящих в ЕС [29;38].

При отображении количественных характеристик причиненного опасными явлениями ущерба по единицам административно-территориального деления чаще всего используются способы картограмм и картодиаграмм; качественные характеристики ущерба отображают способом качественного фона.

**Карты опасности, риска и вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных опасными природными явлениями, а также оценки возможного ущерба** широко распространены, поскольку большинство исследований в области ОГМЯ посвящено оценке рисков их возникновения, возможного социально-экономического и экологического ущерба от них. Основное назначение картографических материалов, относящихся к данной группе, состоит в информационном сопровождении задач прогнозирования опасных явлений и возможных ЧС природного характера. Они активно используются компаниями при страховании объектов, находящихся в зонах повышенного риска возникновения опасных явлений. Стоит отметить, что карты данной группы чаще всего носят комплексный и синтетический характер и среди них широко распространены работы по районированию территорий.

Карты вероятности ЧС, вызванных ОГМЯ, для территории всей России и для федеральных округов представлены в атласах [3–6]. Это карты частоты проявления разных видов ОЯ, риска возникновения ЧС природного характера разного уровня (местного, регионального) и др.

Из региональных работ по картографированию опасности возникновения ОЯ и связанных с ними ЧС можно отметить исследования, проведенные для территории Иркутской и Томской областей [13; 20; 26]. Также известен ряд работ, в которых рассматривается влияние опасных гидрометеорологических явлений на отдельные отрасли экономики (сельское хозяйство, транспорт), и созданы соответствующие картографические произведения [10; 12].

За рубежом также накоплен значительный опыт картографирования риска возникновения опасных природных явлений. Работы в данном направлении ведутся в Европе, в частности, произведена оценка риска землетрясений, затопления пойм рек в пределах водосборов, затопления крупнейших городов и влияния на них сильной жары. Европейским агентством по окружающей среде разрабатываются прогнозные карты потенциального изменения интенсивности и частоты разных типов опасных явлений под воздействием глобального изменения климата [29].

В Соединенных Штатах активно ведутся работы по оценке рисков опасных явлений для территории страны. Известны карта риска возникновения землетрясений, созданная по данным Геологической службы; карта риска торнадо, полученная на основе данных Национального управления океанических и атмосферных исследований; карта вероятности возникновения ураганов, построенная по данным университета Майами. На основе интеграции данных перечисленных выше карт произведено районирование территории США по риску возникновения опасных природных явлений и его результат опубликован в виде карты [35].

При отображении риска возникновения опасных природных явлений чаще всего используются такие способы картографического изображения, как картограммы, количественный и качественный фон. Выбор способа зависит от типов характеристик, описывающих риск и вероятность явления или ЧС.

Другим критерием классификации карт опасных явлений является пространственный охват картографируемой территории. В зависимости от этого подходы к созданию карт могут различаться. Различия главным образом определяются содержанием исходной информации. Картографирование опасных природных явлений осуществляется на различных пространственно-иерархических уровнях: глобальном (мировом), уровне отдельных континентов или частей света (макрорегиональном), уровне отдельных стран (национальном), а также регионов внутри стран (региональном).

**Картографирование распространения опасных природных явлений на глобальном уровне** позволяет получать наглядную информацию о зонах, наиболее подверженных воздействию опасных природных явлений и ЧС природного характера, имеющих значительное экономическое, социальное,

экологическое воздействие на мировое сообщество. Такого рода информация может использоваться в целях международного (в том числе научного) сотрудничества в области прогнозирования, предупреждения стихийных бедствий и смягчения негативных последствий от них. Создание карт опасных природных явлений на глобальном уровне требует международного научного взаимодействия в плане обмена данными и методиками картографирования.

Если руководствоваться предыдущей классификацией карт, то большинство работ по картографированию опасных явлений на глобальном уровне посвящены отображению мест фиксации ОЯ и оценкам рисков их возникновения. Ряд таких карт представлен в научных трудах европейских исследователей [31; 36; 37]. Так, на общей карте мировых природных опасностей страховой компании MunichRe [37], выполненной европейскими геофизиками, отображено пространственно-временное распределение землетрясений, вулканических опасностей, тропических циклонов, цунами, многих опасных метеорологических явлений и выделены зоны их разной интенсивности. В статье [31] представлен ряд карт, отображающих результаты оценки уровня уязвимости различных стран для опасных явлений с точки зрения общего воздействия на страну и отдельно на экономику и общество. Работа [36] посвящена глобальному картографированию опасностей и рисков возникновения стихийных бедствий. В частности, проведена классификация стран мира на основе расчета индекса DRI (DisasterRiskIndex), определяющего риск смерти в зависимости от физического воздействия ОЯ, а также – индекса WRI (WorldRiskIndex), указывающего вероятность того, что страна или регион будут затронуты стихийным бедствием. При его расчете учитываются следующие виды опасных природных явлений: наводнения, ураганы, землетрясения, засухи и повышение уровня моря.

