

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Геоинформационные технологии в решении задач рационального природопользования

**Материалы Всероссийской
научно-практической конференции**



ЮгрАфика
ТИПОГРАФИЯ • ИЗДАТЕЛЬСТВО

**Ханты-Мансийск
2013**

ББК 20.18 я431+32.81

Г 35

ISBN 978-5-905751-31-8

Под редакцией А.С. Зыкова, директора ЮНИИ ИТ

Ответственный за выпуск А.Л. Царегородцев, заместитель директора по науке ЮНИИ ИТ,
кандидат технических наук

Г 35 Геоинформационные технологии в решении задач рационального природопользования : Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий. – Ханты-Мансийск : ООО Издательство Юграфика, 2013. – 385 с.

С 29 по 30 октября 2013 года в г. Ханты-Мансийске Департамент информационных технологий Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий провели Всероссийскую научно-практическую конференцию «Геоинформационные технологии в решении задач рационального природопользования». Конференция была проведена в соответствии с распоряжением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 20 октября 2013 года № 624-рп о плане основных мероприятий по проведению года охраны окружающей среды в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре.

На конференции работали секции: «Применение ГИС-технологий в решении задач рационального природопользования» и «Геоэкологический мониторинг территорий России».

В настоящем сборнике представлены сгруппированные по секциям избранные материалы конференции.

ББК 20.18 я431+32.81

ISBN 978-5-905751-31-8

© АУ «Югорский научно-исследовательский институт
информационных технологий», 2013
© Коллектив авторов, состав., 2013
© ООО Издательство Юграфика, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция «Применение ГИС-технологий в решении задач рационального природопользования»	1
<i>А. П. Карпик, А. В. Дубровский, Я. Г. Пошивайло, А. И. Колесник, Ю. В. Мышако</i> Оснащение кризисного центра концерна «РОСЭНЕРГОАТОМ» эвакуационными планами района расположения АЭС	5
<i>А. В. Дубровский</i> Геоинформационное исследование показателей социальной комфортности для целей территориального планирования.....	8
<i>А. В. Кайль</i> Применение ГИС-технологий и современной геодезической аппаратуры для топографо-геодезического обеспечения разведочной геофизики 2D/3D в ОАО «ХантымансиЙскгеофизика»	11
<i>А. В. Макеев, И. И. Малышев</i> Разработка информационной системы моделирования чрезвычайных ситуаций по затоплению территории округа на базе ГИС-технологий	14
<i>С. А. Митакович</i> Разработка систем мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций с использованием геоинформационных систем	17
<i>В. Г. Мухаметшин, В. П. Ситников, А. В. Козлов</i> Применение модуля IRP RMS (ROXAR) для исследования причин и характера нарушения герметичности эксплуатационных колонн.....	20
<i>Р. С. Неприятель, К. В. Марусин</i> Использование ГИС для визуализации структуры фаз и сезонов годового цикла	30
<i>Е. И. Сафонов</i> Визуализация 3D моделей в современных web-браузерах без использования дополнительного программного обеспечения	33
<i>В. А. Семикин, В. Н. Гончарова, Е. Л. Кызылова, И. В. Переягинец</i> Технологии создания web-сервиса доступа к пространственным данным по территории ХМАО – Югры	36
<i>А. О. Ташкин</i> Методика создания объединенной геопространственной базы данных для исследования и анализа динамики экологических, демографических и иных процессов....	39
<i>В. А. Хамедов</i> Перспективы использования результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития региона.....	42
Секция «Геоэкологический мониторинг территорий России».....	45
<i>А. Ю. Агольцов</i> Технологии применения данных дистанционного зондирования земли для актуализации информации о лесном фонде в рамках лесоустройства	45
<i>А. В. Филатов, В. М. Брыксин, А. В. Евтушикин, Ю. В. Васильев, А. Ю. Белоносов</i> Мониторинг мульды оседания Самотлорского месторождения на основе psinsar технологии и наземных измерений на геодинамическом полигоне	47
<i>Д. В. Ериков, К. А. Ковганко, П. П. Шуляк</i> Современные возможности геоинформационной системы мониторинга лесных пожаров ГИС-ИСДМ Рослесхоз	50
<i>В. Н. Копылов, А. В. Беспрозванных, О. Н. Булыгина, А. Б. Шерстюков</i> Геоинформационные технологии климатического обслуживания регионов России.....	53

<i>Е. Л. Коршунова</i> Ландшафтный мониторинг территории Природного парка «Нумто» с использованием методов дистанционного зондирования земли.....	56
<i>Г. А. Кочергин, М. А. Куприянов, В. А. Хамедов</i> Геоэкологический мониторинг водного хозяйства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры	59
<i>Ю. М. Полищук</i> Дистанционное исследование и моделирование термокарстовых процессов в зоне мерзлоты.....	62
<i>Н. С. Ремень, В. А. Пуртов, Е. М. Гузёмина, Н. В. Тельнова</i> Применение ГИС-технологий в мониторинге нарушенных земель на территории ХМАО – Югры.....	65
<i>О. С. Сизов</i> Космический мониторинг как инструмент решения экологических задач нефтегазодобывающего предприятия	69
<i>Н. И. Тананаев</i> Использование данных дистанционного зондирования в планировании гидротехнических мероприятий на территории Республики Саха (Якутия)	72

СЕКЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

УДК 004:528.91, 004.89

ОСНАЩЕНИЕ КРИЗИСНОГО ЦЕНТРА КОНЦЕРНА «РОСЭНЕРГОАТОМ» ЭВАКУАЦИОННЫМИ ПЛАНАМИ РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

А. П. Карпик¹, А. В. Дубровский¹, Я. Г. Пошивайло¹, А. И. Колесник², Ю. В. Мышако³

ФГБОУ ВПО Сибирская государственная геодезическая академия

Кризисный центр Концерна ОАО «Росэнергоатом»

Отдел Мобилизационной подготовки, ГО и ЧС Ленинградской АЭС

Ключевую роль в обеспечении безопасности атомной энергетики РФ играет ситуационно-кризисный центр ОАО «Концерн Росэнергоатом», который входит в систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС). Центр был создан в 1999 году и является основным информационно-управляющим элементом в системе предупреждения и действий в ЧС концерна «Росэнергоатом». Он расположен в Институте по эксплуатации атомных станций (ВНИИАЭС) (рис.1).



Рис. 1 – Кризисный центр Концерна ОАО «Росэнергоатом»

Важным звеном планирования и осуществления противоаварийных мероприятий являются картографические материалы. Для решения сложных задач, возникающих перед специалистами Кризисного центра (КЦ), используются картографические материалы, представленные в традиционном аналоговом виде (планшеты 30 км и 100 км зоны вокруг АЭС), а также в виде цифровых топографических карт. Сибирская государственная геодезическая академия по заказу Концерна ОАО «Росэнергоатом» выполнила комплекс работ по разработке и созданию обобщенных эвакуационных планов районов расположения десяти российских АЭС. В результате выполнения работ:

- подготовлены векторные электронные карты районов расположения всех 10 Российских АЭС масштабов 1:200 000 и 1:100 000 (соответственно 100 и 30 км окрестности) в формате ГИС MapInfo, открытые для опубликования;
- подготовлены по согласованию с Департаментом противоаварийной готовности и радиационной защиты ОАО «Концерн Росэнергоатом» отдельные тематические картографические слои по всем 10 Российским АЭС, необходимые для планирования и проведения мероприятий по ликвидации последствий ЧС на атомных стациях;
- подготовлены на основе векторных электронных карт и отдельных тематических слоев электронные макеты 100 и 30 километровых окрестностей районов расположения Россий-

ских АЭС (объектовый состав тематических слоев и внешний вид макетов карт согласовался с Департаментом противоаварийной готовности и радиационной защиты ОАО «Концерн Росэнергоатом»), рис. 2;

– изготовлены на жесткой основе планшеты карт 100 и 30 км окрестностей районов расположения АЭС (размером 1м x 1м) соответственно масштабов 1:200 000 и 1:100 000 в двух экземплярах, в количестве 40 шт.; изготовлено 4 бокса для хранения планшетов карт и 6 настенных комплектов для размещения планшетов, рис. 3.



Рис. 2 – Фрагмент цифрового эвакуационного плана района расположения АЭС



Рис. 3 – Пример оснащения КЦ Концерна ОАО «Росэнергоатом»

Для выполнения работ разработана библиотека условных знаков на основе требований к оформлению карт оперативной обстановки (рис. 2). Тематические условные знаки имеют традиционное подразделение на точечные – пункт радиационного контроля автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), станция обеззараживания техники и т.д.; линейные – маршруты эвакуации, рубежи ввода и т. д.; площадные – районы эвакуации, зоны радиационного заражения и т. д. Особенностью эвакуационного плана (рис. 2) являются:

- комбинированное представление тематических условных знаков и цифровой топографической карты на едином плане территории;
- в качестве топографической подложки используется фрагмент цифровой карты, ограниченный 100 километровой зоной вокруг АЭС. В данную зону могут попадать территории нескольких субъектов РФ. При необходимости на карте показываются зарубежные территории;
- тематическая информация на эвакуационном плане наносится вся без генерализации;
- кроме основного эвакуационного плана масштаба 1:100 000 в виде карт-врезок показываются в более крупном масштабе промышленная зона АЭС и населенный пункт, где располагается станция. Для создания карт-врезок возможно использование космических снимков или ортофотопланов высокого разрешения [4, 5].

Созданные цифровые планы района расположения АЭС могут быть использованы при проведении геоинформационного анализа и моделирования, в частности для интерполяции загрязнения по датчикам АСКРО; автоматического определения в построенной буферной

зоне загрязнения количества населенных пунктов и населения; моделирования распространения радиационного загрязнения в зависимости от скорости ветра и направления; генерации отчетов для маршрутов следования эвакуационных эшелонов; оперативной корректировки схем эвакуации.

Дальнейшим направлением производственных работ по оснащению КЦ Концерна ОАО «Росэнергоатом» цифровыми картами района расположения АЭС являются: создание унифицированных планов промплощадок и городов при АЭС, масштаба 1:2000; создание унифицированных карт санитарно-защитных зон АЭС, масштаба 1:10 000; интеграция полученных планов и карт в единое цифровое пространство района расположения АЭС; разработка геоинформационного обеспечения для осуществления геоинформационного мониторинга территории района расположения АЭС.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Постановление Правительства РФ от 5 июля 2000 г. «Об утверждении и введении в действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии НП-15-2000 «Типовое содержание плана мероприятий по защите персонала в случае аварии на атомной станции» – М. : Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, 2000.
2. Середович, В. А, Опыт создания мелкомасштабных цифровых топографических карт на территорию Сибирского федерального округа для целей навигации и размещения в интернете [Текст] / В. А. Середович, С. В. Середович, А. В. Дубровский // ГЕО-Сибирь-2007. Т. 2. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимости. Ч. 2: сб. матер. III междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2007», 25–27 апреля 2007 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2007. – С. 157–161.
3. Карпик, А. П. Анализ природных и техногенных особенностей геопространства чрезвычайной ситуации [Текст] / А. П. Карпик, Э. Л. Ким, А. В. Дубровский / Итерэспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр., 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т. Т.3. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 171–177.
4. Дубровский А. В. Геоинформационное обеспечение раннего предупреждения и управления кризисными ситуациями. [Текст] / А. В. Дубровский, Э. Л. Ким // Сб. матер. Международного научного конгресса «сиббезопасность-спассиб-2012» 25–27 сентября 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 51–56.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ КОМФОРТНОСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

А. В. Дубровский

ФГБОУ ВПО Сибирская государственная геодезическая академия

Для устойчивого развития и функционирования поселений и межселенных территорий создается инфраструктура – комплекс сооружений и коммуникаций, транспортная сеть, инженерное оборудование, каналы связи, а также объекты социального и культурно-бытового обслуживания населения. Инфраструктура города тесно связана с социальной и территориальной составляющей города. Город в широком смысле может быть определен как место компактного проживания людей, удовлетворяющее потребности человека в обеспечении ресурсами: жизнедеятельности, безопасности, коммуникации и развитии личности на основе общности культурных, социальных, национальных и прочих интересов [1–2]. Главная цель любой агломерации или города – создать комфортные условия для проживания граждан, развития экономики, становления бизнеса и привлечения инвестиций. Кадастровая стоимость объекта недвижимости зависит от его площади, уровня развития инфраструктуры и комплекса социально-бытовых объектов. То есть как раз от уровня социальной комфортности населения. Часто на территории города возникает ситуация перенасыщения отдельных участков элементами социальной инфраструктуры, когда ряд других территорий испытывает дефицит в подобного рода объектах. При этом градостроительные ГОСТы и СНИПы, регламентируют качественные и количественные характеристики требуемого уровня развития объектов социальной инфраструктуры [3]. Однако, глобального ранжирования урбанизированных территорий не выполнено. Построенные ранее микrorайоны с использованием градостроительных норм и регламентов в настоящее время уплотняются в результате точечной застройки. При этом объекты недвижимости, существовавшие ранее, изменяют свою стоимость из-за перераспределения социальной инфраструктуры. Цена недвижимости, как и ее качество, определяется системой показателей, поэтому существует необходимость в разработке показателя социальной комфортности населения как одного из факторов оценки недвижимого имущества. Кроме того, актуальным является осуществление достоверного геоинформационного анализа и комплексной оценки показателей городской среды, главными компонентами которой являются население города и социальная инфраструктура.

В настоящее время мощным средством территориального планирования и осуществления кадастровых работ являются геоинформационные технологии. Возможности геоинформационного анализа позволяют исследовать территорию по разнородным критериям. При этом основным поставщиком информации является муниципальная ГИС или муниципальный фонд пространственных данных [4]. На рис. 1 представлена укрупненная схема этапов работ при определении интегрального показателя социальной комфортности населения (ИПСКН) [5–6]. Качество жизни представляет собой сложную структуру взаимосвязанных элементов. В настоящее время, современные картографические справочно-информационные системы позволяют в онлайн режиме определить рейтинг социальной инфраструктуры объекта недвижимости, по основным его показателям. «Рейтинг дома зависит от инфраструктуры вокруг. Если рядом много социальных объектов (детсадов, больниц, школ, магазинов и т. п.), тем выше рейтинг дома в процентах» [7]. Данная оценка, несомненно, имеет большое значение для информирования населения, однако не дает комплексного представления об объекте недвижимости. Зачастую оцениваемые здания в центральной части города и на его окраинных участках имеют одинаковый рейтинг. Такая же ситуация складывается при оценке двух близко расположенных зданий имеющих различное техническое состояние, материал и возраст постройки.

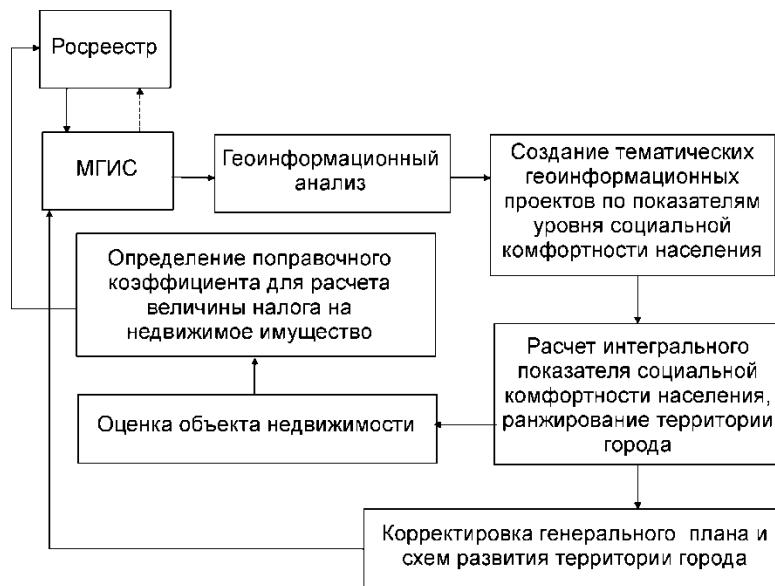


Рис. 1 – Последовательность технологических операций при анализе, оценке и управлении территорией на основе ИПСКН

Поэтому для полного анализа социальной комфортности нужно рассматривать комплекс показателей, рис. 2. Обобщенное значение показателей может быть выражено через ИПСКН. Поскольку этот показатель в свою очередь может влиять на цену недвижимого имущества, он должен быть одним из критериев оценки недвижимости [8].



Рис. 2 – Система показателей социальной комфортности населения

Таким образом, полученные в результате геоинформационного анализа данные должны быть использованы при корректировке генеральных планов, схем функционального зонирования, размещения и строительства объектов социальной сферы. Кроме того, данные, свидетельствующие о низком уровне развития социальной комфортности населения, должны быть учтены при оценке недвижимого имущества в виде понижающего коэффициента, при расчете налога на недвижимое имущество для групп граждан проживающих на данной территории.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дубровский, А. В. Исследование социально-территориальных взаимосвязей элементов городской среды средствами геоинформационных технологий [Текст] / А. В. Дубровский, Е. Л. Мурзинцева, А. С. Нечаева // ГЕО-Сибирь-2010. Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2: сб. матер. VI Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010», 19–29 апреля 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 17–21.
2. Словарь понятий и терминов регионального управления [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.vasilieva.narod.ru/>.
3. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Текст] – Министерство регионального развития РФ – М., 2011. – 110 с.
4. Мыльников, Д. Ю. Инфраструктура пространственных данных. Муниципальный уровень [Электронный ресурс]: Режим доступа <http://www.credo-dialogue.com/journal/articlesarchive/Infrastryktyra-prostranstv-dannuh.aspx>
5. Дубровский, А. В. Геоинформационное исследование показателей социальной комфортности сельских населенных пунктов [Текст] / А. В. Дубровский, В. П. Бударов // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч. 1: материалы 5-ой междунар. науч.-практ. Конф. «Агроинфо-2012» – Новосибирск : СО РАСХН, 2012. – С. 436–440.
6. Дубровский, А. В. Анализ социальной комфортности населения города Новосибирска на примере основных инфраструктурных показателей [Текст] / А. В. Дубровский, В. П. Бударов, А. Н. Нечаева // ГЕО-Сибирь-2012. Т. 3. Экономическоеразвитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Т. 3: сб. матер. VII Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2011», 10–20 апреля 2012 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 186–189.
7. У новосибирцев появилась возможность отслеживать рейтинги своих домов [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://nsk.sibnovosti.ru>; <http://pinrate.ru>.
8. Дубровский, А. В. Разработка интегрального показателя социальной комфортности населения как фактора расчета налога на недвижимое имущество [Текст] / А. В. Дубровский, В. П. Бударов, А. Н. Нечаева // ГЕО-Сибирь-2011. Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2: сб. матер. VII Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2011», 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 87–92.

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ
И СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ
ДЛЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ 2D/3D
В ОАО «ХАНТЫМАНСИЙСКГЕОФИЗИКА»**

А. В. Кайль

ОАО «Хантымансиискгеофизика», Геодезическая партия № 49

В докладе вкратце отражена история внедрения современных геодезических технологий в планирование и производство топографо-геодезических работ на примере геодезической службы ОАО «Хантымансиискгеофизика» – одного из старейших и крупнейших геофизических предприятий нашей страны, основанного в 1951 году.

До середины 90-х годов прошлого века в арсенале геодезиста, работающего в составе топографо-геодезического отряда (далее ТГО) сейсморазведочной партии, имелся следующий нехитрый набор инструментов: оптический теодолит, оптический нивелир, мерный компарированный трос, геодезическая буссоль. Основными материалами для предварительного проектирования работ служили топографо-геодезические карты (как правило, в масштабе 1 : 25 000 – 1 : 50 000) и аэрофотоснимки.

