

УДК 911.6(502.31)

UDC 911.6(502.31)

11.00.00 Географические науки

Geographical sciences

**ГИС-ТЕХНОЛОГИИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ
ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ
НЕГАТИВНЫХ ПРИРОДНО-
КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ,
ЛИМИТИРУЮЩИХ РАЗВИТИЕ АГРАРНОГО
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**GIS-TECHNOLOGIES AS AN EFFECTIVE
TOOL FOR ASSESSMENT OF THE ADVERSE
CLIMATIC PHENOMENA LIMITING THE
DEVELOPMENT OF THE AGRARIAN NATURE
MANAGEMENT**

Мельник Мария Алексеевна
к.г.н., научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 7406-7820
melnik-m-a@yandex.ru

Melnik Maria Alekseevna
Cand.Geogr.Sci., Researcher
RSCI SPIN-code: 7406-7820
melnik-m-a@yandex.ru

Волкова Елена Сергеевна
к.г.н., старший научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 2619-8629
elevelko@yandex.ru

Volkova Elena Sergeevna
Cand.Gegr.Sci., Senior Researcher
RSCI SPIN-code: 2619-8629
elevelko@yandex.ru

Фузелла Татьяна Шалвовна
к.г.н., научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 1320-8466
*ФГБУН Институт мониторинга климатических и
экологических систем Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Томск, Российская
Федерация*
fts10@yandex.ru

Fuzella Tatyana Shalvovna
Cand.Geogr.Sci., Researcher
RSCI SPIN-code: 2619-8629
*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological
Systems SB RAS
10/3 Akademicheskoy Av., Tomsk, 634055*
fts10@yandex.ru

На фоне происходящих климатических изменений наблюдается тенденция увеличения частоты и интенсивности проявления природных опасностей во многих регионах РФ. Сфера аграрного природопользования наиболее уязвима и зависима от природных факторов, способных причинить ей значительный материальный ущерб. В связи с этим требуются детальные исследования тех природных опасностей и рисков, которые могут нанести наибольшие негативные последствия для ведения сельскохозяйственной деятельности. Анализ и визуализация пространственно-временной динамики негативных природно-климатических явлений может быть успешно реализованы с помощью современных географических методов – ГИС-технологий. В предлагаемом исследовании базовым рабочим инструментом был выбран программный продукт ArcGIS, который позволил интегрировать в единой информационной среде электронные пространственно-ориентированные карты и базы данных. В качестве модельного объекта, наглядно демонстрирующего эффективность использования ГИС-технологий, в статье представлена территория южной тайги Западной Сибири. Разрабатываемый коллективом авторов ГИС-проект предусматривает процедуру формирования базы геоданных по видам природных опасностей, создания цифровой картографической основы и процесс наполнения атрибутивных таблиц необходимыми данными и

With ongoing climatic changes in the background the tendency to increase the frequency and intensity of manifestations of natural hazards in more parts of the Russian Federation has been observed. The agricultural nature management is most sensitive and reliant on natural factors capable to cause it an extensive material damage. Thereby a detailed study of the natural hazards and risks, which can put the greatest negative consequences for conducting agricultural activity, is required. Analysis and visualization of spatial-temporal dynamics of the unfavorable climatic phenomena can be successfully implemented through modern geographical methods – GIS-technology. In proposed study, the software product ArcGIS as the basic working tool has been chosen, which allowed integrating into a single information environment the electronic spatial oriented maps and databases. In the capacity of model object, which is clearly demonstrating efficiency of the use of GIS-technologies, in the article the territory of the southern taiga of Western Siberia is presented. The currently compiled GIS project by a team provide a formation procedure of the geodatabase by types of natural hazards, a digital cartographic basis and the process of filling the attribute tables necessary data and information with a detailed quantitative characteristic. The multi-aspect spatio-temporal analysis of the agro-climatic parameters with the use of GIS technology, has allowed characterizing the southern taiga of Western Siberia as the territory with