Результаты исследований опасных явлений, полученные коллективом авторов из Китая, США и Германии, отражены в Мировом атласе рисков стихийных бедствий [44]. В нем представлены основные районы распространения в мире разных видов природных опасностей, а также характеристики рисков их возникновения и причиненного ущерба по странам мира. Помимо картографических материалов в атласе описаны методические основы создания представленных карт.

**Картографирование распространения опасных природных явлений на макрорегиональном и национальном уровнях.** Исходя из анализа научных работ и картографических материалов, можно заключить, что пространственно-временное распределение опасных явлений чаще всего изучается именно в масштабах отдельных стран и их групп. Это главным образом связано с большим, чем на других пространственно-иерархических уровнях, количеством исходной информации для картографирования ОЯ.

Примеры карт распределения опасных природных явлений по территории России представлены в Национальном атласе России (т. 2) [19], а также в «Атласе природных и техногенных чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации» [3]. Опыт картографирования ЧС, вызванных опасными природными явлениями, на территории России описан в работе [10].

Анализ зарубежных картографических материалов позволяет сделать вывод о том, что на макрорегиональном и национальном уровнях созданию карт пространственно-временного распределения ОГМЯ наибольшее внимание уделяется в США, странах Европы и в Австралии [33-35;38-40;42].

**Карты распространения опасных природных явлений на региональном уровне.** Количество картографических материалов по тематике ОГМЯ на региональном уровне сравнительно невелико, так как пространственный анализ режимных характеристик опасных явлений на региональном уровне представляет определенные сложности по нескольким причинам. Во-первых, ОГМЯ сами по себе являются событиями редкой повторяемости, и часто массив данных о зафиксированных случаях недостаточен для обнаружения каких-либо закономерностей их пространственного распределения. Во-вторых, при средне- и крупномасштабном картографировании опасных явлений необходимо учитывать местные природно-климатические условия. Наряду с этим следует отметить недостаточный объем однородных данных и пропуск многих случаев опасных явлений существующей наблюдательной сетью. Последняя проблема особенно характерна для территории России.

Несмотря на перечисленные проблемы в России известно несколько работ по картографированию ОГМЯ на региональном уровне. Так, ряд карт климатических и гидрологических характеристик ОЯ для территории Иркутской области представлен в атласе «Иркутская область: экологические условия развития» [13], также пространственно-временные закономерности проявления опасных природных явлений изучались на территории Астраханской области [17]. С точки зрения экологического

влияния на человека рассмотрены повторяемость и пространственное распределение опасных явлений для Новосибирской области [9].

Изучение зарубежных работ, связанных с картографированием ОГМЯ, показало, что исследований в данном направлении на региональном уровне известно немного. Среди них можно привести пример работ по изучению пространственного распределения случаев смерчей Оклахома и Техас [28].

Еще одним важным направлением в изучении ОЯ является атласное картографирование. Как известно, атлас – это система карт, концентрирующая знания и представления о местности и жизни общества в рамках определенной темы [25]. Атласы опасных природных явлений и вызванных ими ЧС позволяют представить целостную характеристику подверженности территории их воздействию. В России имеется опыт создания таких атласов только на национальном уровне [3] и для отдельных федеральных округов [4-6].

### Заключение

Исходя из всего изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Разнообразие характеристик опасных гидрометеорологических явлений, которые могут быть отображены на картах, и используемых для этого способов картографической визуализации вызывает необходимость классифицировать все картографические произведения по данной тематике. Выделены следующие типы карт ОГМЯ: карты режимных характеристик явлений; карты мест фиксации явлений; карты характеристик ущерба, связанного с ОГМЯ; карты опасности, риска и вероятности возникновения ЧС, вызываемых ОГМЯ.

2. Карты опасных гидрометеорологических явлений создаются на глобальном, макрорегиональном, национальном и региональном уровнях. В большинстве случаев пространственно-временное распределение опасных явлений изучается в масштабах отдельных стран и их групп, что обусловлено большей доступностью исходной информации.