Существующий порядок вещей был радикально изменён с появлением новых задач поисковой геофизики, в первую очередь – переход на 3D (трёхмерную) сейсморазведку. Новая методика предусматривает вынос в натуру проектного положения пунктов геофизических наблюдений (далее ПГН) в виде правильной сложной прямоугольной сетки сейсморазведочных профилей с абсолютной ошибкой выноса в плане не более 2 метров. Для примера: если площадь проекта (лицензионного участка заказчика) составляет порядка 400 квадратных км, требуется вынести в натуру около 2 400 погонных км сейсморазведочных профилей и разместить на них с заданной точностью около 48 000 ПГН. Этот объём работ (предусмотренный только для одной сейсморазведочной партии из нескольких) необходимо выполнить в течение одного полевого сезона (с октября по апрель).

В ОАО «Хантымансиискгеофизика» переход на новую технологию начался в 1995 году. С тех пор доля 3D сейсморазведки в общем объёме поисковых геофизических работ ежегодно увеличивалась и на сегодня является преобладающей.

В период с 1995 по 1997 годы было проведено техническое и кадровое перевооружение геодезических служб ОАО «ХМГ». Для каждой из 5-ти геофизических экспедиций были приобретены современные электронные тахеометры (Geodimeter, Sokkia) и спутниковые GPS приёмники одночастотной серии (Trimble). На смену бумажным журналам пришли электронные форматы записи данных на электронных носителях. Для обработки полученных измерений использовались полевые переносные ЭВМ (ноутбуки) с прикладным программным обеспечением. Организовано обучение персонала геодезических подразделений на специализированных курсах.

Одновременно было начато формирование камеральных подразделений геодезических служб нового образца, оснащённых самым современным (на тот период) оборудованием – мощными персональными ЭВМ, прикладным программным обеспечением ведущих мировых производителей, планшетными сканерами, широкоформатными плоттерами, позволяющими выводить на печать графические материалы с высоким разрешением (до формата А0 включительно).

На рубеже веков (в начале 2000-х годов нынешнего века) полевые геодезические подразделения получили в своё распоряжение спутниковые системы позиционирования двухчастотной серии и стали применять технологию выноса на местности ПГН в режиме «реаль-

ного времени» (RTK-технология) от сети собственных временно действующих базовых станций в круглосуточном режиме.

С внедрением новой технологии кратно возросла производительность выполнения геодезических работ. Применение полевых регистраторов информации (контроллеров) позволило вести сбор информации непосредственно в полевых условиях без использования бумажных носителей (пикетажных и абрисных журналов) с занесением в электронную базу данных характеристик объектов. Спутниковые системы позиционирования и полевые регистраторы нового поколения позволили работать практически в любых погодных условиях (дождь, снег, отрицательные температуры воздуха до -40 С) в круглосуточном режиме, что также значительно увеличило производительность работ.

Одновременно с модернизацией парка спутниковых геодезических систем позиционирования проводилось наращивание парка электронных тахеометров нового поколения, преимущественно в модификации Arctic, что позволило выполнять работы на объектах со сложным рельефом и практически полным лесным покрытием в течение всего зимнего полевого сезона, без простоев по метеоусловиям.

В свете современных требований к срокам и качеству проводимых поисковых геофизических работ возникла насущная потребность уже на этапе проектирования иметь максимум информации о предстоящем участке работ, чтобы своевременно внести корректизы в планы работ. Для детального проектирования размещения на местности ПГН с начала 2000-х годов используются спутниковые космические снимки высокого разрешения. Эта технология позволяет учесть практически все факторы возможных затруднений при проведении работ: наличие действующих и строящихся площадных и линейных техногенных объектов, изменение фактического положения береговой линии рек и озёр, появление горелых и буреломных участков в лесных массивах и т. д.

Наличие на объекте работ значительных площадных участков, на территории которых невозможно проложить сейсморазведочные профили и установить геофизическую аппаратуру (особо охраняемые природные территории, объекты культурного наследия, археологические памятники и т. д.), требует реализации нестандартных решений по размещению так называемых «смешённых» ПГН, полностью компенсирующих пробелы в собираемой геофизической информации.

Дальнейшее повышение требований к качеству получаемого геофизического материала, а также значительное (кратное) увеличение объёмов геофизических наблюдений, выполняемых каждой сейсморазведочной партией за полевой сезон, потребовало новых технических решений. Эти решения невозможно получить без совместной работы планировщиков-вычислителей геофизической и геодезической служб. Таким образом, новые задачи являются стимулом к интеграции этих служб и их совместной работе как на этапе проектирования, так и на этапе выполнения проектов геофизических исследований.

Уже в наше время происходит слияние полевых и камеральных задач, когда время между выдачей задания на вынос в натуру ПГН, выполнением полевых измерений и получением окончательных данных с оценкой точности выполненных работ сжимается до 1 рабочего дня. Ежедневно меняющаяся ситуация на объекте выполняемых работ (когда заказчик одновременно с проведением поисковых работ выполняет работы по добыче полезных ископаемых и обустройству территории лицензионного участка), также ставит перед ТГО сейсморазведочной партии нестандартные задачи, которые требуют нестандартных решений.

В завершении своего доклада мне хотелось бы рассказать о некоторых технических решениях недалёкого будущего, позволяющих значительно ускорить и повысить качество выполнения топографо-геодезического обеспечения поисковых геофизических работ:

- Использование взамен традиционных бригад лесорубов современной мульчерной (лесовалочной и лесодробильной) самоходной техники, оснащённой спутниковой системой позиционирования в режиме «реального времени», для выноса в натуру в лесной местности просек шириной 4–5 метров под сейсморазведочные профили и последующего построения по ним временных зимних дорог высокого качества для проезда технологиче-

ского транспорта (в том числе и колёсного). Подготовка и разработка новой механизированной технологии планируется уже в этом полевом сезоне.

- Оснащение спутниковыми системами позиционирования, работающими в режиме «реального времени», самоходных вибросейсмических комплексов и самоходных импульсных источников, что позволило бы выполнять сбор геодезической информации на пунктах возбуждения одновременно со сбором геофизической информации. Использование этой технологии значительно повысит качество выполняемых геофизических измерений и позволит проводить предварительную оценку полученных геофизических данных непосредственно в полевом офисе, сразу же после завершения рабочей смены.
- Использование в работе электронных тахеометров и полевых регистраторов информации, оснащённых системами фото- и видео- регистрации, для получения высокоточных абрисов с подробным отображением местности на электронных носителях одновременно со сбором первичной топографо-геодезической информации и выносом на местность сейсморазведочных профилей и ПГН. Эта технология позволит минимизировать риск случайного пропуска особо опасных мест, таких как: пересечение сейсморазведочным профилем линейных объектов (напорных трубопроводов, линий электропередач, действующих автомагистралей и т. д.).
- Переход на использование электронных тахеометров и спутниковых систем позиционирования, работающих на полностью совместимом программном обеспечении, что позволяет максимально полно использовать все преимущества сбора первичных геодезических данных, как методом наземных линейно-угловых построений, так и методом спутниковых наблюдений.
- Оборудование непосредственно в полевом лагере на каждом объекте работ полноценного полевого геодезического офиса для выдачи, сбора, обработки и редактирования топографо-геодезических данных, оснащённого всем необходимым, включая круглосуточную спутниковую связь с центральным офисом в Ханты-Мансийске. Этот проект уже реализован в ТГО одной из сейсморазведочных партий ОАО «ХМГ». Мобильное здание полевого офиса изготовлено по разработанному специалистами ОАО «ХМГ» проекту. Опыт признан положительным и рекомендован к реализации в других ТГО.
- Создание собственной архивной базы данных первичных полевых топографо-геодезических измерений на электронных носителях, которая позволит с высокой точностью выполнять совмещение перекрывающихся сеток сейсморазведочных профилей на объектах разных лет, а также выполнять совместное уравнивание временных базовых станций разных лет, опирающихся на пункты Государственной Геодезической Сети (ГГС).
- Использование на этапе проектирования многослойных электронных карт с данными нового времени, позволяющих максимально полно учесть все возможные риски причинения ущерба лесному хозяйству, родовым угодьям коренных малочисленных народов Севера, сельскохозяйственным площадям и т.д., и, в то же время, получить качественный геофизический материал, полностью удовлетворяющий требованиям заказчиков – арендаторов лицензионных участков.

Таковы (вкратце) свершения топографо-геодезических служб ОАО «ХМГ» за последние 20 лет, а также их скромные планы на ближайшее будущее, разработка и реализация которых ведётся уже сейчас, которые позволяют и дальше эксплуатировать и развивать минерально-сырьевую базу Российской Федерации.

УДК 632.123.1;551.577.5;630*116

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПО ЗАТОПЛЕНИЮ ТЕРРИТОРИИ ОКРУГА НА БАЗЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А. В. Макеев, И. И. Малышев

АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий», лаборатория геоинформатики

Введение

Из стихийных природных бедствий наводнения по повторяемости явления, площади распространения и ежегодному материальному ущербу занимают первое место, и более того, в последние годы в мире отмечается рост числа и масштабов наводнений и связанных с ними социальных и экономических потерь. Поэтому повышение точности и заблаговременности гидрологического прогноза является актуальной и практически значимой задачей.

Целью научно-исследовательской работы (НИР) является разработка информационной системы (ИС) «Наводнение», предназначенный для оперативного моделирования чрезвычайных ситуаций (ЧС) и оценки зон затопления территории при угрозе наводнений.

Создание ИС «Наводнение» выполняется в рамках двух этапов. В качестве пилотного района используется территория округа ХМАО – Югры, а именно г. Ханты-Мансийска и прилегающей к нему территории поймы реки Иртыш.

Этап 1 (завершен).

Построение гидрологически корректной цифровой модели рельефа и слоя с объектами инфраструктуры

Имитационное исследование поверхностного стока половодий и паводков основано на применении методов цифрового 3D моделирования рельефа. В качестве программного пакета для решения задач 1 этапа НИР использован ГИС-пакет компании ESRI – ArcView (версии 10) семейства ArcGIS. В качестве исходных данных для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) и гидрографической сети водотоков использованы бумажные крупномасштабные топографические карты масштабов 1:25 000, 1:10 000 и 1:500.

Гидрологически корректная ЦМР представлена в виде модели регулярной сети высот с учетом пространственного положения как изолиний, отметок высот и структурных линий рельефа, так и расположением речной сети и озер с их береговыми линиями и отметками урезов воды (рис. 1).

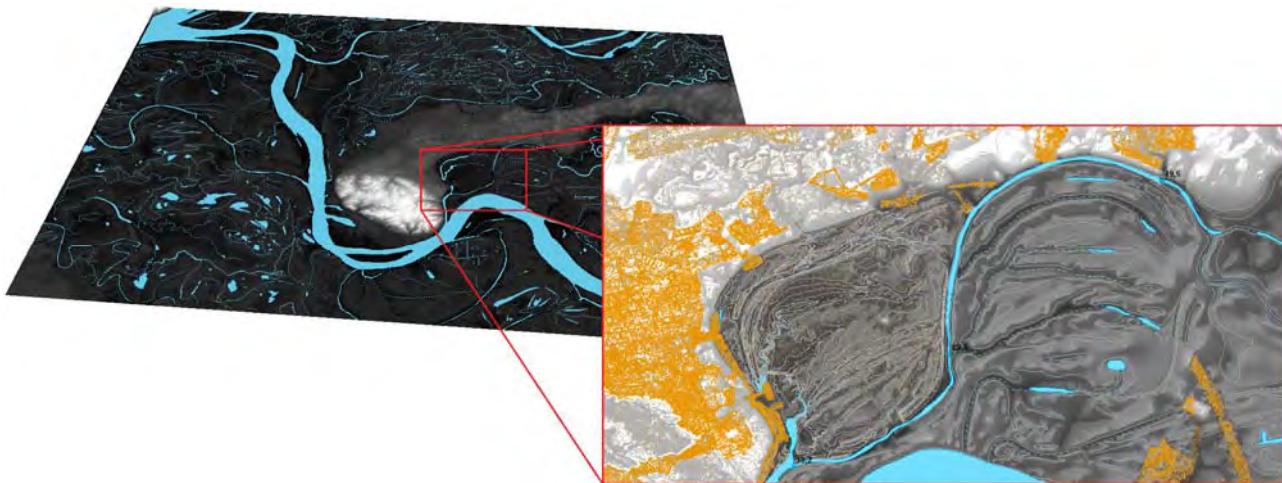


Рис. 1 – 3D Визуализация ЦМР в приложении ArcScene

Оцифровка объектов инфраструктуры г. Ханты-Мансийска проведена по космическому снимку GeoEye-1 с пространственным разрешением 0,5 метров (дата съемки – 12 июня 2012 года). На рис. 2 приведены одинаковые участки исследуемой территории в разных представлениях.

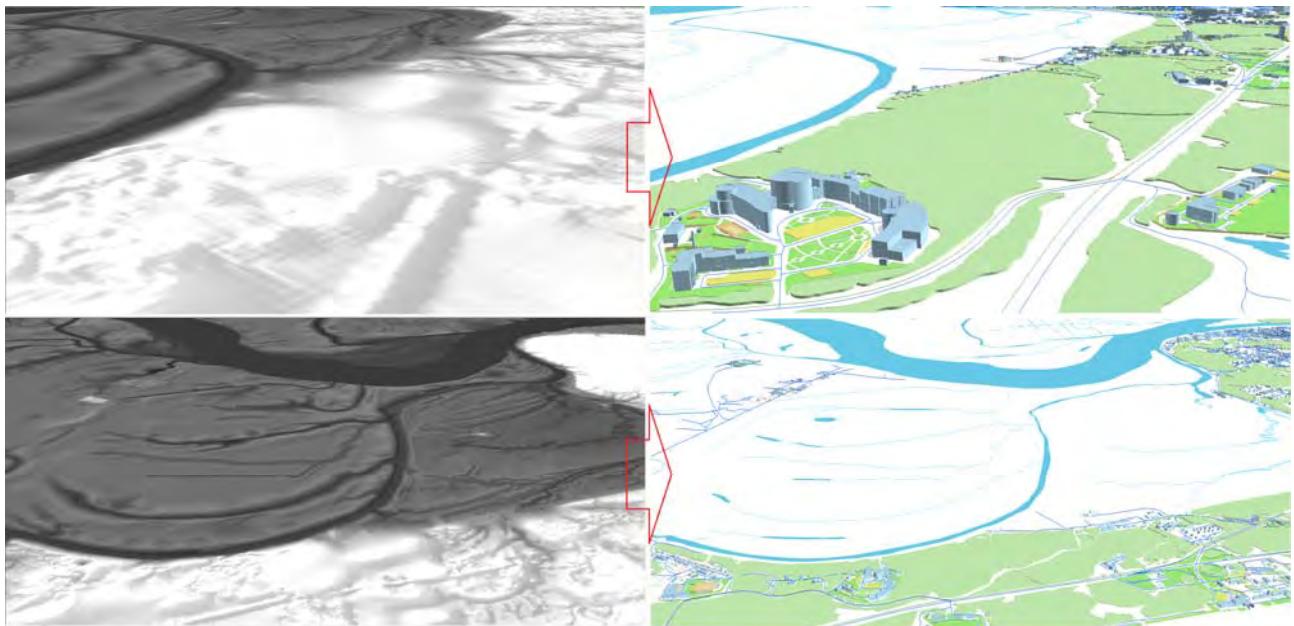


Рис. 2 – Фрагмент 3D визуализации ЦМР с регулярной сетью высот (слева);
Фрагмент 3D визуализации ЦМР, драпированной слоями с объектами инфраструктуры,
речной сетью и отметками высот (справа);

Этап 2 (текущий).

Разработка проектных решений, программ и программных средств ИС

По завершению разработки система должна:

- определять зоны затопления, а так же уровень поднятия воды;
- выполнять расчет статистических характеристик (минимальный, средний, максимальный уровень поднятия воды, объем воды, скорость изменения уровня воды от предыдущего измерения, продолжительность отклонения уровня воды от нормы зоны затопления в целом или заданной в ней области;
- формировать отчетные файлы;

Программа представляет собой desktop приложение. С помощью графического интерфейса система должна предоставлять возможность пользователю системы:

- загружать необходимые для моделирования слои данных с последующим их просмотром;
- вручную вводить необходимые для моделирования входные данные;
- просмотра процесса моделирования затопления и результатов вычислений;
- при построении затопления вдоль объекта гидрографии задавать участок реки двумя точками и указывать уровень подъема воды в этих точках для определения границы зоны затопления и вычисления уровней подъема воды в пределах заданной зоны. Граница зоны, полученная при построении модели, позволит определить частично или полностью затопленные населённые пункты, объекты инфраструктуры;
- выбирать тип отчетного файла с возможностью указания области зоны затопления, выбранной оператором;
- просмотра архива, содержащего в себе все данные гидропостов и результатов моделирования затоплений.

В качестве входных данных выступают данные моделирования (данные гидропостов, уровни поднятия воды на заданном участке реки), а так же следующие слои данных:

- ЦМР (высокого пространственного разрешения) поймы реки Иртыш и прилегающей к ней территории в районе г. Ханты-Мансийска (GRID-модель, «.lwg или .tif файл»);
- гидрографическая сеть водотоков (векторный слой, «.shp-файл»);
- объекты инфраструктуры (векторный слой, «.shp-файл»);
- зона затопления (векторный слой, «.shp-файл»).

Выходная информация представляется в виде векторного слоя (.shp) и отчетного файла (.pdf), содержащего в себе:

- топографическую карту района моделирования;
- карту зоны затопления на область, выбранную оператором;
- статистические характеристики;
- данные гидропостов (значение уровня воды от нулевой отметки (нуль графика поста) и его повышение за сутки) или результаты расчетов уровней поднятия воды, вычисленных на основе зоны затопления, картированной по космоснимкам;
- список адресов объектов инфраструктуры, чьё местоположение оказалось (или окажется) в зоне затопления местности.

Заключение

Построенная на 1 этапе разработки системы ЦМР обладает достаточно высокой плановой и высотной точностью, что в перспективе позволит доработать расчетные алгоритмы с целью учета факторов, оказывающих влияние на величину максимального подъема уровня воды:

- количество осадков, их интенсивность, продолжительность, площадь охвата;
- запас воды в снежном покрове перед началом весеннего таяния и интенсивность снеготаяния;
- прорыв защитных гидротехнических сооружений (размеры и время образования прорыва; объем, заполненный водой в водохранилище на момент прорыва; величина перепада уровня воды в створе плотины);
- переполнение водоемов.

Помимо этого, в перспективе, при наличии локации реки Иртыш на моделируемую территорию рельефа возможно расширение НИР в области исследования проблемы обмеления Иртыша, как дополнение к разрабатываемой системе.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

С. А. Митакович
ООО «ИНТРО-ГИС»

Одной из современных тенденций развития информационных технологий является формирование сенсорных сетей (Sensor Web), обеспечивающих комплексный мониторинг и анализ территории. В составе сети могут присутствовать разнородные пространственно-распределенные устройства, которые вместе образуют единую среду обмена информацией. И не случайно, что пространственный аспект – где находится устройство и какую территорию оно наблюдает – привел к тому, что Открытый Консорциум ГИС взял на себя инициативу по разработке единых стандартов протоколов и интерфейсов, чтобы скрыть неоднородность источников информации, их различную программную и аппаратную реализацию.

В России это направление еще не получило должного распространения. На практике пользователям приходится заниматься конвертацией данных, работать в различных приложениях, чтобы совместить актуальные данные и средства анализа. Однако уже сейчас можно задействовать определенные ресурсы для получения обзорной картины той территории, которая интересна с точки зрения регулярного мониторинга и обеспечения безопасности от чрезвычайных ситуаций (ЧС). Используя сервисно-ориентированную архитектуру можно сформировать на их основе полезные геоинформационные сервисы, которые могут быть использованы в составе веб-приложений или настольных ГИС.