сведениями с детальной количественной характеристикой. Многоплановый пространственно-временной анализ агроклиматических параметров с использованием ГИС-технологий, позволил охарактеризовать южную тайгу Западной Сибири как территорию с достаточно высокой степенью проявления опасностей природного характера. Обоснованы выводы о рациональности использования ГИС-технологий для всесторонней количественной оценки и комплексного регионального анализа аграрных рисков природного генезиса

rather high extent of manifestation of dangers of natural character. The resume on the rational use of GIS technology for a comprehensive quantitative assessment and integrated regional analysis of agricultural risks of natural origin are proved

Ключевые слова: АГРАРНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, НЕГАТИВНЫЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

Keywords: AGRARIAN NATURE MANAGEMENT, ADVERSE CLIMATIC PHENOMENA, GIS-TECHNOLOGIES

Doi: 10.21515/1990-4665-124-040

Введение. Перед отечественным аграрным сектором стоит важная задача – обеспечение продовольственной безопасности страны, и одним из необходимых условий ее реализации выступает организация стабильного функционирования аграрного природопользования (АП). Сфера АП, целевой функцией которой является оптимизация структуры сельскохозяйственного производства при «неистощимом» использовании вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов [1], включает в спектр своих интересов поиск путей повышения выпуска сельскохозяйственной продукции. Факторами, лимитирующими развитие АП, выступают негативные природно-климатические условия, которые для большей территории РФ оцениваются как рискоформирующие. В связи с этим требуются детальные исследования тех природных опасностей и факторов риска, которые приводят к отрицательным последствиям и ущербам при ведении сельскохозяйственной деятельности на уровне отдельных регионов.

Исследуя негативные природно-климатические факторы, необходимо учитывать две основные группы: опасные и неблагоприятные явления. Росгидромет дает официальное определение *опасного природного явления* (ОЯ) – это гидрометеорологическое явление, которое по

интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб [2]. Под *неблагоприятными природно-климатическими явлениями* (НЯ), понимаются те явления, которые не достигают критериев опасности, но значительно затрудняют сельскохозяйственную деятельность, наносят ущерб экономике и населению, но в меньшей степени, чем ОЯ [3].

Материалы и методы исследования. Поскольку распределение негативных природных явлений по территории носит неоднородный, сложный характер, то полномасштабный пространственный анализ может быть эффективно реализован с помощью современных географических методов – технологий геоинформационных систем (ГИС). Преимущество применения ГИС в рамках данного исследования состоит, прежде всего, в том, что созданные электронные базы данных обладают мобильностью и гибкостью при работе с большим объемом постоянно меняющейся информации. Кроме того, использование ГИС открывает дополнительные возможности при картографической визуализации динамики происходящих опасных и неблагоприятных процессов: ГИС позволяет быстро анализировать и отображать на карте полученные результаты, дает наглядное представление об их направленности и позволяет в комплексе сопоставить информацию об особенностях протекания и возникновения опасностей различного генезиса [4]. Дополнительное преимущество применения ГИС-технологий состоит в том, что составление карты не становится конечным этапом, а может продолжаться и дополняться новыми элементами.

В предлагаемом исследовании в качестве базового рабочего инструмента был выбран программный продукт ArcGIS, который позволяет интегрировать в единой информационной среде электронные пространственно-ориентированные карты и базы данных. Инструментарий

встроенных приложений удобно использовать для многоплановых задач. Так, с помощью ArcCatalog была создана оболочка базы геоданных и оптимальная структура организации хранения информации. В приложении ArcMap формировались необходимые для нашего анализа векторные объекты, наполнялись информацией атрибутивные таблицы шейп-файлов. Для региональной оценки вариабельности того или иного показателя опасности его значения интерполировались с использованием инструментов дополнительного модуля Spatial Analyst.

Наполнение ГИС системы пространственными данными и сведениями об опасных явлениях слагалось из следующей информационно-аналитической среды: метеопоказатели Росгидромета и региональных УГМС, сведения ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» о неблагоприятных и опасных явлениях, нанесших социальные и экономические потери на территории России [5], статистические данные по урожайности основных сельхозкультур из региональных и федеральных отчетов Росстата [6]. Метеоданные представлены по 29 метеостанциям, попадающим в зону южной тайги и расположенным в 6 субъектах РФ (юг Тюменской и Томской областей, северные части Омской, Новосибирской и Кемеровской областей, юго-запад Красноярского края).