3. Картографирование характеристик ОГМЯ на региональном уровне представляет определенные сложности по ряду причин. Во-первых, ОГМЯ сами по себе являются событиями редкой повторяемости, и часто массив данных о зафиксированных случаях недостаточен для обнаружения каких-либо закономерностей их пространственного распределения. Во-вторых, при средне- и крупномасштабном картографировании необходимо учитывать свойства подстилающей поверхности, которые могут влиять на распределение опасных явлений. К ним относятся особенности рельефа, а также наличие крупных водоемов и городских агломераций. В-третьих, многие случаи опасных явлений пропускаются существующей наблюдательной сетью ввиду ее низкой плотности. По этой же причине на региональном уровне часто невозможно создать однородные многолетние ряды наблюдений за ОГМЯ.

### Библиографический список

1. Андреева Е.С. Концепция вероятностно-географического прогнозирования опасных явлений погоды юга России: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. СПб., 2008. 45 с.
2. Архипкин О.П., Стивак Л.Ф., Сагатдинова Г.Н. Районирование по степени опасности паводков и пожаров территории некоторых областей Казахстана по многолетним рядам данных ДЗЗ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т 6. № 2. С. 487–496.
3. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / под общ. ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2005. 269 с.
4. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская федерация. Дальневосточный федеральный округ / под общ.ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2007. 324 с.
5. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская Федерация. Приволжский федеральный округ / под общ.ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2008. 323 с.
6. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций: Российская Федерация. Сибирский федеральный округ / под общ.ред. С.К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2009. 382 с.
7. Берлянт А.М., Востокова А.В., Кравцова В.И. и др. Картоведение / под ред. А.М. Берлянта. М.: Аспект Пресс, 2003. 477 с.
8. Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 336 с.

9. Воронина Л.В. Экологический аспект опасных погодных явлений // Итерэкспо Гео-Сибирь. Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. 2010. Т.4. Ч.2. С. 75–79.
10. Гаврилова С.А. Картографирование природных чрезвычайных ситуаций на территории России: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 27 с.
11. Галушкин И.В. Основы составления карт природной опасности: автореф. ... дис. канд. геол.-минер. наук. М., 2010. 26 с.
12. Глушко А.Я. Земельный фонд юга европейской части России под воздействием опасных природных процессов (явлений): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Нальчик, 2010. 46 с.
13. Иркутская область: экологические условия развития. Атлас / под ред. В.В. Воробьева. М.; Иркутск, 2004. 92 с.
14. Калинин В.Г. Исследование распространения заторов льда и их повторяемости на реках водосбора Воткинского водохранилища // Метеорология и гидрология. 2008. № 12. С. 96–101.
15. Калинин В.Г., Пьянков С.В. Гидрологическая геоинформационная система «Бассейн Воткинского водохранилища» // Метеорология и гидрология. 2002. №5. С. 95–100.
16. Калинин В.Г., Пьянков С.В. Использование гидрографических характеристик рек и их бассейнов в гидрологических расчетах // Метеорология и гидрология. 2002. №11. С. 75–80.
17. Колчин Е.А. Геоэкологический анализ опасных природных явлений на территории Астраханской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Астрахань, 2010. 24 с.
18. Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета». [Электронный ресурс] URL: <http://planet.rssi.ru/index1.html> (дата обращения: 27.02.2016).
19. Национальный атлас России. Т.2. Природа и экология / под ред. А.В. Бородко. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
20. Невидимова О.Г., Янкович Е.П. Использование ГИС-технологий в региональном анализе природно-климатических опасностей (на примере Томской области) // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Т.17. №12. С. 305–309.
21. Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории России и риски, создаваемые ими: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 2008. 21 с.
22. Природные опасности России / под общ. ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. М.: Крук, 2000. Т.1–6.
23. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз / Перм. гос. ун-т. Пермь: Изд-во ООО «Раритет-Пермь», 2014. 296 с.
24. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во МГУ, 1990. 400 с.
25. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М.: Аспект Пресс, 2002. 203 с.
26. Слуцкий В.И., Новикова Т.В. Непрерывная продолжительность бурных ветров на территории Томской области. Томск, 1976. Деп. в ВИНТИИ17.05.76. № 1830. 76 с.
27. EM-DAT – The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED. [Электронный ресурс] URL: <http://www.emdat.be> (дата обращения: 24.02.2016).
28. Eric M. Hout, May Yuan, John McIntosh, and Chris Weaver Spatial analysis of tornado vulnerability trends in Oklahoma and Northern Texas, 2010. 14 p. [Электронный ресурс] URL: <http://www.caps.ou.edu/reu/reu10/papers/Hout.pdf> (дата обращения: 21.02.2016).
29. European Environment Agency. [Электронный ресурс] URL: <http://www.eea.europa.eu> (дата обращения: 24.02.2016).
30. European Severe Weather Database. [Электронный ресурс] URL: <http://essl.org/cgi-bin/eswd/eswd.cgi> (дата обращения: 22.02.2016).
31. Gilles André Natural hazard mapping across the world. A comparative study between a social approach and an economic approach to vulnerability // Environment, Nature, Paysage, 2012. [Электронный ресурс] URL: <http://cybergeo.revues.org/25297> (дата обращения: 22.02.2016).
32. Interior Geospatial Emergency Management System (IGEMS). [Электронный ресурс] URL: <http://igems.doi.gov> (дата обращения: 24.03.2016).
33. Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe An overview of the last decade, EEA, Copenhagen, 2010 Environmental issue report №13/2010. 146 p.
34. Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe, EEA, Copenhagen, 2003 Environmental issue report №35. 54 p.
35. Maps: US Natural Disaster Risk, Population Density and Nuclear Facilities. [Электронный ресурс] URL: <http://www.crisishq.com/why-prepare/us-natural-disaster-map/> (дата обращения: 24.03.2016).