В качестве примеров можно привести следующие ресурсы (рис. 1):

- Данные о текущей и прогнозной метеорологической обстановке, предоставляемые различными погодными серверами (например, «world weather online»). Информация поступает по метеостанциям, входящим в состав международной сети, каждые 3 часа. Используя средства растровой обработки данных, можно реализовать автоматически обновляемый картографический сервис распределения таких метеопараметров, как температура, скорость и направление ветра, осадки и др. на заданной территории.
- Данные о местоположении тепловых аномалий, предоставляемые серверами автоматической обработки данных дистанционного зондирования. Оперативная и архивная информация выкладывается по мере обработки космоснимков в виде архивов с векторными покрытиями. С использованием средств векторной обработки становится возможным провести дополнительную обработку (например, создание контуров тепловых аномалий) и также предоставить в виде картографического сервиса.
- Данные об уровнях воды на гидропостах, предоставляемые Центром регистра и кадастра. На данный момент возможно получение координат гидрологических постов и отображение связанных с ними графиков (гидрограф, температура и др.), размещенных на ГИС портале Центра регистра и кадастра.
- Медиапотоки с уличных видеокамер, предоставляемые муниципальными операторами. Зная расположение видеокамер, можно «привязаться» к обновляемым изображениям или видеопотоку.

Разумеется, не стоит забывать о «сырых» данных дистанционного зондирования, получаемых с собственной станции приема или загруженных из сети Интернет, а также средствах автоматизированной обработки, которые также являются важным источником информации при мониторинге ЧС.

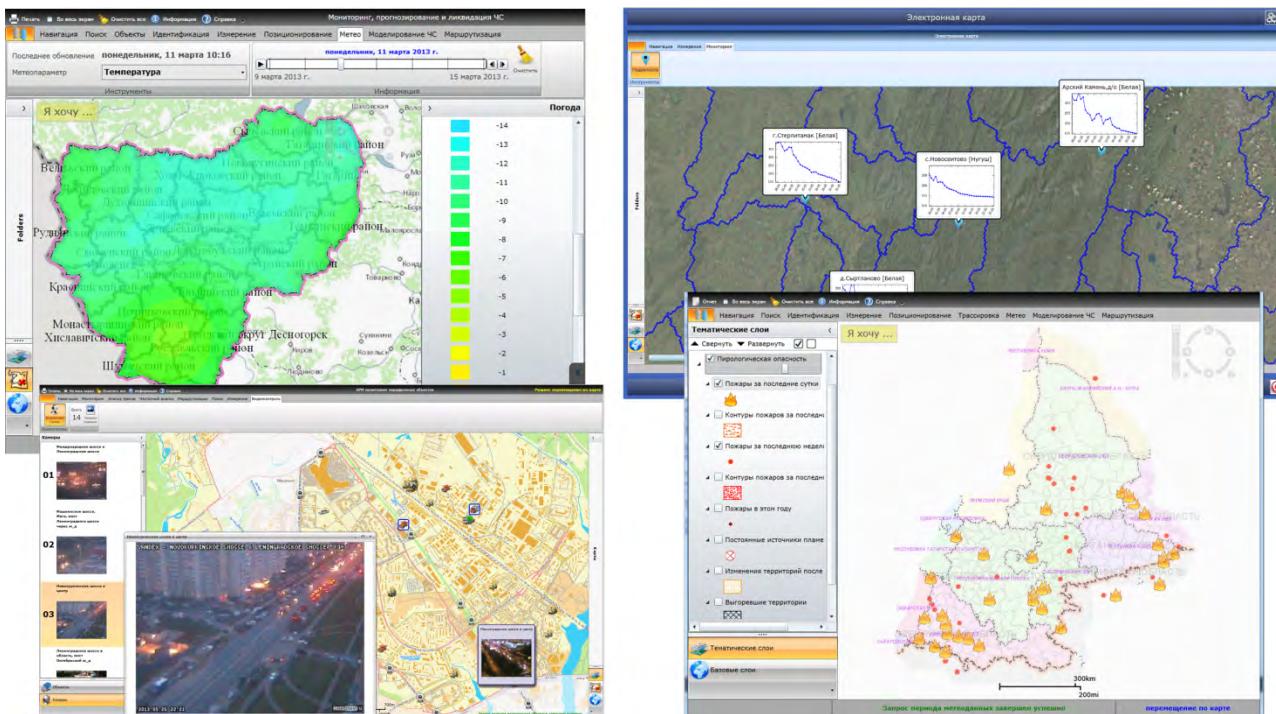


Рис.1 – Примеры мониторинговых картографических сервисов

И хотя регулярное получение оперативной информации в виде сервиса повышает ценность и полезность приложения, еще больший эффект достигается за счет создания производных и комбинированных решений. Наличие программно-реализованных математико-геоинформационных моделей моделирования развития ситуаций вкупе с актуальными мониторинговыми данными позволяет выйти на новый качественный уровень предоставления информации. Приведем некоторые реализованные нами решения:

- Использование исторических данных по температуре и осадкам, позволяет рассчитать и отобразить на карте пожарный индекс. Высокое значение данного индекса указывает на пожароопасные участки, на которых с большой вероятностью могут возникнуть лесные пожары.
- Наличие данных о тепловых аномалиях, ветровой обстановки и модели распространения лесных пожаров позволяет спрогнозировать зону пожара на несколько суток вперед и заранее определить объекты с высокой степенью риска (рис. 2). Причем такой прогноз может быть выполнен как пользователем в интерактивном режиме, так и системой в фоновом режиме сразу после очередного обновления данных. Использование данных о ветровой обстановке также обеспечивает грамотное решение задач, связанных с моделированием химических и радиоактивных аварий.
- Аналогично на основе данных об изменении уровней воды на гидропостах и с использованием модели затопления территории можно определить зоны подтопления и, как следствие, объекты в зоне затопления.
- Информация о приближении уровней контрольно-измерительных приборов к критическим значениям и модели техногенных ЧС позволяют спрогнозировать наиболее опасное развитие ситуации (взрывы, пожары, разливы и т. п.) и рассчитать объем сил и средств для ее локализации и ликвидации.

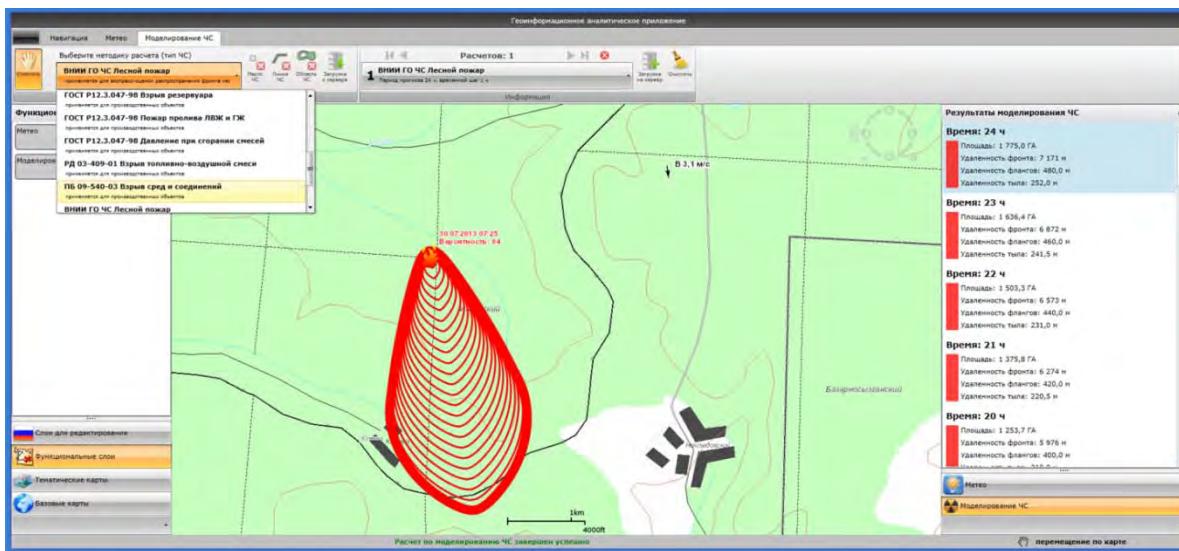


Рис. 2 – Прогнозирование распространения лесного пожара с использованием оперативных данных о метеообстановке и тепловых аномалиях

Практический опыт в создании систем мониторинга и прогнозирования ЧС при совместном использовании картографических сервисов и инструментов/сервисов геообработки указывает на новые направления, среди которых можно выделить:

- Развитие моделей прогнозирования явлений по уже известной зоне ЧС (а не непосредственно от источников). Такая ситуация встречается достаточно часто, например, источник разлива нефти прекратил истечение, а съемка фиксирует уже дрейфующее пятно.
- Грамотное комбинирование средств сбора данных и инструментов анализа, при котором полученных данных достаточно для проведения анализа, а результаты анализа указывают на ареалы, требующие более детального наблюдения.
- Применение новых алгоритмов дешифрирования данных дистанционного зондирования на основе результатов моделирования (при наличии высокой степени доверия к модели расчета).
- Разделение средств анализа ситуаций на экспресс-оценку и детализированный расчет. Первые могут быть встроены в веб-приложения и доступны большому числу непрофессиональных пользователей. Вторые используются экспертами в составе настольных продуктов с возможностью экспорта результатов на геопортал.

Сегодня мы становимся свидетелями появление новых стандартов и технологий в мониторинге распределенных гетерогенных объектов, качественно повышающих уровень и сложность решаемых задач для мониторинга и прогнозирования ЧС. Как уже отмечалось, развитие сенсорных сетей в России еще не получило должного распространения. При реализации проектов нам гораздо проще и удобнее было использовать западный ресурс, чем отечественный. Однако мы надеемся, что ситуация изменится и готовы содействовать в развитии этого направления в инициативном порядке и на коммерческих условиях.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ IRP RMS (ROXAR) ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН И ХАРАКТЕРА НАРУШЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН

В. Г. Мухаметшин, В. П. Ситников, А. В. Козлов

ОАО «НижневартовскНИПИнефть», ОАО «ТНК-Нижневартовск»

Проблема негерметичности эксплуатационной колонны добывающих и нагнетательных скважин на нефтяных месторождениях Западно-Сибирского региона, в частности Самотлорского месторождения, с каждым годом приобретает все большую актуальность, поскольку нарушения герметичности колонн ведут к росту обводненности добываемой продукции, вследствие которого эксплуатация скважины становится нерентабельной. Более того, скважины становятся потенциальными источниками загрязнения вышележащих горизонтов с пресными водами.

Коррозионная среда, неудовлетворительное качество применяемых металлов труб и цементов (в том числе качество закрепления муфтовых соединений ЭК), напряжения, вызванные разницей внутристкважинного и пластового давлений, наличие интервалов интенсивного набора кривизны и прочие геолого-технологические факторы укорачивают срок службы обсадных колонн (ОК) и являются основными причинами нарушения герметичности.

Основываясь на выше причисленных факторах, авторы данной статьи разделили работу на три этапа:

I этап – Анализ отказов скважин по причине негерметичности ЭК.

II этап – Коррозионное обследование ЭК, оценка коррозионного состояния.

III этап – Разработка технологии защиты ЭК.

На первом этапе по Самотлорскому месторождению в пределах деятельности ОАО «ТНК-Нижневартовск» был собран и проанализирован весь материал по скважинам, характеризующимся нарушениями герметичности ЭК. Всего было проанализировано 1203 заключения (файлов) по определению технического состояния ЭК, из которых 637 соответствовали поставленной задаче (по 467 скважинам), что и составило основу дальнейшей работы.

Далее основной объем работ был связан с определением механизмов воздействия на конкретные 467 скважин, приведших к нарушению герметичности ЭК. На основе многофакторного анализа были выделены четыре основные группы:

I группа – Геологические факторы, влияющие главным образом с внешней стороны ЭК:

- пласти с агрессивными гидрогеологическими условиями (по площади и разрезу);
- литологический состав горных пород, наличие разломов и кавернозности;
- влияние температуры, давления горных пород и прочих факторов.

II группа – Технологические и технические факторы:

- влияние зенитного и азимутального углов ствола скважины;
- несоответствие геологическим условиям конструкций скважин, компоновок применяемых обсадных труб, технологий цементирования ОК, качество металла;
- влияние подвески УЭЦН на образование негерметичности (электромагнитные поля, солеотложения и их удаление);
- история эксплуатации скважины (дата ввода, длительность эксплуатации при добыче в агрессивной среде, ГТМ, многочисленные спускоподъемные операции при ремонтных и аварийных работах в интервале негерметичности).

III группа – Геохимические факторы:

- физико-химический состав пластовых вод в пределах исследуемой площади;
- физико-химический состав вод для заводнения и агрессивных жидкостей для интенсификации добычи нефти, их коррозийная агрессивность.

IV группа – Субъективные факторы:

- опыт и квалификация исполнителей: нарушение организации процесса спуска ОК, применение некачественных труб, недовинчивание резьбовых соединений и другие.

Геологические факторы. С целью выяснения воздействия на внешнюю часть ЭК (со стороны пластов Самотлорского месторождения) была произведена привязка всех интервалов негерметичности к пластам по глубинам в абсолютных отметках. С помощью программного комплекса ROXAR была проведена первичная визуальная оценка траекторий стволов скважин и местоположений негерметичности ЭК в пределах разреза месторождения (рис. 1).

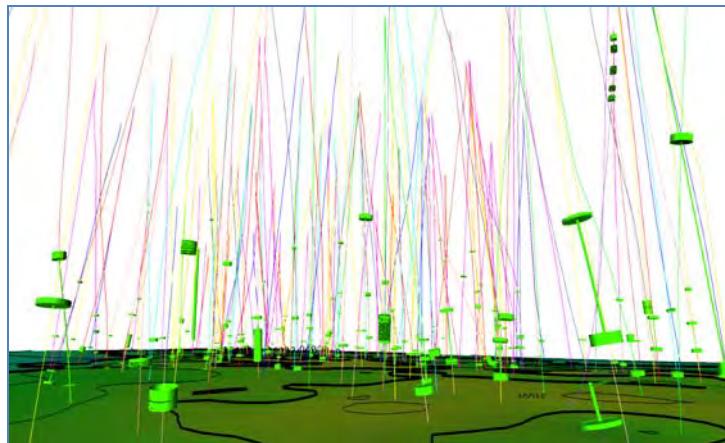


Рис. 1 – Расположение интервалов негерметичности ЭК относительно кровли пласта AB1(3)

Распределение интервалов негерметичности показало, что максимальная концентрация – 75,2 % (479 интервалов) негерметичности ЭК была расположена в интервале от минус 1300 до минус 1700 м (абс. отметка), что соответствует пластам Покурской свиты.

Для полноценного анализа расположение негерметичностей в пределах мощного водоносного комплекса, которым является Покурская свита (21 пласт различной мощности от 1,5 до 24 м водоносных коллекторов), возникла необходимость детальной привязки интервалов к стратиграфическому комплексу. Была собрана информация по разведочным скважинам и выполнена корреляция в 26 скважинах, равномерно расположенных в пределах деятельности ОАО «ТНК-Нижневартовск». Следующим шагом за основу трендовой поверхности была выбрана структурная карта кровли пласта AB1(3), которая участвовала в подсчете запасов Самотлорского месторождения и включала весь комплекс исследований проведенных на Самотлорском месторождении. В результате проведенных работ была построена геологическая модель Покурской свиты (рис. 2), позволившая увидеть распределение негерметичностей внутри Покурской свиты (см. табл. 1).

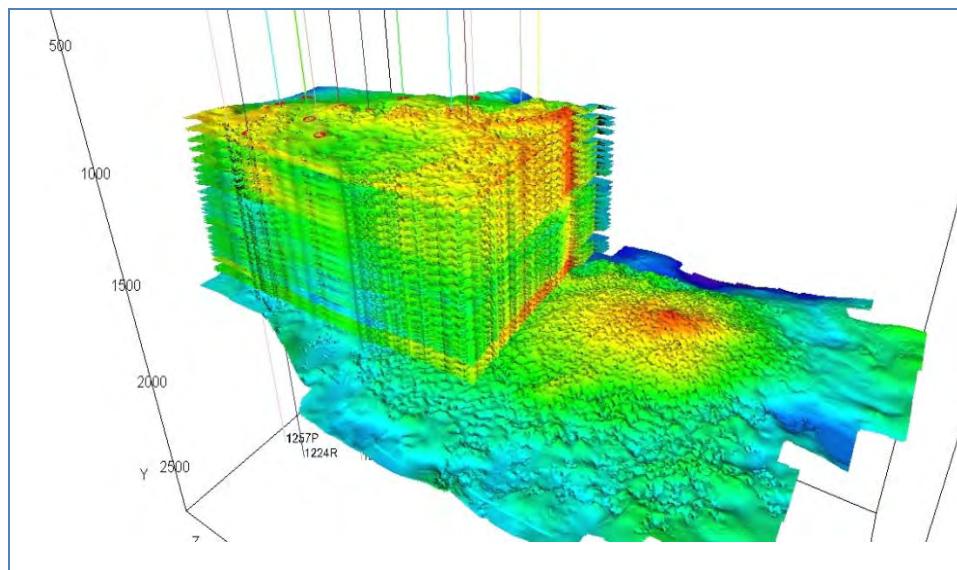


Рис. 2 – Геологическая модель Покурской свиты

Таблица 1 – Распределение интервалов негерметичности по структурному признаку в границах пластов ПК

Пласт	Количество скважин	Процентное соотношение
ПК1	3	0,6
ПК2	2	0,4
ПК3	6	1,3
ПК4	7	1,5
ПК5	7	1,5
ПК6	7	1,5
ПК7	4	0,8
ПК8	11	2,3
ПК9	13	2,7
ПК10	28	5,8
ПК11	10	2,1
ПК12	13	2,7
ПК13	18	3,8
ПК14	25	5,2

Для выявления возможных концентраций зон негерметичности по каждому пласту ПК, были построены карты (рис. 3).

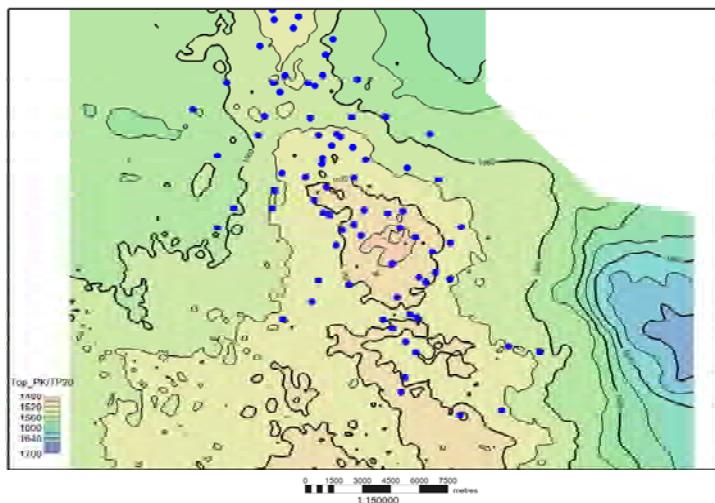


Рис. 3 – Фрагмент карты Покурской свиты

Авторами также была проверена взаимосвязь между количеством негерметичностей и объектами разработки в пределах деятельности ОАО «ТНК-Нижневартовск». По состоянию на 01.06.2012 г. основная доля эксплуатационного фонда скважин приходилась на объект АВ1 – 1441 единица (68 %), минимальная – на объект АВ4-5 – 13 скважин (0,6 %) (рис. 4). Анализ материалов показал, что соотношение количества негерметичных скважин всех объектов разработки находится в аналогичной пропорции, к эксплуатационному фонду скважин соответствующих объектов (рис. 4, 5).