Объект исследования. В качестве модельного объекта, наглядно демонстрирующего эффективность использования ГИС-технологий при исследовании природных опасностей для сферы АП, представлена территория южной тайги Западной Сибири.

Южная тайга Западной Сибири находится в центральной части территории России, на юге Западносибирской физико-географической страны. Климат умеренно-континентальный с жарким, достаточно увлажненным летом и холодным продолжительным зимним периодом [7].

Из всей таежной зоны только здесь повсеместно и успешно функционируют многие отрасли сельского хозяйства; на этой территории

проживает большая часть населения региона; в значительной степени развиты отрасли экономики и природопользования. Южная тайга является «пограничным регионом» Западной Сибири, пригодным для полномасштабного развития АП. Здесь природно-климатические условия благоприятны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур, но, вместе с тем, количество природных опасностей достаточно высокое.

Результаты исследования. Подходящим способом сбора, систематизации, хранения и обработки информационного массива, а также наглядного картографического отображения является создаваемый на базе многофункциональной программной системы ArcGIS региональный ГИС-проект (рис. 1). Основные принципы его создания заключаются в следующем [8]:

- системный подход при создании картографических моделей;
- принцип математико-картографического моделирования как способа отображения объектов территории;
- принцип растрового ввода-вывода графической, табличной, картографической информации, ее обработки и хранения в векторной форме;
- необходимость обеспечения многократного и многоцелевого доступа к цифровой графической, табличной и картографической информации.

Начальный этап проекта предусматривает формирование цифровой картографической основы и процесс наполнения ГИС-проекта данными и