36. Mirianna E.A. Budimir, Peter M. Atkinson and Hugh G. Lewis Global Multiple Hazard and Risk mapping // State-of-the-art in Risk Mapping , Foresight, Government Office for Science, 2010 P. 49-58.
37. MUNICH RE: NATHAN – world map of natural hazards. [Электронный ресурс] URL: [https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents/mr/assetpool.shared/Documents/0\\_Corporate%20Website/\\_Publications/302-05972\\_en.pdf](https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents/mr/assetpool.shared/Documents/0_Corporate%20Website/_Publications/302-05972_en.pdf) (дата обращения: 22.02.2016).
38. National Oceanic and Atmospheric Administration. [Электронный ресурс] URL: <http://www.noaa.gov> (дата обращения: 22.02.2016).
39. Natural Hazards in Australia Identifying Risk Analysis Requirements Miriam H. Middelmann (Editor) Geoscience Australia, Canberra, 2007. 206 p.
40. United States Department of Agriculture. [Электронный ресурс] URL: <http://www.usda.gov> (дата обращения: 24.02.2016).
41. United States Drought Monitor. [Электронный ресурс] URL: <http://droughtmonitor.unl.edu/MapsAndData/MapsandDataServices/MapService.aspx> (дата обращения: 23.02.2016).
42. United States Geological Survey. [Электронный ресурс] URL: <http://www.usgs.gov> (дата обращения: 24.02.2016).
43. USA National Weather Service.[Электронный ресурс] URL: <http://water.weather.gov> (дата обращения: 24.02.2016).
44. World Atlas of Natural Disaster Risk / Editors in Chief Peijun Shi, Roger Kasperson, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Beijing Normal University Press, 2015, 381 p.