В результате изучения «Геологического фактора» было установлено, что максимальная концентрация 75,2 % (479 интервалов) негерметичности эксплуатационной колонны были выявлены в интервале 1300–1700 м по пластам Покурской свиты, основные зоны негерметичности приходятся на нижние пласти ПК18-ПК21 (52,1 %). Закономерность в распределении негерметичности колонн, принадлежащих какому-либо одному из пластов ПК по площади, не выявлена и соотношение количества негерметичных скважин по объектам пропорционально количеству эксплуатационного фонда.

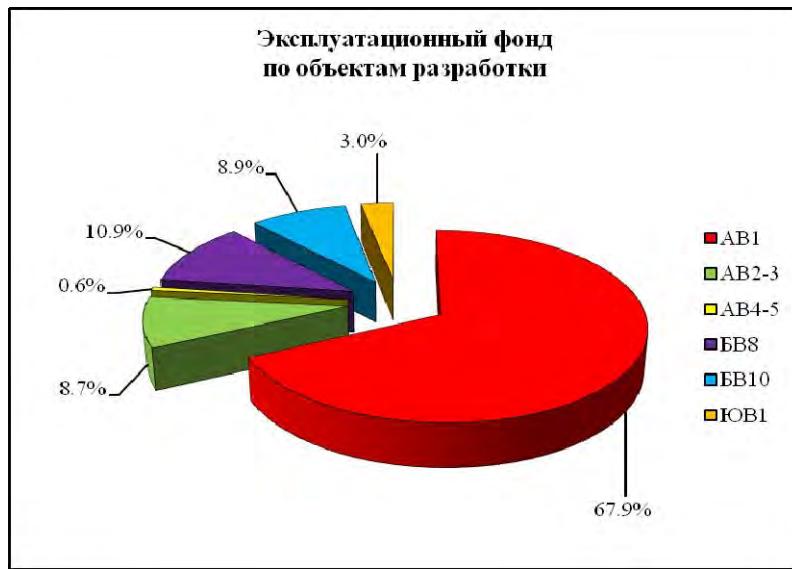


Рис. 4 – Эксплуатационный фонд скважин по объектам разработки

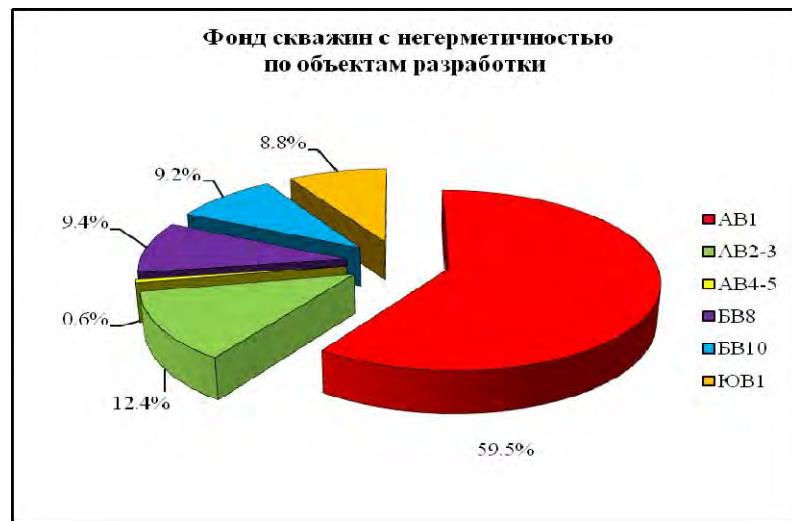


Рис. 5 – Фонд негерметичных скважин по объектам разработки

Технологические и технические факторы. В первую очередь, были оценены качество бурения и строительство скважин. Типовая конструкция скважин на Самотлорском месторождении состоит из направления диаметром 324 мм, кондуктора диаметром 245 мм толщиной стенки 8 мм и эксплуатационной колонны диаметром 146 мм толщиной стенки 7 мм до продуктивной части разреза и 8 мм в интервале пластов. При цементировании колонны не всегда выдержаны плотность и высота подъема цементного раствора. В целом качество цементирования скважин удовлетворительное.

В приделах конструкции скважин большая часть интервалов негерметичностей приходится на ЭК с толщиной стенки 7 мм, что, по всей видимости, и предопределило место для возникновения негерметичности «Где тонко там и рвется».

Продолжая изучение конструкции скважин авторы остановились на одним из важнейших факторов, определяющих траекторию ЭК – величину кривизны скважины. Которая может приводить к контакту обсадной колонны и спускаемого оборудования в скважину, что в свою очередь будет влиять на образование негерметичности в процессе эксплуатации.

Было рассмотрено 236 интервалов негерметичности, по каждой скважине была оценена инклинометрия: определены углы искривления на глубине кровли и подошвы интервала негерметичности, а также углы наклона на 500 м выше интервала негерметичности и на 200 м ниже интервала негерметичности, определен максимальный угол наклона и его глубина, а также максимальный набор кривизны на 10 м интервала глубин в интервале негерметичности.

Все интервалы были разделены на 4 группы по углам наклона в интервале негерметичности: до 10 градусов, от 10 до 20 градусов, от 20 до 30 градусов и больше 30 градусов (рис. 6).

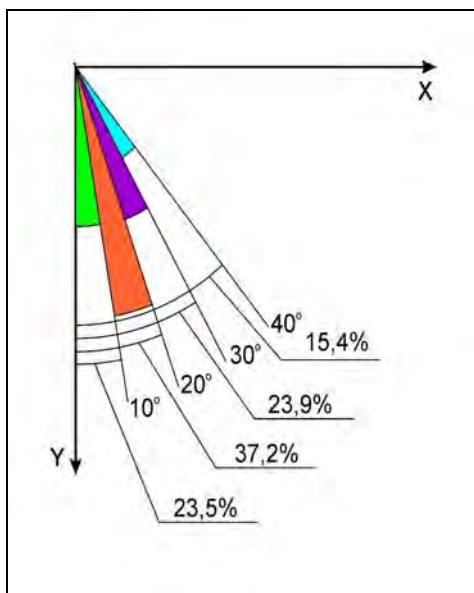


Рис. 6 – Влияние зенитного угла

Анализ распределения интервалов негерметичности в зависимости от угла наклона скважин показал, что явного преимущества какого-либо из углов не наблюдается.

Продолжив оценку влияния углов наклона, было принято решение строить трехмерные проекции стволов скважин в интервалах негерметичности с помощью программного комплекса ROXAR. На рис. 7 приведен пример проекций по скважине № 16547, наглядно демонстрируется место возможного контакта колонн и оборудования спускаемого в скважину в виде прямолинейных траекторий (прямоугольник – интервал негерметичности).

В результате из 180 рассмотренных скважин причинами негерметичности ЭК 49 % случаев, вероятно, является влияние зенитного угла (участки с явно выраженным касанием стволов скважин и прямолинейных траекторий в районе интервала негерметичности ЭК), 6 % – влияние азимутального угла, 45 % – другие причины.

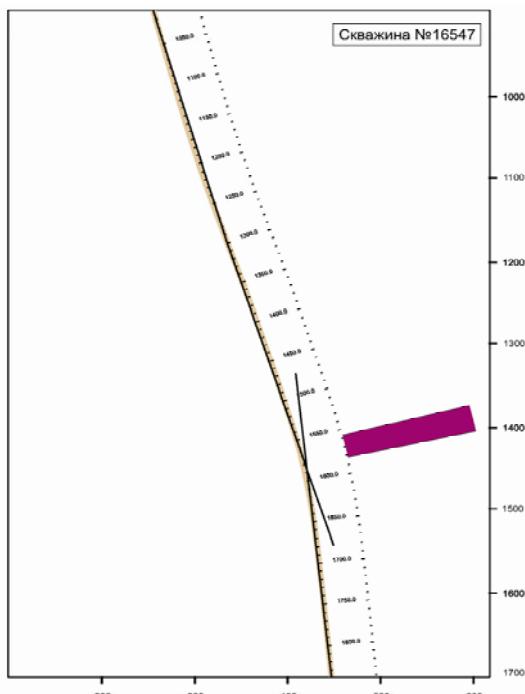


Рис. 7 – Влияние зенитного угла в скважине № 16547

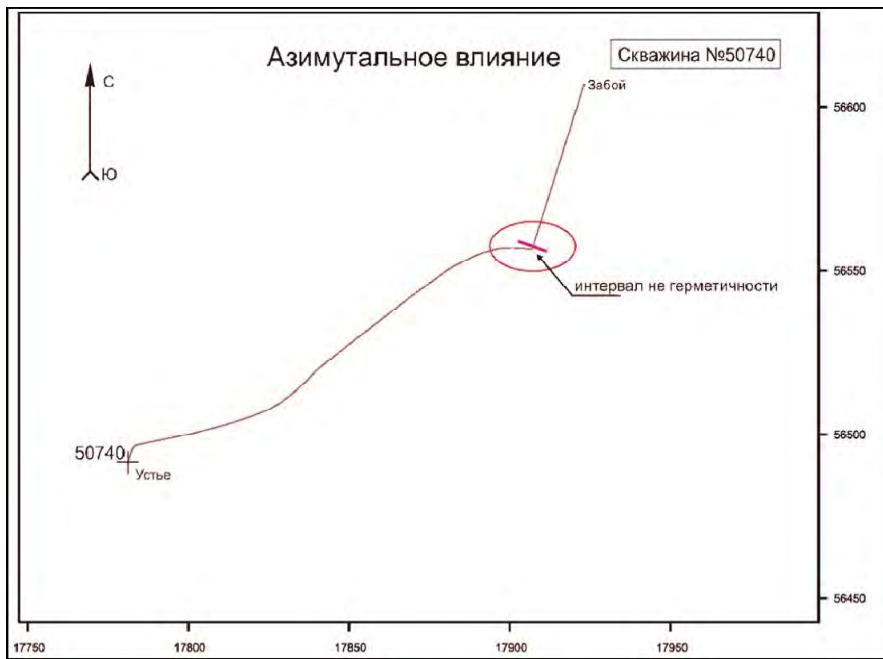


Рис. 8 – Влияние азимутального угла в скважине № 50740

Следующим технологическим фактором воздействия на ЭК была оценка влияния насосного оборудования. Большая часть скважин с негерметичными ЭК эксплуатировалась установками ЭЦН, глубины подвески оборудования находятся в интервалах с высокой концентрацией негерметичности ЭК. В связи с этим было предположено, что одним из важных факторов, влияющих на образование негерметичности ЭК, является воздействие установки ЭЦН.

Под механизмом влияния установки ЭЦН подразумевается:

1. Вибрация ПЭД, нарушающая целостность цементного камня.
2. Влияние температуры в интервале работы ПЭД (нагрев двигателя) на скорость коррозии.
3. Влияние электромагнитных полей на скорость коррозии.
4. Отложение солей в районе ПЭД, изменение термобарических параметров.

Для определения влияния работы погружного оборудования оценивались 229 интервалов негерметичности в 183 скважинах. Границные значения расположения глубины подвески погружного оборудования были приняты в интервале 50 м выше и 50 метров ниже интервала негерметичности колонны при продолжительности работы не менее 3-х лет в данном интервале (см. рис. 9).



Рис. 9 – История работы подземного оборудования скважины № 8042

Такой подход предполагает, что в данном диапазоне оказывает влияние один или совокупность механизмов описанных выше, которые приводят к протеканию коррозионным процессов.

В результате анализа 229 интервалов каждый третий интервал (33,5 %) попадал в границы рассматриваемого диапазона (рис. 10), что дает основание для подтверждения влияния глубинно-насосного оборудования на образование негерметичности эксплуатационной колонны. При этом соотношение установок ШГН и ЭЦН равно 1:15, то есть преобладает абсолютное большинство насосов ЭЦН.

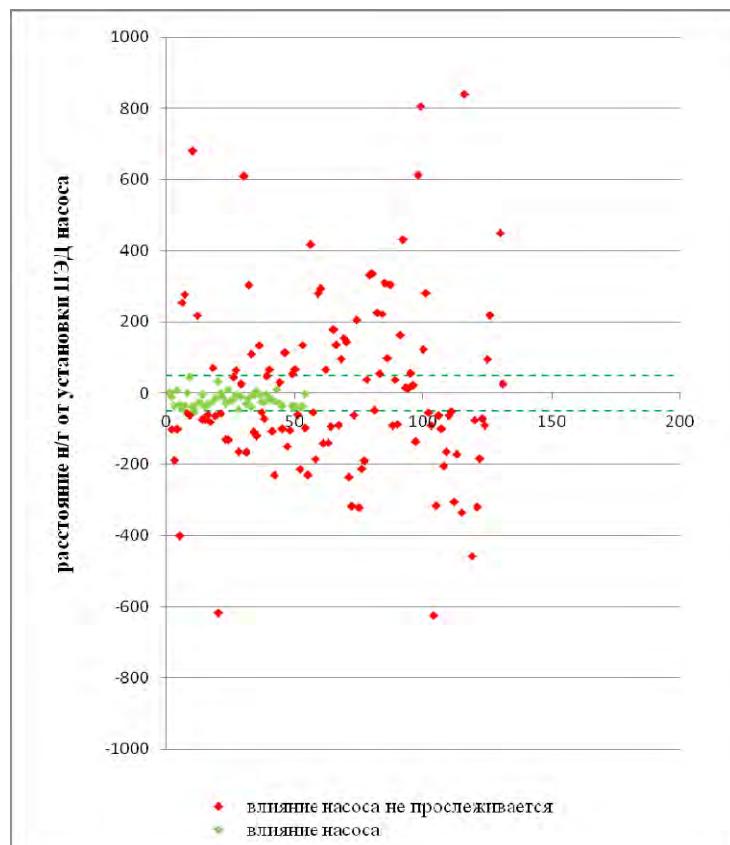


Рис. 10 – Влияние подвески насоса на негерметичность эксплуатационной колонны

Для оценки влияния технологической нагрузки (история эксплуатации скважины) на ЭК использованы данные по 170 скважинам, в которых учитывалось количество проведенных операций КРС+ПРС. В период с 1980 г. по 2003 г. использовалась информация из дел скважин, с 2004 по 2011 гг. Провести полную оценку техногенной нагрузки полностью не удалось ввиду того, что данные электронной базы и дел скважин значительно разнятся (информация о проведенных мероприятиях не соответствует действительности).

Во **втором этапе** работы были исследованы коррозионные механизмы, приводящие к появлению негерметичностей в скважинах Самотлорского месторождения в пределах деятельности ОАО «ТНК-Нижневартовск». Главной задачей стоящей перед авторами было дать ответ о направлении развития коррозионных процессов – снаружи или изнутри ЭК.

Как было сказано выше, большая часть негерметичностей наблюдается на глубине, представленной пластами ПК, поэтому основные работы по изучению были проведены в этом коридоре глубин. Первоначально были отобраны глубинные пробы и исследован состав пластовой воды, с глубины 1700–1787 м (ПК-20). По классификации Сулина они относятся к водам хлоридно-кальциевого типа, имеют значение pH, близкое к нейтральному (6,5–7,0), наблюдается высокое содержание растворенного CO₂ (114–132 мг/л), сероводород не обнаружен. Эти исследования согласовывались с другими пробами пластовой воды отобранный недропользователям в процессе разработки месторождения.

Поскольку ЭК имеют постоянный контакт с нефтепромысловыми средами, наиболее важными практическими вопросами в данной области являются вопросы установления фактической скорости коррозии металла.

Для решения поставленных вопросов были применены методы диагностики – магнитная интроскопия и гамма-дефектоскопия совместно с акустическим телевизором. По данным замеров толщины стенок ЭК на 4-х скважинах методом магнитной интроскопии, где наблюдалось появление негерметичностей, скорость локальной коррозии составила 0,26–0,37 мм/год, что близко к расчетному значению усредненной скорости коррозии (0,41 мм/год), полученной по результатам анализа работы 135 скважин с различным сроком эксплуатации.

Исходя из стандартной толщины стенки эксплуатационной колонны в 7 мм, с учетом скорости разрушения 0,3–0,4 мм/год, наиболее вероятно появление первых коррозионных отказов на скважинах через 17–23 года. Большой срок эксплуатации до первого отказа (27–35 лет) на ряде скважин объясняется низким процентом обводненности продукции на начальном этапе их работы.

Для определения направления развития коррозии были использованы такие приборы как скважинный гамма дефектоскоп-толщиномер (СГДТ) и скважинный акустический телевизор (САТ). Первый из них определяет потерю толщины стенки, второй – направление потерь. По результатам сканирования эксплуатационных колонн на 2-х скважинах было установлено существенное уменьшение толщины стенки на определенных интервалах, при этом прибор САТ показал, что на обеих скважинах имеет место эллипсность внутреннего диаметра эксплуатационных колонн. Это однозначно говорит о протекании процессов механического износа и коррозии на внутренней поверхности ЭК.

Для подтверждения результатов сканирования скважин физическими методами на одной из них была произведена вырезка металла из тела эксплуатационной колонны с глубины 1700 м. Виды поверхности фрагмента металла эксплуатационной колонны представлены на рис. 11.

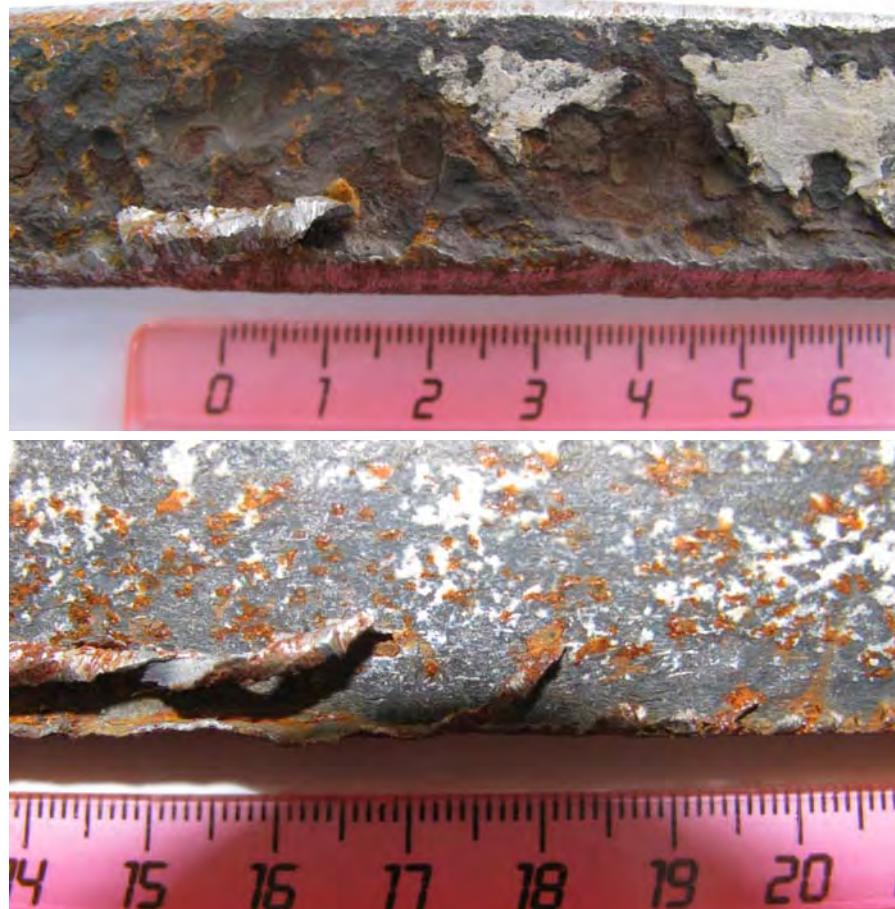


Рис. 11. Вид внутренней поверхности (а) и наружной поверхности (б) фрагмента металла эксплуатационной колонны после 17 лет работы

Исходя из визуального осмотра поверхности металла, вырезанного из эксплуатационной колонны можно заключить, что коррозионный процесс локализуется на внутренней поверхности колонны.