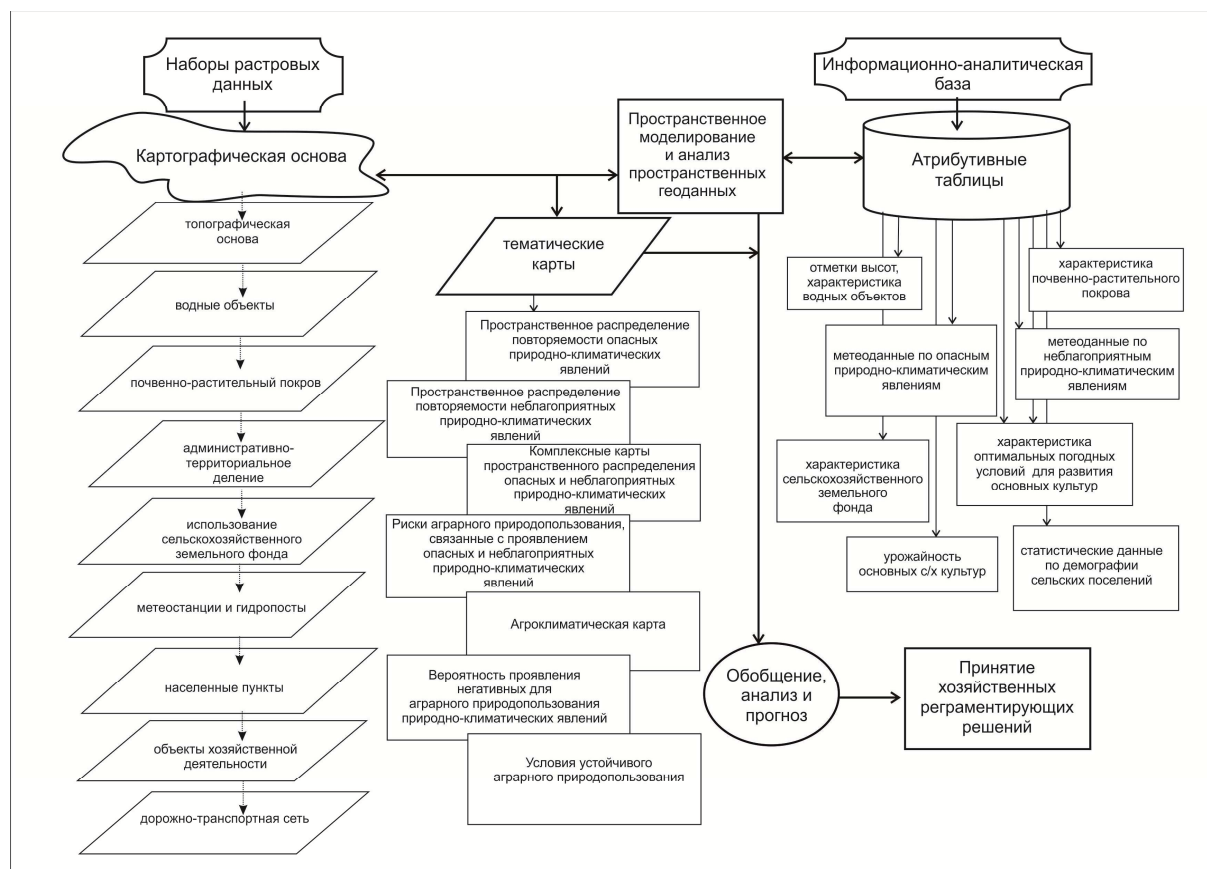


Рисунок 1. Структурная схема регионального ГИС-проекта «Опасные природно-климатические явления, воздействующие на сферу аграрного землепользования в южной тайге Западной Сибири».

сведениями о необходимых объектах с их пространственной привязкой. Информация заносится в атрибутивные таблицы слоев, включающих количественную характеристику пространственных объектов. Далее на основе встроенных модулей информация обрабатывается в среде ArcGIS, выбор модулей определяется поставленной задачей в зависимости от специфики объекта. Важным этапом проводимого пространственного анализа является процедура визуализации, которая предполагает создание серии тематических карт, отражающих как отдельные неблагоприятные явления, так и общую интегральную картину. При этом динамика и

специфика развития опасных процессов детализируются по мере увеличения масштаба карт. Оптимальный субрегиональный масштаб для карт природных опасностей и рисков по классификации В.И. Осипова варьирует в диапазоне от 1:50 000 до 1:500 000 [9]. Итоговая цель проекта – выработка основных регламентирующих обоснований для формирования стратегии устойчивого аграрного природопользования.

В основу проекта положен принцип послойной организации информации. Фактографические материалы, собираемые в единую базу геоданных, представлены совокупностью векторных и растровых пространственных данных и таблиц атрибутов. Для получения корректных результатов все пространственные данные должны быть приведены к единой системе координат с учетом проекций, искажений и уровня генерализации.

В настоящее время в атрибутивные таблицы занесена информация по 29 метеостанциям, дающая количественную характеристику более 30 опасным и неблагоприятным явлениям. Так, например, при оценке заморозков необходимыми показателями являются: длина беззаморозкового периода, последняя дата весеннего заморозка, первая дата осеннего заморозка, число дней с заморозками, значение минимальной температуры воздуха, относительная влажность воздуха и т.д. Для пространственной характеристики ветровой активности учитывались следующие показатели: скорость ветра, даты опасных и неблагоприятных ветров, число дней со скоростью ветра более 15 м/с, более 20 м/с, более 25 м/с и более 33 м/с, число случаев со шквалами, продолжительность периода с сильными ветрами и т.д.

Метеопоказатели в атрибутивных таблицах представлены ежегодными непрерывными рядами данных по частоте и интенсивности событий за период 2005-2015 гг., а также многолетними средними и экстремальными значениями. Особенности и структура сформированной

базы данных позволяют добавлять и изменять количественные показатели в достаточно оперативном режиме. В рамках создаваемого ГИС-проекта эффективно и удобно проводить комплексный анализ природных опасностей посредством выборки и сопоставления данных из разных атрибутивных таблиц. Это, в свою очередь, дает возможность совмещать разнородные показатели опасностей и строить интегральные тематические карты.