### References

1. Andreeva E.S. (2008), “The concept of probabilistic-geographical forecasting dangerous phenomena of weather in the south of Russia”, Abstract of D. Sc. dissertation, Meteorology, climatology, agricultural meteorology, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia.
2. Arkhipkin O.P., Spivak L.F. and Sagatdinova G.N. (2009), “Zoning on the degree of floods and fires risk of some areas of Kazakhstan based on multi-year series remote sensing data”, *Current problems in remote sensing of the Earth from space*, vol. 6, no. 2. pp. 487–496.
3. Shojgu S.K. (ed.) (2005), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situacij v Rossijskoj Federacii* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Russian Federation], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
4. Shojgu S.K. (ed.) (2007), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situacij Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Far Eastern Federal District], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
5. Shojgu S.K. (ed.) (2011), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situacij Privolzhskogo federal'nogo okruga* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Volga Federal District], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
6. Shojgu S.K. (ed.) (2009), *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostej i riskov chrezvychajnykh situatsij Sibirskogo federal'nogo okruga* [Atlas of natural and technogenic hazards and risks of emergency situations in the Siberian Federal District], Dizajn. Informaciya. Kartografiya, Moscow, Russia.
7. Berlyant A.M., Vostokova A.V., Kravcova V.I. et al. (2003), *Kartovedenie: Uchebnik dlya vuzov* [Cartography: Textbook for Higher Educational Institutions] in Berlyant A.M. (ed.), Aspekt Press, Moscow, Russia.
8. Berlyant A.M. (2002), *Kartografiya* [Cartography], Aspekt Press, Moscow, Russia.
9. Voronina L.V. (2010), “Ecological aspect of dangerous weather phenomena”, *Interexpo Geo-Sibir'-2010, T.4. Distancionnye metody zondirovaniya zemli i fotogrammetriya, monitoring okružhayushhej sredy, geoekologiya, ch.2* [GEO-Siberia-2010, Vol.4. Earth remote sensing and photogrammetry, environmental monitoring and geocology, Part 2], *Vith International exhibition and scientific congress “Interexpo GEO-Siberia-2010”*, Novosibirsk, Russia, 2010, pp. 75–79.
10. Gavrilova S.A. (2013), “Mapping of natural emergency situations in the territory of Russia”, Abstract of Ph. D. dissertation, Cartography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.
11. Galushkin I.V. (2010), “Basics of natural hazards mapping (by the example of Mountainous Ossetia)”, Abstract of Ph.D. dissertation, Geocology, Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements, Moscow, Russia.



12. Glushko A.Ya. (2010), "Land fund of the south of the European Russia under the influence of dangerous natural processes (phenomena)", Abstract of Ph.D. dissertation, Physical geography and biogeography, geography of soils and landscape geochemistry, Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia.
13. Vorobiev V.V. (ed.) (2004), *Irkutskaya oblast': ekologicheskie usloviya razvitiya. Atlas* [Irkutsk Region: ecological conditions of development. Atlas], Moscow, Irkutsk, Russia.
14. Kalinin V.G. (2008), "Study of the distribution of ice jams and their frequency on the rivers of the basin of Votkinsk water storage reservoir", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 12, pp. 96–101.
15. Kalinin V.G. and P'yankov S.V. (2002), "Hydrological geoinformation system "Basin of Votkinsk reservoir", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 5, pp. 95–100.
16. Kalinin V.G. and P'yankov S.V. (2002), "Use of hydrographic characteristics of rivers and their basins in hydrological calculations", *Meteorologiya i Gidrologiya*, no. 11, pp. 75–80.
17. Kolchin E.A. (2010), "Geoecological analysis of natural hazards in the Astrakhan region", Abstract of Ph. D. dissertation, Geoecology, Astrakhan State University, Astrakhan, Russia.
18. Research Center of Space Hydrometeorology "Planeta" (2016), available at: <http://planet.rssi.ru/index1.html> (Accessed 27 February 2016).
19. Borodko A.V. (ed.) (2007), *Nacional'nyj atlas Rossii. T. 2. Priroda i ekologiya* [National Atlas of Russia. Vol. 2. Nature. Ecology], Roskartografiya, Moscow, Russia.
20. Nevidimova O.G. and Yankovich E.P. (2009), "Using GIS in a regional analysis of natural-climatic risks (for example, Tomsk region)", *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (Nauchno-tekhnicheskij zhurnal)*, no. 12, vol.17, pp. 305–309.
21. Panfutova Yu.A. (2008), "Meteorological hazards on the flat territory of Russia and the risks created by them", Abstract of Ph .D. dissertation, Meteorology, climatology, agricultural meteorology, Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia.
22. Osipov V.I. and Shojgu S.K. (ed.) (2000), *Prirodnye opasnosti Rossii. T. 1-6* [Natural hazards of Russia. Vol. 1-6], Kruk, Moscow, Russia.
23. P'yankov S.V. and Shikhov A.N. (2014), *Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya: rezhim, monitoring, prognoz* [The hazardous hydrometeorological phenomena: regime, monitoring and forecasting], Raritet-Perm', Perm, Russia.
24. Salishhev K.A. (1990), *Kartovedenie* [Cartography], 3<sup>rd</sup> ed., Moscow State University, Moscow, USSR.
25. Svatkova T.G. (2002), *Atlasnaya kartografiya* [Atlas cartography], Aspekt Press, Moscow, Russia.
26. Slucky V.I. and Novikova T.V. (1976), *Nepreryvnaya prodolzhitel'nost' burnykh vetrov na territorii Tomskoj oblasti* [Continuous duration of stormy winds in the territory of the Tomsk region], Tomsk, USSR.
27. EM-DAT - The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED (2016), available at: <http://www.emdat.be> (Accessed 24 February 2016).
28. Eric M. Hout, Yuan M., McIntosh J. and Weaver C. (2010), *Spatial analysis of tornado vulnerability trends in Oklahoma and Northern Texas*, [Online], available at: <http://www.caps.ou.edu/reu/reu10/papers/Hout.pdf> (Accessed 21 February 2016).
29. European Environment Agency (2016), available at: <http://www.eea.europa.eu> (Accessed 24 February 2016).
30. European Severe Weather Database (2016), available at: <http://essl.org/cgi-bin/eswd/eswd.cgi> (Accessed 22 February 2016).
31. Gilles A. (2012), "Natural hazard mapping across the world. A comparative study between a social approach and an economic approach to vulnerability", *Environment, Nature, Paysage* [Online], available at: <http://cybergeog.revues.org/25297> (Accessed 22 February 2016).
32. *Interior Geospatial Emergency Management System (IGEMS)* (2016), available at: <http://igems.doi.gov> (Accessed 24 March 2016).
33. European Environment Agency (EEA) (2010), *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. An overview of the last decade*, no.13, EEA, Copenhagen, Denmark.
34. European Environment Agency (EEA) (2003), *Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe*, no.35, EEA, Copenhagen, Denmark.
35. *Maps: US Natural Disaster Risk, Population Density and Nuclear Facilities* (2016), available at: <http://www.crisishq.com/why-prepare/us-natural-disaster-map/> (Accessed 24 March 2016).
36. Budimir M.E.A, Atkinson P.M. and Lewis H.G. (2010), "Global Multiple Hazard and Risk mapping", *State-of-the-Art in Risk Mapping, Foresight*, Government Office for Science, pp. 49–58.