Случаи появления негерметичностей на участках как выше так и ниже мест расположения насосной установки обусловлены в первую очередь, кривизной скважин и появлением «узких» мест, в которых при проведении спуско-подъемных операций оборудования возникают значительные усилия, приводящие к механическому износу поверхности ЭК. Последующий контакт металла в местах износа с пластовой водой приводит к появлению очагов коррозии вследствие протекания электрохимической коррозии в узких щелях, образуемых частями УЭЦН и колонной, в которых устанавливается более отрицательный потенциал по сравнению с открытой поверхностью.

Таким образом, появление негерметичностей в стенах ЭК является следствием протекания электрохимической и фреттинг-коррозии в щелевых зонах, образуемых частями УЭЦН и колонной, механического износа и электрохимической коррозии в местах кривизны скважин вне зоны подвески УЭЦН.

На **третьем этапе** с целью выбора наиболее эффективного реагента для предупреждения негерметичности эксплуатационных колонн, связанной с процессами солеотложения и коррозии в условиях Самотлорского месторождения были проведены лабораторные испытания реагентов.

Определение эффективности защитного действия используемых реагентов в качестве ингибиторов солеотложения проводили в соответствии с РД 39-0148070-026ВНИИ-86. Исследования эффективности ингибиторов комплексного действия проводились первоначально в жестких условиях по методике NACE-Test TM 0374-2007, а именно, в условиях пересыщенного по карбонату кальция раствора при 70⁰С при различных дозировках.

Максимальную эффективность показали реагенты Ипроден К-2 м. Б., ФЛЭК 705, Акватек 515Н, ЕС 1519 А и Scortron EGP 3001 W (табл. 2). Эффективность данных ингибиторов на воде пласта AB1(1-2) Самотлорского месторождения выше 90 % даже при минимальной концентрации ингибитора 5 г/т.

При тестировании ингибиторов комплексного действия проводится определение параметров, характеризующих противокоррозионные свойства ингибиторов в условиях их применения для защиты подземного оборудования скважин. В качестве основного параметра оценки применяются показатели защитного действия (эффективности) ингибиторов, определяемых на модели пластовой воды. В качестве водной фазы при проведении лабораторного тестирования реагентов использовались углекислотная модель пластовой воды ТНК-Нижневартовск пласта AB1(1-2).

Защитное действие (защитный эффект) ингибиторов комплексного действия определяли методом поляризационного сопротивления. Замеры скорости коррозии производились на коррозионной станции ACM (Великобритания). Использовали рабочие электроды компании «Рорбак Козаско» из стали AISI 1018 (Ст. 20).

В процессе экспериментов в ячейки постоянно подавали СО₂, парциальное давление газа – 0,9 атм. Температура проведения опытов – 70⁰С. Время проведения одного опыта – до 8 часов.

Данные по защитному эффекту ингибиторов комплексного действия в углекислотной модели пластовой воды представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Эффективность ингибиторов комплексного действия от коррозии и солеотложения при T = 70⁰С и дозировке 20 г/т

№	Марка ингибитора	Защитный эффект от коррозии (вода AB1_2), %	Защитный эффект от солеотложения (вода NACE), %
1	Акватек 515Н	98,4	58,9
2	Sedics 2107	60,3	14,3
3	Ипроден К-2 марка Б	18,9	73,2
4	ЕС 1519А	97,9	44,6

5	EC 1530A	97,9	14,3
6	Сонкор 9925М вар.1	12,0	16,1
7	Сонкор 9925М вар.2	46,1	14,3
8	Scortron EGP 3001 W	92,9	41,1
9	Флэк 705	24,1	59,8
10	Юнитек Обр. 1	67,3	4,6
11	Юнитек Обр. 2	95,8	7,4

При дозировке 20 мг/л у ингибиторов Scotron 3001W, EC 1519A, EC 1530A, Акватек 515Н, Юнитек образец №2 (5 ингибиторов) защитное действие от коррозии выше 90 %.

Таким образом, на основании лабораторных исследований установлено, что наиболее эффективными по отношению к процессу коррозии и солеотложения для условий пласта АВ1(1-2) Самотлорского м/я, является реагенты комплексного действия: Акватек 515Н (ООО НПО «Акватек»), EC 1519A («Nalco») и Scortron EGP 3001 W («Champion Technologies»).

Данные реагенты рекомендуются к ОПИ для предупреждения негерметичности эксплуатационных колонн на Самотлорском месторождении.

Выходы. Исходя из вышеприведенного анализа, можно сделать вывод о том, что основным фактором, приводящим к негерметичности ЭК Самотлорского месторождения, явилось воздействие оборудования, опускаемого в скважину, которое на изгиба колонны контактирует друг с другом. Этот фактор авторы смогли рассмотреть только с помощью модуля IRP RMS (ROXAR).

В целом, для предупреждения дальнейшего выбытия скважин из добывающего фонда по причине негерметичности эксплуатационной колонны была рекомендована организация мониторинга действующих скважин и учет результатов работ при бурении новых скважин.

Для нового фонда скважин рекомендовано осуществлять процесс бурения преимущественно с пологими траекториями, исключая пересечения прямолинейных траекторий и эксплуатационных колонн ниже глубин 1000 м. Для случаев бурения скважин в зонах со значительными запасами рекомендовано предусмотреть спуск колонны диаметром 168 мм. В интервалах максимальной кривизны, а, следовательно, и максимального износа, рекомендуется применять стали высокой прочности марки «Е» или «К», это позволит снизить воздействие на колонну бурового, фрезерного и эксплуатационного оборудования при проведении спуско-подъемных операций.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ГОСТ Р 53713-2009. Месторождения нефтяные и газонефтяные. Правила разработки.
2. РД 39-0148070-270-88Р. «Технология удаления и предотвращения образования парафиноотложений в нефтепромысловом оборудовании».
3. РД 39-01488070-026ВНИИ-86. «Технология оптимального применения ингибиторов солеотложения».
4. Закон РФ «О недрах» и другие действующие нормативные документы, входящие в «Перечень нормативных правовых документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору» П-01-01-2005г. Приказ Ростехнадзора от 23.03.2005 г. № 173.
5. Закон РСФСР №7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей природной среды».
6. РД 39-001447001-767-2000. Инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин.
7. ПБ 08-624-03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности М., 2003 г.
8. Отчет по разработке и созданию каталога физико-химических свойств и состава попутно-добыываемой воды с объектов ОАО «ТНК-Нижневартовск».
9. Уточненный проект разработки Самотлорского месторождения 2005 г.
10. Заключения ГИС ОТСЭК по результатам исследования скважин Самотлорского месторождения.
11. Дела скважин Самотлорского месторождения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ФАЗ И СЕЗОНОВ ГОДОВОГО ЦИКЛА

Р. С. Неприятель¹, К. В. Марусин²

¹ ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет

² Институт водных и экологических проблем СО РАН

К настоящему времени ГИС-технологии предлагают достаточно широкий спектр возможностей для обработки и представления результатов научной деятельности. Более того, сами геоинформационные системы предстают в качестве инструмента получения нового знания.

Освоение природных ресурсов Севера России привлекает внимание многих исследователей к особенностям природы этих районов. Их положение в высоких широтах определяет динамичность природных процессов и уязвимость тундровых, арктических и субарктических ландшафтов. В условиях меняющихся природных процессов и усиления антропогенного давления на геосистемы повышается актуальность прогнозных оценок пространственно-временной структуры ландшафтов районов Севера. При этом остро стоит проблема параметризации долгосрочных прогнозов. В связи с этим особенно актуальными стали исследования сезонной ритмики Природы. И здесь существует множество методов исследования, среди которых следует отметить метод определения *структурой фаз и сезонов годового цикла*, представленный в работе Н. В. Рутковской «Климатическая характеристика сезонов года Томской области» [Рутковская, 1979]. В ней под *сезонной структурой годового цикла* понимается количество сезонов, из которых состоит год, их начало, конец и продолжительность, а под *структурой сезона* понимается количество фаз, входящих в сезон, их начало, конец и продолжительность, т. е. годовой цикл подразделяется на сезоны, а сами сезоны на фазы.

Особенности метода определения фаз годового цикла на основе среднесуточной температуры воздуха (T) представлены в таблице.

Таблица – Критерии выделения фаз сезонов года по среднесуточной температуре воздуха

Диапазоны средних температур	Название фазы/периода
$T < -18$	Значительно-морозная зима (конец)
$-18 \leq T < -3$	Предвесенье
$-3 \leq T < 0$	Снеготаяние
$0 \leq T < 5$	Послезимье
$5 \leq T < 10$	Предлетье
$10 \leq T < 15$	Умеренно-прохладное лето
$15 \leq T$	Умеренно-тёплое лето
$10 \leq T < 15$	Спад лета
$5 \leq T < 10$	Становление осени
$0 \leq T < 5$	Поздняя осень
$-3 \leq T < 0$	Предзимье
$-18 \leq T < -3$	Умеренно-морозная зима
$T < -18$	Значительно-морозная зима (начало)

Исходя из этого, нами был разработан следующий метод выделения фаз и сезонов годового цикла и способ их визуализации в среде ГИС.

В соответствии с методом Н. В. Рутковской в годовом ходе средних температур выделяется несколько диапазонов температур, в данном случае средних суточных, но названия указанных выше периодов могут лишь условно носить название фаз и сезонов. Более точное название – периоды.

Особенность состоит в том, что мы имеем дело с автоматической обработкой данных специально созданной для этого программой, созданной в среде Microsoft Visual FoxPro. В отличие от определения границы фазы при устойчивом переходе средней температуры воздуха через определённый рубеж, алгоритм работы нашей специальной программы следующий:

1. На основе данных о средней суточной температуре воздуха происходит их группировка, соответственно диапазону, представленному выше в таблице. Причём, для первого полугодия внутри каждого диапазона отмечается средняя температура воздуха вплоть до дня с максимальной средней температурой воздуха для этого диапазона. Для второго полугодия внутри каждого диапазона отмечается средняя температура воздуха, начиная после дня с максимальной температурой воздуха для этого диапазона. Особняком выступает диапазон $15 \leq T$ – в него попадают все дни, в которые средняя температура воздуха превышала $+15^{\circ}\text{C}$, вплоть до дня с максимальной средней температурой воздуха за весь календарный год.

2. В соответствии с представленной выше таблицей, каждому диапазону присваивается свой код. Таким образом, каждый код представляет собой сумму дней года или процентов от года, в которые средняя температура воздуха лежала в том или ином диапазоне температур.

3. Затем данные экспортятся в виде двух таблиц (общая и ритмика) в формате dBase. Причём экспорт может производиться как для календарного года в целом, так и для холодно-снежной части года, путём объединения двух соседних лет (зим).

4. Далее в программе ArcView 3.2 на основе экспортов таблиц с помощью специального скрипта для визуализации результатов строятся цветовые линейки. Каждая линейка – отдельный год или объединение двух соседних лет (зим) в случае построения линейки холодно-снежной части года. Внутри каждой линейки подразделяется на соответствующее количество отрезков, показывающих продолжительность каждого периода/фазы. Также помимо периодов выделяется и т.н. вегетационная часть годового цикла. Эта часть года представляет собой сумму дней, в которые средняя температура воздуха поднималась выше 0°C .

5. Параллельно с построением периодов идёт построение отрезков, отображающих дни, в которые отмечалось выпадение осадков выше 10 мм [Неприятель, Марусин, 2012].

Каким образом происходит визуализация структурных единиц годового цикла, построенных на основе табличных данных, представляющих собой среднюю суточную температуру воздуха и количество осадков, представлено на рис.1 и 2.

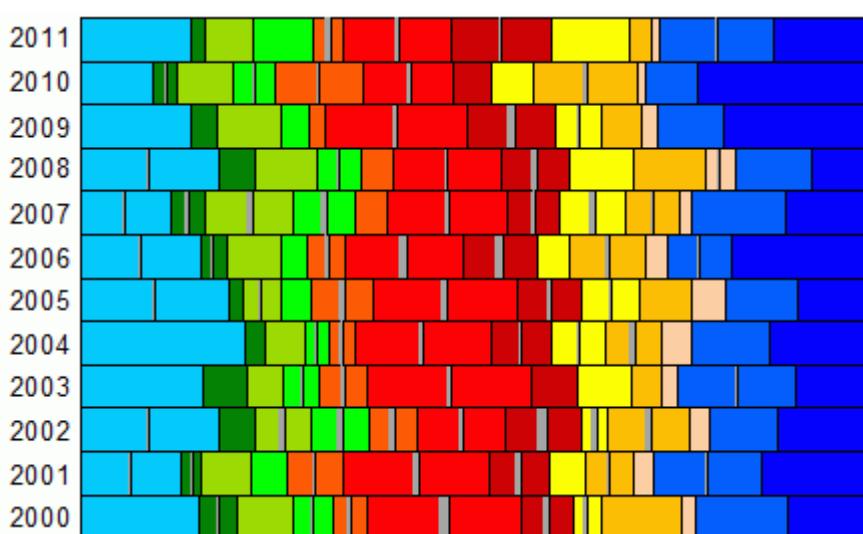


Рис. 1 – Визуализация структурных единиц годового цикла с осадками по данным метеостанции Ханты-Мансийск

Последовательность фаз (слева направо): послезимье, предлетье, умеренно-прохладное лето, умеренно-тёплое лето, спад лета, становление осени, поздняя осень; серые полоски – сумма дней с осадками за соответствующий период/фазу

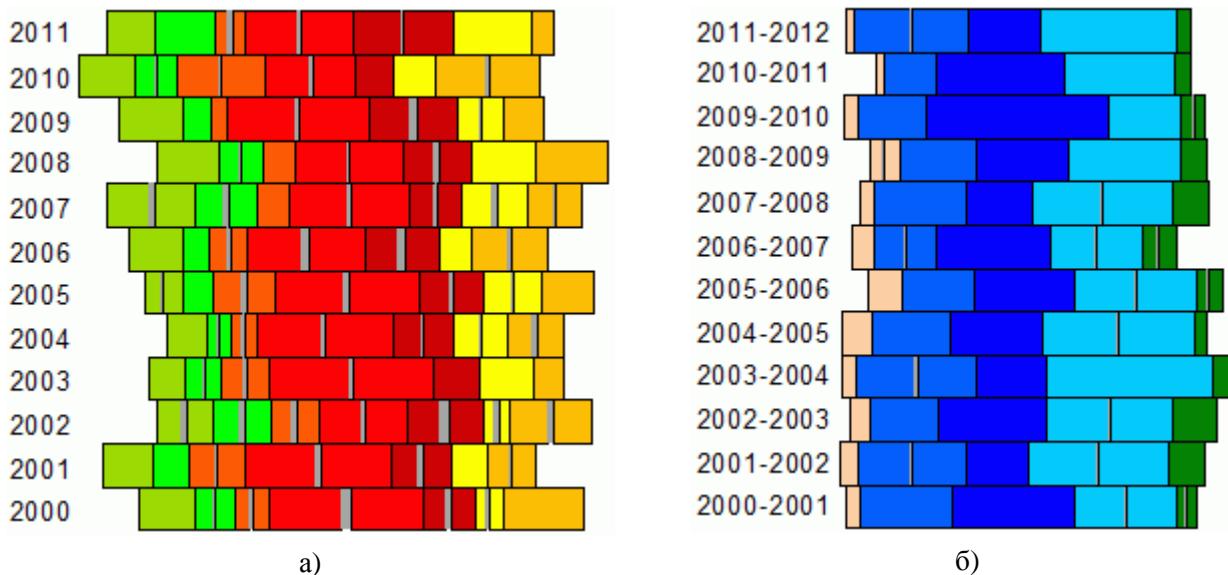


Рис. 2 – Визуализация структурных единиц годового цикла с осадками по данным метеостанции Ханты-Мансийск

а) «вегетационная» часть годового цикла (последовательность фаз (слева направо):
послезимье, предлетье, умеренно-прохладное лето, умеренно-тёплое лето,
спад лета, становление осени, поздняя осень);

б) «холодно-снежная» часть годового цикла (объединение двух соседних годов (зим)).
последовательность фаз (слева направо):

предзимье, умеренно-морозная зима, значительно-морозная зима, предвесенне, снеготаяние

Как видим, уже сама визуализация структурных единиц годового цикла позволяет сделать выводы о некотором ритмическом характере природных процессов на рассматриваемой территории. И в данном случае ГИС выступает в качестве незаменимого звена.

Сами же полученные данные в дальнейшем могут быть использованы для прогнозирования изменений климата и геоэкологического мониторинга различных территорий.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Рутковская, Н. В. Климатическая характеристика сезонов года Томской области [Текст] / Н. В. Рутковская. – Томск : Изд-во ТГУ, 1979. – 116 с.
2. Барышникова, О. Н. Временная структура сезонов годового цикла приокеанических районов Севера России [Текст] / О. Н. Барышникова, Р. С. Неприятель // Известия АлтГУ. Сб. научн. статей. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2011. – № 3/2(71). – С. 95–99.
3. Неприятель, Р. С. Методы определения структуру климатический сезонов годового цикла [Текст] / Р. С. Неприятель, К. В. Марусин // Известия АлтГУ. Сб. научн. статей. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2012. – № 3/2(75). – С. 100–104.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗД МОДЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ WEB-БРАУЗЕРАХ, БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Е. И. Сафонов

АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»

Введение

Как известно, развитие трехмерных технологий в современном мире идет большими шагами. Развитие связано не только с развитием самих технологий, но и с увеличением в мире информации, объемы которой растут достаточно быстро. Такие объемы уже не укладываются в «плоский» формат 2D и выходят на уровень 3D. И 3D инновационные информационные технологии внедряются в массовое потребление.

У некоторых компаний встаёт вопрос о привлечении новых клиентов/потребителей. Порой клиенты отказываются от той или иной услуги или товара, потому что не могут представить, как будет выглядеть то, что они собираются приобрести. Человеку необходима наглядность.

Для решения этой проблемы предлагается использовать технологии визуализации 3D моделей в современных веб-браузерах без использования дополнительного программного обеспечения.

Библиотека WEBGL

WebGL (Web-based Graphics Library) – программная библиотека для языка программирования JavaScript, позволяющая создавать на JavaScript интерактивную 3D-графику, функционирующую в широком спектре совместимых с ней веб-браузерах. За счёт использования низкоуровневых средств поддержки OpenGL, часть кода на WebGL может выполняться непосредственно на видеокартах. Проект по созданию библиотеки управляет некоммерческой организацией Khronos Group.

Принципы

Библиотека построена на основе OpenGL ES 2.0 и обеспечивает API для 3D-графики, использует HTML5-элемент canvas, также оперирует с DOM (Document Object Model – «объектная модель документа»). Автоматическое управление памятью предоставляется языком JavaScript.