Многоплановый пространственно-временной анализ агроклиматических параметров с использованием ГИС-технологий уже на этом этапе формирования ГИС-проекта позволяет охарактеризовать южную тайгу Западной Сибири как территорию с достаточно высокой степенью проявления опасностей природного характера. Полученные с помощью ГИС-инструментария наглядные пространственные образы дают возможность оценить территорию по степени интенсивности или по частоте проявления каждого неблагоприятного агрометеорологического явления, а также их комплекса. Так, например, на рисунке 2 представлена карта пространственной дифференциации некоторых, наиболее значимых для сферы аграрного природопользования, негативных природно-климатических явлений.

В качестве базового выбран показатель, характеризующий продолжительность беззаморозкового периода. В основу построения сплайна положены среднемноголетние значения этой величины по метеостанциям, имеющие непрерывные ряды наблюдений. Показатель заморозков воздуха, входящий в группу опасных явлений, является крайне важным, поскольку определяет временные границы посадки многих культур. Продолжительность этого периода изменяется от 80 дней на востоке и до 114 дней на западе, т.е. диапазон изменчивости составляет 30-40 дней. На карте отражены даты последних весенне-летних заморозков воздуха, которые приходятся на последнюю декаду мая для южной тайги Омской

области, а для остальной части на первую декаду июня. Изолиниями отображено территориальное распределение уровня опасности, обусловленной градом. Наибольшее количество случаев с градом фиксируется во второй половине мая, как раз в это время появляются всходы многих культурных растений. Пространственная локализация наблюдается в южных районах Томской и на юго-западе Тюменской областей.