37. *MUNICH RE: NATHAN - world map of natural hazards* (2016), available at: [https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents/mr/assetpool.shared/Documents/0\\_Corporate%20Website/\\_Publications/302-05972\\_en.pdf](https://www.munichre.com/site/corporate/get/documents/mr/assetpool.shared/Documents/0_Corporate%20Website/_Publications/302-05972_en.pdf) (Accessed 22 February 2016).

38. *National Oceanic and Atmospheric Administration* (2016), available at: <http://www.noaa.gov> (Accessed 22 February 2016).

39. Middelmann M.H. (ed.) (2007), *Natural Hazards in Australia Identifying Risk Analysis Requirements*, Geoscience Australia, Canberra, Australia.

40. *United States Department of Agriculture* (2016), available at: <http://www.usda.gov> (Accessed 24 February 2016).

41. *United States Drought Monitor* (2016), available at: <http://droughtmonitor.unl.edu/MapsAndData/MapsandDataServices/MapService.aspx> (Accessed 23 February 2016).

42. *United States Geological Survey* (2016), available at: <http://www.usgs.gov> (Accessed 24 February 2016).

43. *USA National Weather Service* (2016), available at: <http://water.weather.gov> (Accessed 24 February 2016).

44. Shi P., Kasperson R. (ed.) (2015), *World Atlas of Natural Disaster Risk*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Beijing Normal University Press, Germany and China.

Поступила в редакцию: 04.04.2016

#### Сведения об авторе

##### Абдуллин Ринат Камилевич

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

#### About the author

##### Rinat K. Abdullin

Postgraduate Student, 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:

Абдуллин Р.К. Современное состояние картографирования опасных гидрометеорологических явлений // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. № 3(38). С. 151–160. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-151-160.

#### Please cite this article in English as:

Abdullin R.K. The current state of mapping hydrometeorological hazards // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 151–160. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-151-160

УДК 556.51:528.8

А.В. Кутузов

### ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ СКОПЛЕНИЙ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИХ ПЛОТНОСТИ

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок*

Представлены результаты успешной количественной оценки биомассы фитопланктона («цветение» воды) на основе данных оперативной спутниковой съёмки – спутники AQUA/TERRA (MODIS) для наземных служб мониторинга. Данные нового спутника LANDSAT-8 (OLI), с более высоким пространственным разрешением (до 15–30 м/пиксель), использовались как вспомогательные при организации оперативных подспутниковых (судовых) измерений показателей качества воды. Исследования проводились на Ладожском и Псковско-Чудском озерах и в восточной части Финского залива. При разработке и апробации алгоритма оперативного определения фитопланктона использовались также архивные материалы спутниковой и подспутниковых измерений. По