Поддержка браузеров

- Mozilla Firefox – WebGL был включён во все платформы, у которых есть нужная графическая карта с актуальными драйверами, начиная с версии 4.0.
- Google Chrome – WebGL включён по умолчанию во все версии начиная с 9.
- Safari – поддерживает WebGL, но поддержка отключена по умолчанию.
- Opera – WebGL реализован в версии Opera 12.00, но отключена по умолчанию.
- Internet Explorer – Microsoft не заявляла об официальной поддержке WebGL, независимыми разработчиками выпущены плагины Chrome Frame и IEWebGL, предусматривающие опции, необходимые для поддержки WebGL в Internet Explorer. Полноценная поддержка WebGL появится в IE 11.

Поддержка мобильных браузеров

- Maemo 5 – официально функционирует в стандартном браузере Maemo 5 с выходом Maemo 5 PR1.2 в мае 2011 года.
- Nokia N900 – WebGL доступен во встроенном браузере microB начиная с версии прошивки PR1.2.

- BlackBerry PlayBook – WebGL доступен посредством WebWorks и браузера в PlayBook OS 2.0.
- Google Chrome – WebGL доступен для Android-устройств в бета-версиях начиная с января 2013.
- Firefox for mobile – WebGL доступен для Android устройств в бета-версиях с начала 2011.
- Sony Ericsson Xperia – многие устройства на базе Android имеют поддержку WebGL после обновления прошивки.
- Opera Mobile 12 final поддерживает WebGL (только на Android).

Рабочая группа

В состав рабочей группы, разрабатывающей стандарт, входят: Khronos Group, разработчики браузеров Apple Safari, Google Chrome, Mozilla Firefox и Opera, а также специалисты AMD и Nvidia.

JAVASCRIPT БИБЛИОТЕКА THREE.JS

Основные элементы, которые будут принимать участие в нашей постановке (обратите внимание, основные, но далеко не все – в three.js достаточно богатый выбор действий):

1) Сцена (THREE.Scene) Основной элемент. Именно на сцену мы будем добавлять все созданные нами объекты.

2) Камера (THREE.Camera) – Это наши «глаза» на импровизированной сцене событий.

3) Мэш (THREE.Mesh) Именно с помощью мэша составляются почти все объекты в three.js. Для работы с ним нам нужно определить геометрию и материал мэша.

Геометрия – это объекты, из которых составляется сцена (кубы, сферы, цилиндры, плоскости и прочее).

Материал – отвечает за поведение поверхностей объекта при наведении на них источников света.

Текстура – изображение, которое растягивается в соответствии с размерами мэша.

4) Система частиц – практически все эффекты в компьютерной графике, такие как огонь, дым, вода создаются при помощи системы частиц определённого цвета и манеры поведения.

5) Свет. К сцене можно (а иногда и нужно) применять свет, например, для получения теней от объектов. Существует три вида освещения:

5.1) THREE.AmbientLight – это освещение, которое затрагивает всю сцену. Оно не имеет направления и затрагивает каждый объект сцены в равной степени, независимо от расположения объекта. Соответственно, у этого света нет позиции на оси координат.

5.2) THREE.PointLight – освещение, исходящее из одной точки во всех направлениях. Думаю, сравнение с обычной лампочкой будет достаточно уместно.

5.3) THREE.DirectionalLight – свет, движущийся в определенном направлении (от заданной точки к началу координат). Солнечный свет, например, можно отнести именно к этому типу освещения. В примере мы будем использовать только DirectionalLight для получения тени от размещенного над плоскостью объекта.

6) Шейдер – схема затемнения, используется в трёхмерной графике для определения окончательных параметров объекта или изображения. Она может включать в себя произвольной сложности описание поглощения и рассеяния света, наложения текстуры, отражение и преломление, затемнение, смещение поверхности и эффекты пост-обработки.[2]

Область применения

Строительные компании – изображение на сайте строительной компании планировок квартир в формате 3D с тем функционалом, который необходим строительной компании.

Отображение коммуникаций дома/города:

- канализация;

- электропроводка;
- вентиляция.

Отображение на стенах в торговом центре расположения бутиков и салонов по определённым типам товаров.

Культурные центры и музеи – отображение на сайте трёхмерных экспонатов. Особо важно, что тем самым люди с ограниченными возможностями смогут насладиться экспонатами музея не выходя из дома.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. WebGL – OpenGL ES 2.0 for the Web [Электронный ресурс]: <http://www.khronos.org/webgl/>.
Дата обращения: 13.09.2013 г.
2. mrdoob/three.js – GitHub [Электронный ресурс]: <https://github.com/mrdoob/three.js>. Дата обращения: 13.09.2013 г.

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ WEB-СЕРВИСА ДОСТУПА К ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ДАННЫМ ПО ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ

В. А. Семикин, В. Н. Гончарова, Е. Л. Кызылова, И. В. Переягинец

АУ «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана»

Современное состояние и тенденции развития web-доступа к пространственным данным характеризуются повсеместным их использованием, стремительным увеличением объемов информации, глобализацией данных, объединением представления информации из различных источников в одном окне просмотра. Эта ситуация констатировалась в отчете Экспертной комиссии ООН по Глобальному Управлению Геопространственной информацией (Committee of Experts on Global Geospatial Information Management), опубликованном в Амстердаме в апреле 2012 г. [1].

Кроме того, вместе с нарастанием объема доступной информации и растущей потребностью в данных, острее возникает вопрос сохранения авторских прав и управления детальностью координат опубликованных объектов. Как всегда, главными требованиями пользователя любого программного продукта остаются быстродействие, информативность, актуальность данных, простой и понятный интерфейс. Именно эти требования были главными при выборе средств реализации картографического web-сервиса информационного обеспечения задач недропользования по территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Пространственная информация сервиса представлена в виде тематических карт. В каждой карте присутствуют как тематические слои, характеризующие конкретное направление, так и повторяющиеся, базовые или логически дополняющие. В настоящее время опубликованы следующие карты:

1. «Лицензирование в пределах ХМАО – Югры».
2. «Геологоразведочные работы».
3. «Природопользование территории ХМАО – Югры».
4. «Использование природных ресурсов ХМАО – Югры».
5. «Тектоническая карта центральной части ЗСП под ред. В. И. Шпильмана, Н. И. Змановского, Л. Л. Подсосовой, 1999».
6. «Нефтегеологическое районирование территории ЗСНГП».

Более подробно познакомиться с описанными картами можно по следующим Интернет-адресам <http://crrtu.ru>, <http://maps.crrtu.ru>.

Функциональные возможности, предоставляемые сервисом

Сервисом предоставляются стандартные функции навигации по карте управления слоями и просмотра атрибутивной информации. Все карты состоят из слоев, объединенных в группы. Каждый слой содержит легенду и возможно объекты с атрибутивной информацией. В качестве базового слоя можно использовать слои, подготовленные в Центре, или внешние слои «Google maps». Предоставляется возможность управления видимостью и прозрачностью слоев. Навигация по карте может осуществляться с помощью специального элемента управления «навигатор» или «окна обзора», представляющего собой уменьшенную копию карты. Для возврата к ранее просмотренным областям карты сохраняется история просмотра. Выбор объектов осуществляется из списка или непосредственно на карте. Предоставляется возможность поиска объектов по их названию. Реализована возможность измерения в интерактивном режиме длин ломаных и площадей многоугольников.

Работа с картами может осуществляться в двух режимах: свободный доступ и доступ для зарегистрированных пользователей. Свободный доступ предполагает анонимный доступ к сервису. Зарегистрированные пользователи получают доступ к расширенным функциональным возможностям и более детальной картографической информации.

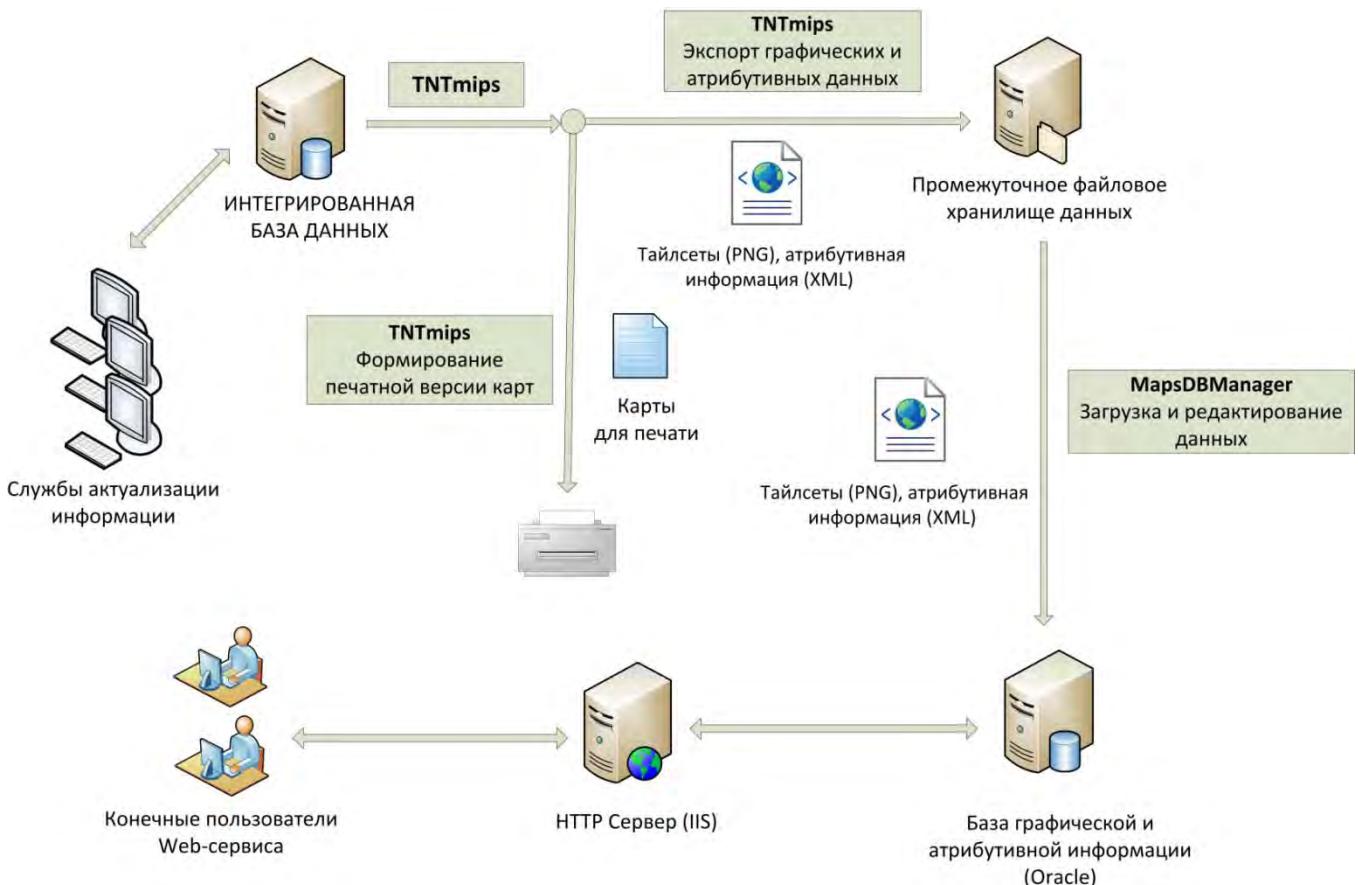


Рис. 1 - Схема подготовки карт и работы web-сервиса

Технологии, используемые при создании web-сервиса

В центре в течение многих лет ведутся работы по созданию и обновлению тематических карт, распространяемых в печатном виде. Для подготовки карт к печати использовался ГИС TNTmips (MicroImages, Inc.). Благодаря специализированным функциональным возможностям TNTmips позволяет готовить карты и для публикации в Интернет. Использование единого программного продукта для разных способов распространения существенно упрощает актуализацию карт, позволяет использовать все ранее созданные наработки и условные обозначения. Общая схема подготовки карт и работы web-сервиса представлена на рис. 1.

Ключевым моментом подготовки карт является перевод информации из векторного формата в растровый. Для каждого масштаба формируется свой набор небольших изображений размера 256x256 точек – так называемых тайлсетов [2]. Такая технология используется многими разработчиками для размещения карт в интернет, например Google. Ее применение позволяет обеспечить высокую скорость доступа, т. к. изображение полностью подготовлено и для его отображения на компьютере пользователя достаточно только загрузить нужный набор растровых файлов, зависящий от масштаба и область просмотра. Кроме того, векторная информация не выгружается из локальной сети, что гарантирует невозможность доступа к ней через интернет. Таким образом, решаются ключевые задачи обеспечения быстродействия и защиты данных.

Далее информация загружается в базу web-сервиса с помощью программы MapsDBManager. При этом автоматически ведется журнал загрузок и возникших при их выполнении ошибок. Кроме того, программа позволяет редактировать информацию. В процессе редактирования можно задать параметры отображения имеющейся информации, создавать новые карты из ранее загруженных слоев и т.д.

В качестве Web-сервера использовался Microsoft Internet Information Server. При создании сервиса использовалась технология Ajax, позволяющая реализовать удобный пользовательский интерфейс и минимизировать нагрузку на сервер. Программная реализация клиентской части web-сервиса основана на свободно распространяемой библиотеке с открытым ко-

дом OpenLayers [3]. Библиотека написана на языке JavaScript и поддерживает работу с различными типами источников картографических данных. Для создания пользовательского интерфейса применялись вспомогательные библиотеки jQuery[4] и jsTree[5].

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс] / Экспертная комиссия ООН по Управлению Глобальной Геопространственной Информацией – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/geotrends510.html>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Tilesets: Google Maps Structure [Электронный ресурс] / MicroImages, Inc. – Режим доступа: <http://www.microimages.com/documentation/TechGuides/78googleMapsStruc.pdf> – Загл. с экрана.
3. OpenLayers: Free Maps for the Web [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://openlayers.org>, свободный. – Загл. с экрана.
4. jQuery JavaScript Library [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.jquery.com>, свободный. – Загл. с экрана.
5. jsTree – jQuery tree plugin [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.jstree.com>, свободный. – Загл. с экрана.

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ И ИНЫХ ПРОЦЕССОВ

А. О. Ташкин

ФГБОУ ВПО «Югорский государственный университет»

Введение

Области применения геоинформационных систем (ГИС) чрезвычайно разнообразны. Одним из направлений широкого использования ГИС является сфера тематического картографирования, охватывающая создание как отдельных карт так и сложных картографических проектов, реализуемых компьютерными системами. ГИС можно классифицировать по определенным признакам, например, по степени интерактивности и наполнения функциональными возможностями:

1. Пространственно-временные проекции динамики Земли.

Включают в себя: Атласные ГИС, компьютерные модели рельефа, осадков, температуры.

Применение: отражение конкретного состояния определенного объекта.

Недостатки: статичность данных, отсутствие зависимостей [1].

2. Динамические симуляторы, реализуемые суперкомпьютерами.

Включают в себя: Атласные информационные системы (АИС) – экспертные системы, основанные на целевой ГИС, которые создаются по заданной теме для определенной территории, отвечают конкретной цели, а также имеют особые аналитические возможности за счет создания комплексных пространственно-временных моделей [2].

Применение: отражение аналитики по отобранным объектам, прогнозирование данных.

Недостатки: невозможность создания сложных математических моделей, ограниченность алгоритмов прогнозирования.

3. Пространственно-временные динамические симуляторы динамики Земли.

Объединение обеих групп: геоинформационные технологии, позволяющие осуществлять комплексный пространственно-временной анализ территории.

В статье представлена одна из методик проектирования и реализации единой геопространственной базы данных (БД). Методика описывает механизм объединения разнородных БД, картографических систем и иных геоданных в единое геопространственное поле для дальнейшего выполнения различных операций с консолидированными данными (математические пересчеты, синтез данных, выявление зависимостей и др.).

Объединение разнородных ГИС-системы

Каждая геопространственная БД имеет свою модель представления данных. Модели можно разделить на статические и динамические. Основное принципиальное отличие – это отсутствие у статической модели возможности изменяться в соответствии с заданными параметрами [2], например, статические модели могут содержать данные о плотности населения в определенный момент времени, а динамические модели хранят сведения о населении за выбранный временной отрезок. ГИС-системы могут отличаться по принципиальному устройству: каждая картографическая система имеет свою систему координат, проекцию и масштаб, может отличаться архитектурой и форматом хранения данных, возможно различное представление данных пользователю. Отличия ГИС-систем друг от друга не позволяют мигрировать данные из одной в другую без дополнительных механизмов конвертации данных.

В данной работе представлена реализация механизма объединения геоданных из различных картографических систем и алгоритм извлечении разнотипной информации из гео-

информационных БД. Обладая возможностью извлечения и объединения данных разнородных систем можно создать систему, позволяющую управлять данными, хранящимися сразу в нескольких системах. Описываемая система позволяет производить структуризацию, изменение, пересчет и прочие математические операции для дальнейшего отображения синтезированных данных.

Каждая геоинформационная система служит для достижения своей определенной цели, что приводит к многообразию средств реализации и позволяет разделить ГИС на два основных типа: системы, имеющие взаимосвязанные геоданные и системы, не имеющие взаимосвязанных геоданных. Для систем, не имеющих сложных взаимосвязанных геоданных, процедура переноса данных в создаваемую БД заключается в экспорте данных в один из универсальных форматов (shp, mif/mid, tab, и др. [3]) и его импорте в реализуемую ГИС посредством утилиты СУБД (в нашем случае shp2pgsql [4]). Для систем с взаимосвязанными данными, прямой экспорт в таблицу или файл затруднен, так как, необходимо правильно отследить взаимосвязь и иерархию таблиц. В таком случае часть данных переносится путем миграции данных и слияния двух БД, что позволяет сохранить всю структуру базы данных без изменений.

Все записи в создаваемой ГИС привязаны к определенному геоинформационному полю (слою карты), каждое из которых имеет определенную модель. Модель слоя представляет совокупность данных этого слоя, хранящихся в БД, включающая атрибуты слоя, методы работы с данными, а также описываются отношения с другими слоями, если такие необходимы. Объединив данные из разнородных систем относительного одного и того же географического объекта можно отследить тенденции изменений его показателей на выбранном временном отрезке, а также получить синтезированные данные, путем комбинирования данных различных геоинформационных полей.

Разрабатываемая ГИС состоит из четырех основных частей:

1. Хранящиеся в БД структурированные архивы пространственно привязанных картографических и семантических данных, снабженные соответствующими метаданными.
2. WEB-портал, реализующий логику приложения, связь с картографическими сервисами и обеспечивающий работу с хранилищем данных.
3. Набор вычислительных модулей, реализованных на языке Python.
4. Графический интерфейс пользователя, реализованный в виде Web-приложения.

Средства разработки системы:

1. Среда разработки Django (управление серверной WEB-частью приложения);
2. СУБД PostgreSQL – хранение основного массива данных и картографических слоев;
3. Python – основной язык разработки;
4. Javascript – язык для разработки функционала клиентской части приложения;
5. GoogleMaps – инструментарий визуализации и представления геоданных.

Модули вычислений располагаются на WEB-сервере и функционируют при поддержке Django [5]. Вычислительные модули взаимодействуют с WSGI-сервером (Web Server Gate Interface), который в свою очередь отправляет результат пользователю системы. Вычислительный модуль представляет собой приложение на языке Python, позволяющее выполнить необходимые расчеты. Графический вывод представляет собой визуализацию в среде GoogleMaps [6]. Параметры вывода описывают содержание и тип графического результата, наличие и тип легенды, выбранную картографическую подложку и др. Каждый расчетный модуль имеет доступ к архивам данных через специальную библиотеку функций. Модуль доступа к данным обеспечивает поиск, чтение и выборку данных из архивов. Результаты расчетов могут быть представлены пользователю в виде универсального XML-представления, что обеспечивает их интероперабельность и соответствие стандартам представления географической информации и метаданных, в частности, ISO19115 и ГОСТ Р 52573-2006.