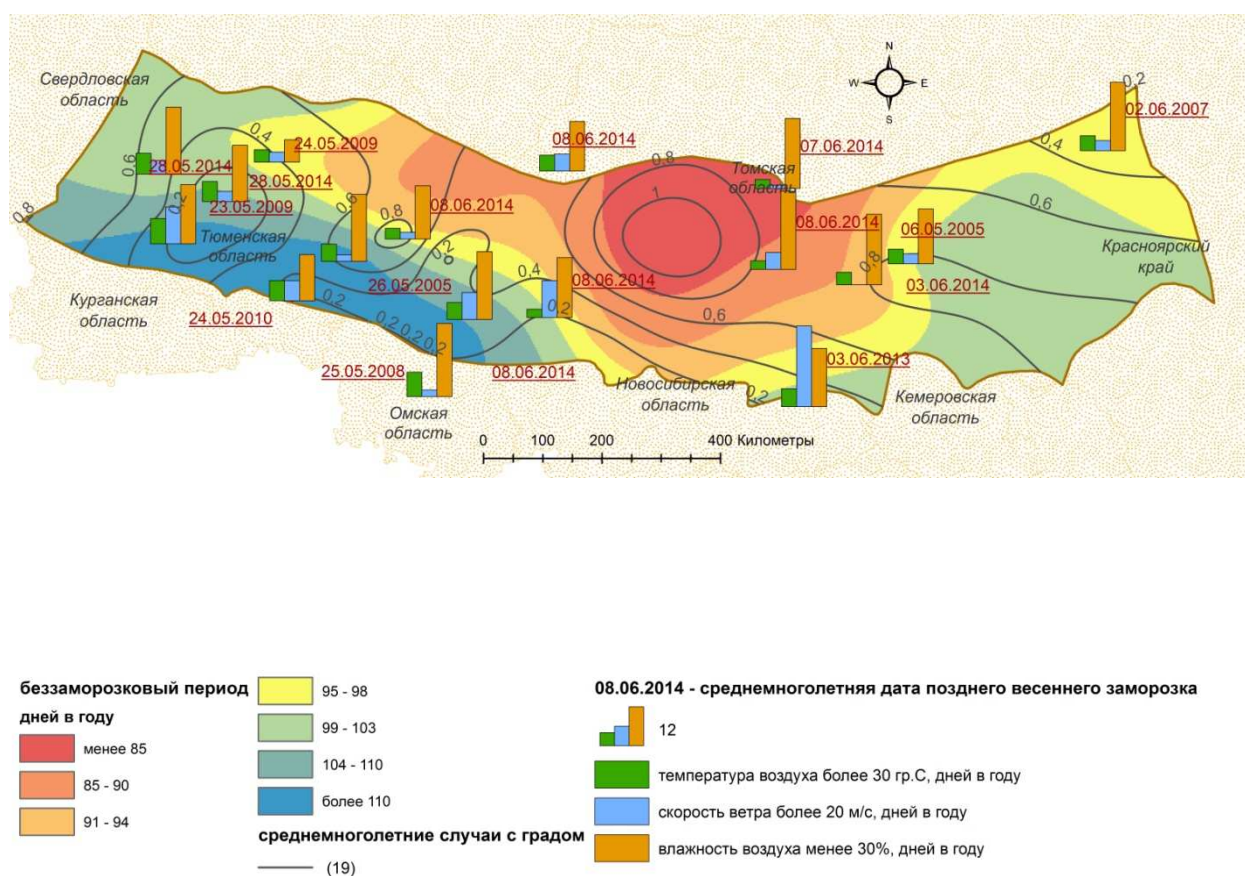


Рисунок 2. Характеристика негативных природно-климатических явлений на территории южной тайги Западной Сибири за 2005-2015 гг.

С помощью диаграмм показана информация о таких неблагоприятных факторах, как ветер со скоростью 20 м/с и более, температура воздуха выше 30°C и относительная влажность воздуха менее 30%. Данные явления ежегодно случаются на всей исследуемой территории с разной интенсивностью, иногда существенно воздействуя на

урожайность сельскохозяйственных культур. Количество дней с относительной влажностью воздуха менее 30% по областям колеблется от 0 до 52 в год. Оценка динамики показывает устойчивое увеличение засушливых дней в вегетационный период, особенно заметен рост в Тюменской и Омской областях. Наибольшее число случаев со скоростью ветра более 20 м/с приходится на май, апрель и июнь. Самой неблагоприятной в этом отношении является южная тайга на севере Кемеровской и Новосибирской областей, там же чаще фиксируются и опасные – очень сильные ветры. Показатель среднегодового числа дней с температурой воздуха выше 30°C, не имеет существенной пространственной дифференциации, а наиболее уязвимой является юго-западная часть исследуемой территории. Данный неблагоприятный фактор оказал наибольшее воздействие на растениеводство в 2012 г., когда на фоне дефицита осадков привел к существенным потерям урожайности основных культур региона.

Заключение. Представленный коллективом авторов вариант ГИС-проекта находится в стадии информационного наполнения и инструментальных дополнений. Но уже на данном этапе проектирования можно сказать, что применение ГИС-технологий в решении данной проблематики способствует организованному эффективному доступу к большому объему информации о ОЯ и НЯ, а также к количественной и качественной характеристике сельскохозяйственных объектов, находящихся в зоне их негативного влияния. Кроме того, на основе полученной аналитической информации и картографического отображения становится возможным прогноз и предупреждение рисков возникновения негативных явлений, мониторинг и контроль их развития, прогнозирование и составление рекомендаций по созданию адаптационных мер.