Заключение

На данный момент система развернута в рамках лаборатории, имеет клиент-серверную архитектуру, наполнена информацией и имеет тестовое клиентское приложения для взаимодействия с пользователем. Система содержит накопленную информацию из различных источников, отсортированную по годам для каждого из определенного рода объектов (см. табл. 1)

Таблица 1 – Источники информации

№	Наименование слоя	Источник данных
1	Население	Архив БД сервера службы статистики «РОССТАТ» Социальный интернет-атлас российских регионов [7] Сведения архивов муниципальных образований ХМАО Данные Global Administrative Areas [8]
2	Рельеф	ГИС-системы территориального фонда по ХМАО
3	Растительность	Данные OpenStreetMap по регионам РФ [9]
4	Гидрография	Карты для GPS-навигаторов
5	Климат	Архив сервера «Погода России» [10] Данные центра Climate Change Indices. [11] Данные центра Dublin Core [12]

С данными, хранящимися в системе, с помощью средств вычислительных модулей на серверной части системы можно выполнить синтез слоев в соответствии со статическими моделями объектов и алгоритмами процессов. На данный момент определены следующие направления для синтеза данных: динамика изменения рельефа в зависимости от плотности заселения определенной территории, динамика изменения объема водных ресурсов в зависимости от плотности заселения определенной территории, динамика изменения количества осадков в связи с изменениями объема водных ресурсов, динамика объема ресурсов флоры Югры в зависимости изменений климата, динамика объема ресурсов флоры Югры в зависимости от изменения объема водных ресурсов.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Сваткова, Т. Г. Атласная картография: учебное пособие. [Текст] / Т. Г. Сваткова. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 203 с.
2. Майл Н. Демерс. Географические информационные системы / Н. Демерс Майл.– Пер. с англ. [Текст] – М. : Дата+, 1999. – 490 с.
3. ESRI Shapefile Technical Description, 1998. [Электронный ресурс]: [http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/ shape-file.pdf](http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shape-file.pdf) Дата обращения: 15.08.2013 г.
4. PostGIS. PostGIS spatial database extension for PostgreSQL [Электронный ресурс]: <http://postgis.refractions.net/> Дата обращения: 15.08.2013 г.
5. The Web framework for perfectionists with deadlines | Django: <https://www.djangoproject.com/> Дата обращения: 15.08.2013 г.
6. Карты Google – © 2012 Google [Электронный ресурс] / <http://maps.google.ru/> Дата обращения: 15.08.2013 г.
7. Социальный Интернет-атлас Российских регионов [Электронный ресурс]: <http://www.socpol.ru/atlas/portraits/index.shtml> Дата обращения: 15.08.2013 г.
8. GADM database of Global Administrative Areas [Электронный ресурс]: <http://www.gadm.org> Дата обращения: 15.08.2013 г.
9. Данные OpenStreetMap по регионам РФ [Электронный ресурс]: <http://gis-lab.info/projects/osm-export.html> Дата обращения: 15.08.2013 г.
10. Сервер «Погода России» – Архив погоды [Электронный ресурс]: http://meteo.infospace.ru/win/wcarch/html/r_sel_stn.sht?adm=581 Дата обращения: 15.08.2013 г.
11. Climate Change Indices. [Электронный ресурс] <http://ccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/indices.shtml> Дата обращения: 15.08.2013 г.
12. Данные центра Dublin Core Metadata Initiative [Электронный ресурс] <http://dublincore.org> Дата обращения: 15.08.2013 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИНТЕРЕСАХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

В. А. Хамедов

АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»

Эффективность мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера во многом зависит от оперативности предоставления информации о текущем состоянии наблюдаемого процесса и прогнозирования возможных сценариев его развития. Очевидно, что для оперативного получения информации о состоянии территории региона необходима организация многоуровневой системы мониторинга, основанной на совместных наземных и дистанционных (авиационных, спутниковых) наблюдениях с применением современных возможностей геоинформационных технологий. В настоящее время в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре создана и развивается Территориальная информационная система ТИС Югры, предназначенная для сбора, хранения, обработки и предоставления информации для принятия управленческих решений, связанных с социально-экономическим развитием округа. В частности, в решении ряда задач лесного хозяйства, по итогам Всероссийского конкурса проектов региональной и муниципальной информатизации «ПРОФ-ИТ», организованного Экспертным центром электронного государства при поддержке Администрации Президента РФ, ТИС Югры признана одной из лучших. Информационное наполнение системы, в части обеспечения ее результатами космической деятельности (РКД), осуществляется ЮНИИ ИТ.

Для обеспечения потребностей региона результатами космической деятельности – космическими снимками и продуктами их тематической обработки, в округе, на базе ЮНИИ ИТ, создан Центр космических услуг (ЦКУ). Первостепенную важность в обеспечении результатами космической деятельности имеет разработка действующей структуры системы мониторинга в условиях воздействия природных и антропогенных факторов. Исходя из того, что большая часть территории региона относится к числу наиболее труднодоступных, необходимым информационным компонентом системы должны быть данные дистанционного зондирования (ДДЗ) земной поверхности. В состав системы мониторинга (рис. 1) входят следующие компоненты: база данных, характеризующая территорию, база картографических данных, база спутниковых данных, программное обеспечение ГИС, а также прикладные программы анализа и прогноза изменения состояния территории в условиях воздействия природных и антропогенных факторов и тематические сервисы предоставления продуктов обработки РКД в ТИС Югры.

База атрибутивных данных предназначена для накопления и хранения информации о состоянии экосистем и природных и антропогенных факторах негативного воздействия на них. База данных включает информацию о типах поверхности, их характеристиках.

База картографических данных включает набор цифровых карт породного состава лесов, гидрографической сети, населенных пунктов, инфраструктуры и др. Наиболее важными для создания системы мониторинга лесных ресурсов региона являются цифровые карты породного состава лесов и карты пожарной опасности. Методические вопросы создания карт породного состава лесов на основе космических снимков разработаны авторами и изложены в ряде публикаций. Например, в [1–3] изложена методика построения карты породного состава лесов, основанная на использовании спутниковых снимков.

Для создания цифровой карты лесов региона использовались широко доступные космические снимки Landsat-7 с пространственным разрешением 30 м. Классификация была выполнена по алгоритму ISODATA с использованием данных трех спектральных каналов с длинами волн 0,76–0,90 мкм, 0,63–0,69 мкм, 0,52–0,60 мкм. Результаты работы по созданию цифровой карты лесов на территории ХМАО представлены в [3].

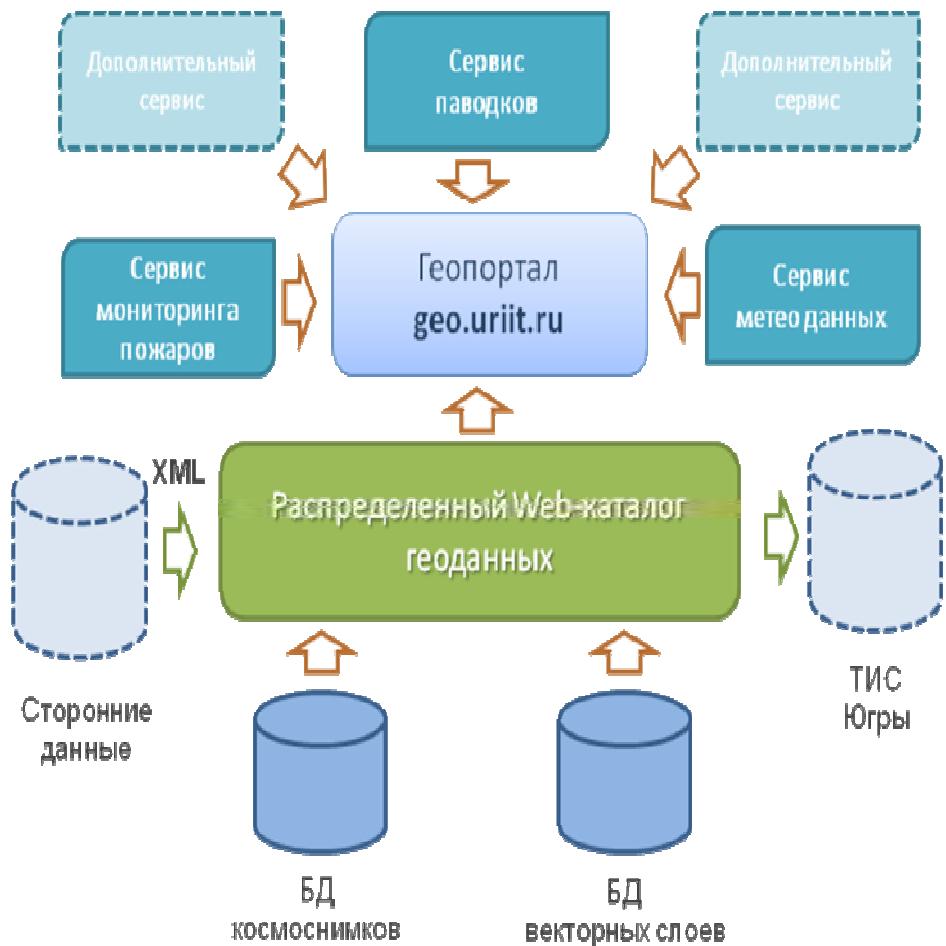


Рис. 1 – Обобщенная схема структуры системы мониторинга лесов

Созданию базы спутниковых данных предшествовала аналитическая работа по выбору спектральных каналов и пространственного разрешения спутниковых снимков, подходящих для выявления негативных воздействий антропогенных и природных факторов на лесную растительность.

В результате было установлено, что для наилучшего выделения изменений антропогенного характера, имеющих, как правило, более высокую яркость на снимке по сравнению с яркостью окружающего фона, следует выбирать спектральный диапазон 0,6–0,7 мкм. Спектральный диапазон 0,5–0,6 мкм тоже подходит для обнаружения изменений, но амплитуда яркости объектов на снимке в этом случае меньше. В диапазоне волн 0,8–0,9 мкм антропогенные изменения плохо различимы, поэтому не рекомендуется использовать эти спектральные каналы для выявления вновь появившихся на лесной территории объектов инфраструктуры и других изменений антропогенного характера.

Для картографирования существующих объектов инфраструктуры на лесных территориях и контроля соблюдения проектных решений на этапе строительства и эксплуатации объектов следует использовать спутниковые снимки со средним пространственным разрешением (3–30 м). Для проведения точных численных оценок параметров объектов необходимы снимки с высоким пространственным разрешением (0,3–3 м).

Изложенные требования к выбору спектрального диапазона и пространственного разрешения спутниковых снимков справедливы при обнаружении как линейных объектов (дороги, линии электропередач, трубопроводы и др.), так и площадных объектов при контроле целевого использования лесного фонда.

В связи с относительно большим числом пасмурных дней на северных территориях Сибири в наших работах [2, 3] проведены исследования по выявлению лесных гарей с помощью радиолокационных снимков. При этом радиолокационные снимки могут использоваться автономно либо в комбинации с оптическими снимками, что повышает достоверность вы-

явления лесных гарей. Эти исследования показали перспективность использования радиолокационных снимков, которые не зависят от наличия облачности, для мониторинга лесов. Многочисленные эксперименты по синтезу радиолокационных снимков с космического аппарата ERS-2 и спектральных каналов многозональных оптических снимков с аппаратов Метеор-3М и LandSat-7 подтвердили [2] повышение достоверности выявления лесных гарей с помощью радиолокационных снимков. Проведенные исследования со спутниковых снимками оптического и радиолокационного диапазонов позволили определить состав базы спутниковых данных в системе мониторинга лесов.

В состав общего и прикладного программного обеспечения включаются программные продукты и программные сервисы, позволяющие работать с векторными картами, атрибутивными данными и растровыми снимками.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Хамедов, В. А. Применение информационно-космических технологий в лесном хозяйстве / В. А. Хамедов, В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, С. В. Шимов // Матер. 4-ой Междунар. конф. «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве» (Москва, 17–19 апреля 2007г.). – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 81–83.
2. Копылов, В. Н. Синтез оптических и радиолокационных космических снимков при решении задачи оперативного обнаружения лесных гарей / В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Матер. 3-го Междунар. научн. конгресса «Гео-Сибирь-2007» (Новосибирск, 25–27 апреля 2007г.). – Новосибирск : СГГА, 2007. – С. 157–161.
3. Копылов, В. Н. Геоинформационная технология оценки последствий лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования / В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Геоинформатика, 2006. – № 1. – С. 56–61.

СЕКЦИЯ «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ»

УДК 528.88

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ АКТУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ О ЛЕСНОМ ФОНДЕ В РАМКАХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

А. Ю. Агольцов
ООО «Компания СОВЗОНД»

Введение

В связи с массовым устареванием материалов лесоустройства (таксации), разработка новых лесохозяйственных регламентов лесничеств невозможна, особенно в зоне интенсивного лесопользования. Сил, средств и времени для проведения одновременной тахсации всего лесного фонда РФ традиционными методами нет. Проведение простой камеральной актуализации материалов лесоустройства, без учета объективной информации о лесном фонде, значительно снизит достоверность новых тахсационных описаний и документов лесного планирования созданных на их основе.

Предлагается создание ряда инструментов для автоматизированной актуализации баз данных тахсационных описаний и графической части материалов лесоустройства с использованием космической съемки высокого разрешения для уточнения изменений произошедших в лесном фонде.

Актуализация графической и тахсационной информации

Как показывает практика, графическая информация лесостроительных планшетов часто не соответствует действительности, что характерно для исходных планшетов, не говоря уже о нанесенных на них впоследствии изменениях. Это же относится и к существующим цифровым лесным картам, т. к. исходными данными для них служили те же планшеты.

Источники ошибок положения границ выделов и других объектов на планшетах:

- планшеты отрисованы по аэрофотоснимкам, не прошедшим фотограмметическую обработку;
- основой планшетов являются старые бумажные, зачастую деформированные планшеты;
- в процессе оцифровки планшеты геокодировались по сканированным картам и т. д.

Все эти ошибки носят несистематический характер и накапливаются с течением времени. Так полученные ранее цифровые карты невозможно использовать для навигации в полевых условиях, а лишь как схему выделов /макет для печати, которая не будет соответствовать по точности ни M 1:10 000, ни 1:25 000.

На сегодняшний день данные дистанционного зондирования Земли из космоса широко распространены и доступны, и используются нашей компанией как источник актуальной и достоверной информации.

На первом этапе создается геопространственная основа на территории объекта лесоустройства масштабов 1:25 000 – 1:10 000, в зависимости от разряда лесоустройства. Геопространственная основа M 1:25 000 базируется на мозаике, созданной по космическим снимкам ALOS/PRISM (Япония) с пространственным разрешением на местности 2,5 м и RapidEye (Германия) с пространственным разрешением на местности 6,5 м. Детальная геопространственная основа M 1:10 000 является результатом обработки снимков сверхвысокого разрешения WorldView-2 (США) с пространственным разрешением на местности 0,5 м.

На следующем этапе создается набор картографических слоев путем автоматизированного и визуального дешифрирования снимков, который кроме самих лесов (границ, сетей

кварталов и выделов) включает дорожную сеть, гидрографические объекты, ЛЭП, трубо-проводы и прочие элементы инфраструктуры, расположенные на территории лесного фонда. Этот набор служит основой для создания тематических лесных карт и планов, лесоустроительных планшетов, а в дальнейшем может служить основой для анализа, например, транспортной доступности и экономической оценки лесов, создания навигационной лесной карты, представляющей собой набор слоев, подготовленных к загрузке в GPS/ГЛОНАСС навигаторы, планшетные ПК, мобильные АРМ.

Сеть выделов векторизуется по геокодированным планшетам, при этом проводится корректировка границ вылов по ортомозаике с учетом произошедших на территории изменений. Кроме актуальной ортомозаики в процессе векторизации используются композиты разновременных снимков, созданные из архивных ДДЗ. Это позволяет с большей степенью точности дешифрировать незадокументированные изменения (нелегальные рубки), уточнять площади лесов пройденных пожарами, ветровалами.

Актуализация таксационных описаний проводится после актуализации графической части с учетом изменений, появившихся с момента последнего лесоустройства, с применением аналитико-имитационных моделей хода роста.

Заключение

Использование данных ДДЗ для актуализации информации о лесном фонде обязательно. Технологии комплексной обработки ДДЗ позволяют повысить качество лесоустроительных материалов и значительно снизить объемы полевых и камеральных работ. В предлагаемой технологии объединяются 2 метода таксации: актуализации и дешифровочный, на основе новейших средств автоматизированной обработки данных космических съемок, благодаря чему ошибки определения основных таксационных показателей могут быть значительно ниже допустимых.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Инструкция о порядке создания и размножения лесных карт. Государственный комитет СССР по лесному хозяйству. – М.: 1987.
2. Лесоустроительная инструкция. Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз). – М.: 2012.
3. Сухих, В. И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве : Учебник / В. И. Сухих. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2005.
4. Чумаченко, С. И. Прогноз динамики таксационных показателей лесных насаждений при разных сценариях ведения лесного хозяйства: модель динамики лесных насаждений FORRUS-S / С. И. Чумаченко, М. М. Паленова, В. Н. Коротков // Экология, мониторинг и рациональное природопользование/ Научн. тр. – Вып. 314 (ФЦП «Интеграция»). – М. : МГУЛ, 2001. С. 128–146.

МОНИТОРИНГ МУЛЬДЫ ОСЕДАНИЯ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ PSINSAR ТЕХНОЛОГИИ И НАЗЕМНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

А. В. Филатов¹, В. М. Брыксин¹, А. В. Евтушкун¹, Ю. В. Васильев², А. Ю. Белоносов²

¹Балтийский федеральный университет им. И. Канта

²Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН

Самотлорское месторождение нефти открыто в 1965 году и введено в разработку в 1969 году. По состоянию на 1.01.2013 г. из недр месторождения накопленная добыча жидкости составила 11597772,9 тыс. тонн (за 2012 год 323 541,2 тыс. тонн), в том числе накопленная добыча нефти составила 2374768,1 тыс. тонн нефти (за 2012 год 17444,9 тыс. тонн). Для получения такого результата закачено 13430082,4 тыс. м³ рабочего агента (подземных, поверхностных и сточных вод). Кроме того, добыто попутного газа 5382104 тыс. м³. Общий фонд скважин составляет 15508 (7952 добывающих и 3253 нагнетательных) единиц. Площадь горного отвода лицензионного участка ОАО «СНГ» составляет 1674,74 км². Такая техногенная нагрузка (почти 10 скважин на 1 км² площади) инициирует проявление геодинамических процессов природно-техногенного генезиса, которые формируют деформационные, сейсмические и флюидодинамические изменения в недрах.

В результате интенсивной и долговременной эксплуатации месторождения за 40-летний период пластовые давления в 11 основных продуктивных пластах снизились до 22,7 атмосфер (по группе АВ) и до 53,7 атмосфер (по группе БВ). Быстрое падение пластовых давлений (на начальном этапе разработки в упругом режиме пластовых условий) создает предпосылки для обводнения продуктивных толщ и усложняет технологию нефтедобычи. Притоки пластовых вод в залежь идут как снизу по вертикали, так и сбоку по латерали. При изменении гидрогеодинамических условий неизбежна перестройка напряженно-деформационного состояния массива горных пород, которое, в основном, сопровождается увеличением размеров трещин и изменением напряжений в жестком минеральном скелете коллекторской толщи. При использовании систем поддержания пластового давления (ППД) и гидоразрыва пласта (ГРП) на месторождении происходит увеличение фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и повышение нефтеотдачи, с одной стороны, и появлению техногенной трещиноватости, с другой.