Дальнейшее развитие ГИС-проекта предполагает расширение временных границ метеонаблюдений с вовлечением в базу геоданных дополнительных метеостанций, добавление детальной информации по урожайности основных сельхозкультур на уровне отдельных хозяйств. Особое внимание планируется уделить анализу корреляционных связей между опасными природно-климатическими условиями разных лет наблюдений и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Дудник, Н.И. Аграрное природопользование и его влияние на экономический рост в условиях устойчивого развития региона [Текст] / Н.И. Дудник, В.А. Безруких // Вестник ТГУ. – 2009. – Т. 4. – Вып. 2. – С. 403-406.
2. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. РД 52.88.699 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://accident.perm.ru/files/docs/articles/52_88_699_2008.pdf.
3. Перечень и критерии опасных природных явлений, действующих на территории деятельности ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://omsk-meteo.ru/index.php?section=content&page=eventsindex>
4. Солнцев, Л.А. Геоинформационные системы как эффективный инструмент поддержки экологических исследований [Текст]: Электронное учебно-методическое пособие / Л.А. Солнцев; Нижегородский университет. – Н. Новгород, 2012. – 54 с.
5. Сведения о неблагоприятных условиях погоды и опасных гидрометеорологических явлениях, нанесших социальные и экономические потери на территории России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshie-ekonomicheskie-poteri#доступ-к-данным>.
6. Центральная база статистических данных. База данных показателей муниципальных образований. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: – <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/>
7. Раковская, Э. М. Физическая география России. Ч.2: Азиатская часть, Кавказ и Урал [Текст]: учебник для вузов в 2 ч. / Э. М. Раковская, М.И. Давыдова. – М.: ВЛАДОС. – 2003. – 297 с.
8. Осипов, В.И. Оценка и управление природными рисками [Текст] / В.И. Осипов // Геоэкология. – 2007. – № 3. – С. 201-211.
9. Молочко, А.В. Геоинформационное обеспечение экологических рисков: курс лекций и указания к выполнению практических работ. [Текст]: Учебно-методическое пособие для студентов географического факультета СГУ / А.В. Молочко, Д.П. Хворостухин; – Саратов. 2011. – 63 с.

References

1. Dudnik, N.I. Agrarnoe prirodnopol'zovanie i ego vlijanie na jekonomicheskij rost v uslovijah ustojchivogo razvitija regiona [Tekst] / N.I. Dudnik, V.A. Bezrukih // Vestnik TGU. – 2009. – T. 4. – Vyp. 2. – S. 403-406.
2. Polozhenie o porjadke dejstvij uchrezhdenij i organizacij pri ugroze vznikovenija i vznikovenii opasnyh prirodnyh javlenij. Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii. RD 52.88.699 [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: http://accident.perm.ru/files/docs/articles/52_88_699_2008.pdf.
3. Perechen' i kriterii opasnyh prirodnyh javlenij, dejstvujushhie na territorii dejatel'nosti FGBU «Ob'-Irtyskoe UGMS» [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://omsk-meteo.ru/index.php?section=content&page=eventsindex>
4. Solncev, L.A. Geoinformacionnye sistemy kak jeffektivnyj instrument podderzhki jekologicheskikh issledovanij [Tekst]: Jelektronnoe uchebno-metodicheskoe posobie / L.A. Solncev; Nizhegorodskij universitet. – N. Novgorod, 2012. – 54 s.
5. Svedenija o neblagoprijatnyh uslovijah pogody i opasnyh gidrometeorologicheskikh javlenijah, nanessih social'nye i jekonomicheskie poteri na territorii Rossii [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <http://meteo.ru/data/310-neblagoprijatnye-usloviya-pogody-nanjoshie-ekonomicheskie-poteri#dostup-k-dannym>.
6. Central'naja baza statisticheskikh dannyh. Baza dannyh pokazatelej municipal'nyh obrazovanij. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: – <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/>
7. Rakovskaja, Je. M. Fizicheskaja geografija Rossii. Ch.2: Aziatskaja chast', Kavkaz i Ural [Tekst]: uchebnik dlja vuzov v 2 ch. / Je. M. Rakovskaja, M.I. Davydova. – M.: VLADOS. – 2003. – 297 s.
8. Osipov, V.I. Ocenka i upravlenie prirodnyimi riskami [Tekst] / V.I. Osipov // Geojekologija. – 2007. – № 3. – S. 201-211.
9. Molochko, A.V. Geoinformacionnoe obespechenie jekologicheskikh riskov: kurs lekcij i ukazanija k vypolneniju prakticheskikh rabot. [Tekst]: Uchebno-metodicheskoe posobie dlja studentov geograficheskogo fakul'teta SGU / A.V. Molochko, D.P. Hvorostuhin; – Saratov. 2011. – 63 s.