Толщи пород этажа нефтегазоносности на Самотлорском месторождении испытывают техногенное воздействие, что зафиксировано также косвенным путем – по изменению уровней вод в отдельных скважинах.. Научно-практический опыт прогноза и регистрации осадок земной поверхности при долговременной добыче углеводородного сырья свидетельствует о том, что величина оседания так или иначе увязывается с величиной уплотнения коллектора. Именно деформирование порового пространства и минерального скелета коллекторов, вследствие падения пластовых давлений, является основной причиной самого уплотнения и деформаций окружающих пород.

Анализ данных геодезических измерений на геодинамическом полигоне за период 2002 по 2012 годы свидетельствует о том, что система недр месторождения из-за долговременной и интенсивной разработки нефти, газа, формирует «раскаченную» гидродинамическую систему, что в свою очередь создает условия для пульсационного характера напряженно-деформированного состояния пород коллекторов из-за применения системы ППД и ГРП. Кроме того, на техногенное влияние в формировании мульды оседания накладывается природный фактор гравитационного поля Земли и регионального поля тектонических напряжений. Поэтому причиной образования мульды оседания земной поверхности являются геодинамические процессы природно-техногенного генезиса.

Проблеме сопоставления спутниковых радарных интерферометрических и наземных геодезических измерений для контроля сложных геодинамических процессов на разрабы-

ваемых месторождениях в последние годы уделяется большое внимание [1–2]. Накопление большого числа повторных съемок радара ALOS-1\PALSAR за 2006–2011 гг. позволило использовать метод интерферометрии устойчивых отражателей Persistent Scatterers Interferometry (PSI) для мониторинга вертикальных смещений объектов нефтедобычи, зданий промышленных предприятий и жилой застройки городов Нижневартовска и Иркутска, попадающих в площадь горного отвода Самотлорского месторождения. В 2013 году мониторинг смещений земной поверхности техногенных объектов по технологии PSINSAR выполняется по данным TERRASAR-X.

Для повышения производительности при интерферометрических расчетах используется свободно распространяемый программный пакет StaMPS (Stanford Method for Persistent Scatterers). Авторами работы основная вычислительная часть программного комплекса StaMPS реализована при помощи математического окружения MatLab путем распараллеливания для расчетов на высокопроизводительном кластере из 128 узлов DELL Power Edge M600Server. Скорость расчетов повышена в 12 раз и снято ограничение по числу кадров.

На рис. 1 приведено интерактивное облако точек, соответствующих стабильным отражающим объектам, для которых по 18 разновременным кадрам PALSAR рассчитаны вертикальные смещения и скорости смещений. Для организации многопользовательского доступа к результатам разработано программное обеспечение TVGeoPub представляющее результаты в online режиме с использованием технологий GeoServer и Google Maps [3, 4].

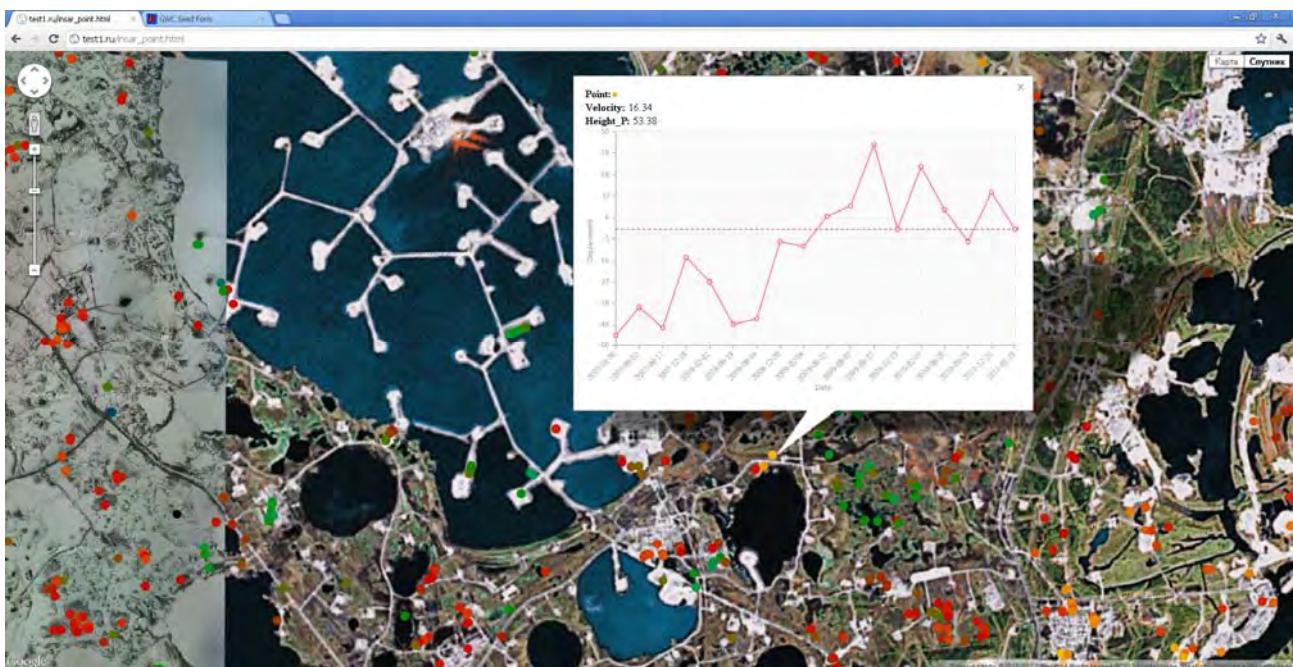


Рис. 1 – Интерфейс интерактивной системы отображения вертикальных смещений устойчивых отражающих объектов

Для территории Самотлорского месторождения проведена проверка точности расчета смещений на основе совместного анализа результатов обработки в пакете StaMPS на кластере и материалов наземных измерений на 86 заглубленных реперах Самотлорского геодинамического полигона. Средняя точность расчета скорости вертикальных смещений устойчивых техногенных отражающих объектов составила 4 мм/год.

Анализ схемы накопленных отборов нефти с начала разработки Самотлорского месторождения в 2013 году и последующего совмещения с изолиниями наблюденных значений сил тяжести Земли за период 2002–2012 гг. свидетельствует о высокой корреляционной связи деформационных процессов с добычей углеводородов и изменением гравитационного поля Земли. Мульда оседания земной поверхности на Самотлорском месторождении находится в стадии активного переформирования из-за высокоскоростных гидродинамических и грави-

тационных процессов происходящих при интенсивной добыче углеводородов и эксплуатационном разбуривании новых площадей на границах месторождения.

Кластеризация точек сгущений максимальных скоростей устойчивых отражателей, рассчитанных по радарным данным, хорошо совпадает с зонами максимальных просадок в мульде оседания и областей поднятий на юго-западном и северо-восточном краях мульды. Это создает предпосылки для обнаружения зон геодинамического риска на основе анализа цифрового поля скоростей смещений и динамики временных рядов смещений, усредненных для кластеризованных областей и групп точек. Необходимо выделить районы, содержащие близкорасположенные группы объектов, движущиеся разнонаправленно и имеющие высокую среднегодовую скорость абсолютных вертикальных смещений.

Спутниковые данные ALOS-1\PALSAR предоставлены Японским агентством аэрокосмических исследований JAXA по грантам RA1 PI-405 и RA2 PI-563. Данные TERRASAR-X предоставляются Немецким аэрокосмическим агентством DLR по гранту GEO1978. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ по ГК № 07.514.12.4027 в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» и при частичной финансовой поддержке РФФИ по гранту 13-07-00419.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Елсаков, В. В. Спутниковая съемка в экологическом мониторинге регионов добычи углеводородов [Текст] / В. В. Елсаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. – Т. 9. – № 5. – С. 133–139.
2. Филатов, А. В. Использование метода интерферометрии устойчивых отражателей при геодинамическом мониторинге Самотлорского месторождения [Текст] / А. В. Филатов, А. В. Евтушкин, В. М. Брыксин, Ю. В. Васильев, М. Л. Юрьев, А. Ю. Белоносов // Маркшейдерский вестник, 2012. – № 4. – С. 57–62.
3. Брыксин, В. М. Использование GeoServer для представления результатов PSInSar технологии оценки смещений техногенных объектов [Текст] / В. М. Брыксин, А. В. Евтушкин, А. В. Филатов // Материалы пятнадцатой конференции по математике «МАК-2012», Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2012. – 187 с., С. 61–63.
4. Филатов, А. В. Программа представления результатов высокоточной оценки смещений техногенных объектов «TVGeoPub» [Текст] / А. В. Филатов, В. М. Брыксин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012618325 от 14.09.2012.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ГИС-ИСДМ РОСЛЕСХОЗ

Д. В. Ершов¹, К. А. Ковганко¹, П. П. Шуляк¹

¹ ФГУН РАН Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов

Введение

С 2003 года информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Рослесхоз) используется в Федеральном агентстве лесного хозяйства (Рослесхоз) для поддержки управленческих решений по обнаружению, учету и тушению лесных пожаров на неохраняемых и эпизодически охраняемых территориях лесного фонда России [1, 2]. Для этого в лесном фонде были определены зоны космического мониторинга I и II уровня, приходящиеся соответственно на территории авиационной охраны с эпизодическим наблюдением и неохраняемые авиацией.

В процессе создания и эксплуатации системы дистанционного мониторинга лесных пожаров ИСДМ Рослесхоз возникла необходимость разработки специализированной географической информационной системы, предназначеннной для интеграции и визуализации спутниковых и оперативных данных по лесным пожарам, контроля их динамики и эффективности проведения мероприятий по тушению очагов возгорания, мониторинга пожарной опасности и оценки последствий от пожаров.

В качестве базового программного обеспечения используется геоинформационная среда ESRI ArcGIS 9.x и выше.

В докладе изложена структурная организация ГИС-ИСДМ Рослесхоз, основные функциональные возможности инструментов и методы их использования.

Основные функциональные возможности ГИС-ИСДМ

На федеральном уровне ГИС используется для ежедневного предоставления информации по текущей горимости в масштабах всей страны с целью принятия стратегических решений при чрезвычайных лесопожарных ситуациях, а также оценки последствий пожаров и учета текущих изменений. Для этого ежедневно посредством автоматизированной обработки исходной информации формируются тематические карты очагов крупных лесных пожаров (более 25 га для европейской части России и более 200 га для Сибири), «действующие лесные пожары», «прирост пройденной огнем площадь за сутки» и «возникшие лесные пожары» по субъектам. Эта информация формируется на основе ежедневных отчетных данных, поступающих от субъектов РФ, а также по результатам космического мониторинга. Кроме этого формируется порядка 360 картографических продуктов на основе данных метеорологической службы России (Росгидромет) и системы наземной грозопеленгации ФГУ «Авиалесоохрана» (разработчик НТЦ «Инфокомплекс»). В их состав входят фактические и прогнозные показателиочных и суточных осадков, максимальной температуры воздуха, классов пожарной опасности по методикам В. Г. Нестерова, ПВ-1 и ПВ-2 [3] и «грозоопасности» (плотность распределения грозовых разрядов положительной амплитуды). Эти карты создаются как для всей территории лесного фонда России, так и на уровне федеральных округов или отдельных субъектов. Вся картографическая продукция обновляется несколько раз в сутки на WEB серверах ИСДМ Рослесхоз.

Для этого ГИС сервер ежедневно в заданный момент времени осуществляет запрос к единой базе данных ИСДМ (MySQL серверам) с целью получения необходимых характеристик для построения тематических карт. Затем выполняется пространственный анализ данных, подготовка типовых карт на основе шаблонов и передача их в хранилище готовых ин-

формационных продуктов ИСДМ. Как только продукты попадают в хранилище, автоматически они становятся доступны на WEB серверах системы.

Кроме ГИС-технологии серверного типа предусмотрена возможность использования настольной версии для интерактивной работы с оперативной информацией о пожарах, доступной на информационных серверах ИСДМ Рослесхоз. С этой целью в ГИС организованы два способа получения информации, а именно удаленный доступ к единой базе данных ИСДМ Рослесхоз, и получение данных на запрашиваемый регион на локальный компьютер для последующей автономной работы в режиме отсутствия доступа к Интернету.

Преимуществом первого способа является то, что есть возможность оперативно получать и отображать на экране компьютера оперативную информацию о текущей пожарной обстановке по всей территории России, включая подкачку слоев с контурами действующих очагов лесных пожаров, пройденных огнем площадей по спутниковым данным, данные метеонаблюдений и грозовых разрядов. При наличии оперативных данных наземных и авиационных служб субъектов позволяет оценивать эффективность мероприятий по тушению крупных лесных пожаров.

В динамическом режиме ГИС обеспечивает также просмотр текущих и исторических спутниковых изображений среднего Terra-MODIS (250 м) и высокого разрешения серии спутников LANDSAT (30 м), обладает инструментами уточнения площадей пожаров, контроля динамики их распространения. Быстрота выполнения операций достигается за счет за счет изменения разрешения запрашиваемого изображения, вычисляемого с учетом экранного масштаба карты. В результате размер спутникового изображения не зависит от размера запрашиваемой территории на карте. ГИС передает серверу через HTTP протокол информацию о географических координатах, размере изображения и его разрешении. По заданным параметрам сервер подготовки спутниковых продуктов формирует необходимый пользователю растровый продукт и возвращает ГИС ссылку на скачивание. Для изображений высокого пространственного разрешения предусмотрена опция просмотра контуров сцен без визуализации изображений для предварительного поиска необходимого набора данных на интересующую территорию.

Необходимость в автономном режиме востребована для информационной поддержки работ, связанных с проведением натурных замеров площадей крупных лесных пожаров наземным и авиационным способом [4]. Для этого используется модуль, предназначенный для предварительной загрузки на локальной компьютер информации о пожарах из ИСДМ Рослесхоз и последующей автономной работы с данными в среде ArcGIS. Модуль работает в двух режимах: 1) ручной, интервал дат и 2) автоматический, обновление ежесуточно за последнюю неделю. Первый режим является ручным способом загрузки данных на компьютер, т.е. выбрал интервал дат и поставил процесс на скачивание данных. Задача пользователя определить регионы и интервалы дат для загрузки данных. При этом ограничение ретроспективного запроса составляет три ближайших месяца. Второй режим - автоматический, позволяющий настроить закачку данных один раз в сутки, при постоянно включенном компьютере (ноутбуке) и доступе к Интернету.

В результате действующие очаги пожаров по спутниковым данным формируются на локальном компьютере в виде векторных полигональных слоев, а по данным субъектов в виде точек. Остальная информация (метеоданные, данные ресурсов, задействованных на пожаре от субъектов) привязывается к дням действующего очага пожара, и хранится в атрибутивных таблицах. Спутниковые продукты с серверов ИСДМ скачиваются двух видов: 1) ежедневный цветной композит MODIS с изображением поверхности¹; 2) цветной композит LANDSAT с изображением поверхности².

¹ В качестве цветных компонент RGB используются данные об отражательной способности подстилающей поверхности, полученные в каналах 7(SWIR), 2(NIR) и 1(RED) прибора MODIS, с длинами волн 2130 нм, 860 нм и 650 нм соответственно.

² В качестве цветных компонент используются данные об отражательной способности подстилающей поверхности, полученные в каналах 5(SWIR), 4(NIR) и 3(RED) прибора LANDSAT, с длинами волн 1560 нм, 860 нм и 650 нм соответственно.

С помощью инструмента уточнения контура гари по снимку высокого разрешения формируется детальный контур, оценивается площадь, периметр и другие необходимые характеристики. При наличии в ГИС картографической информации о распределении лесного фонда и покрытой лесом территории на гари до пожара, вычисляются соответственно их площади. Результат может быть сохранен в форматах ArcGIS (шнейп файл) или экспортирован в формат GPS приемников (NMEA стандарт). Модуль также позволяет работать в ArcGIS в реальном режиме времени с GPS приемником типа GARMIN (модель “Garmin Extrex Vista C”) с возможностью отображения и сохранения контуров (треков) и полигонов в формате шнейп файла. Окончательно подготовленный материал используется для проведения натурных обследований и авиаоблетов гарей с целью их верификации и оценки площадей повреждения огнем лесной растительности.

Перспективные направления развития

Основные направления развития ГИС связаны с расширением состава аналитических инструментов для оценки и прогноза пожарной опасности в лесах по условиям погоды, вероятности возникновения лесных пожаров и чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Планируется также развивать тематическую основу с целью приближения использования ГИС-инструментов для региональных задач по мониторингу и борьбе с лесными пожарами. Для этого разрабатываются методы обработки спутниковых данных и материалов лесной таксации для картографирования лесного покрова, основных типов и запасов лесных горючих материалов и классов природной пожарной опасности. Это позволит повысить эффективность работ по проектированию противопожарного обустройства лесов, применения методов прогноза распространения отдельных пожаров, расчета сил и средств, необходимых для его тушения и оценки последствий от лесных пожаров в субъектах Российской Федерации.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Беляев, А. И. Национальная система сбора, обработки и анализа информации о природных пожарах и ее сопряжение с международными и региональными информационными сетями / А. И. Беляев, Д. В. Ершов, Е. А. Лупян, Б. В. Романюк, А. И. Сухинин, С. А. Ташилин // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне. Материалы международного научно-практического семинара (Хабаровск, Россия, 9–12 сентября 2003 г.). М. : Издательство «Алекс», 2004. – С. 156–166.
2. Беляев, А. И. Состояние и перспективы развития Российской системы дистанционного мониторинга лесных пожаров / А. И. Беляев, Г. Н. Коровин, Е. А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. Сборник научных статей. Выпуск 3. 2006. том. 1. – С. 341–350
3. Коровин, Г. Н. Оценка пожарной опасности в лесу и расчет параметров лесных пожаров на ЭВМ. Методические указания / Г. Н. Коровин, И. Ф. Самусенко, З. С. Поломина, З. М. Гришман, С. М. Вонский, В. А. Жданко Л. : ЛенНИИЛХ, 1977. – 64 с.
4. Информационный отчет о результатах работ по бесперебойному функционированию и расширению возможностей блока оперативного учёта пожаров ИСДМ-Рослесхоз и верификации данных мониторинга лесных пожаров // Государственный контракт № Р-11К-09/2 от 05.06.2009 г., 2009. – 29 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ

В. Н. Копылов, А. В. Беспрозванных, О. Н. Булыгина, А. Б. Шерстюков

*Всероссийский научно-исследовательский институт
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных*

Введение

При возрастающем влиянии современных изменений климата на экономику, экологию и социальные сферы общества возрос интерес к мониторингу климатической системы и многолетним изменениям климатических характеристик регионов. Знание и учет региональных особенностей климатических изменений очень важны для рационального использования природных ресурсов, правильного размещения производственных мощностей, эффективного развития экономики региона. Применение климатической информации повышает эффективность экономики за счет рационального использования благоприятных факторов природной среды и уменьшения экономического ущерба, наносимого неблагоприятными погодными условиями.

Использование возможностей современных геоинформационных технологий позволяет находить новые формы обслуживания потребителей климатической информации. Во Всероссийском научно-исследовательском институте гидрометеорологической информации – Мировом центре данных разработаны технологии создания специализированных баз данных климатических характеристик регионов. Региональные базы данных климатических характеристик в совокупности с сервисами геоинформационных систем, используемых для географического представления этих характеристик, являются удобным инструментарием, позволяющим экологам, природопользователям, проектировщикам, экономистам, руководителям решать задачи, связанные с управлением, охраной, использованием природных ресурсов.

Технология создания специализированной базы климатических данных региона

Основными свойствами специализированных баз климатических данных являются:

- сочетание статистических характеристик гидрометеорологических параметров и специализированной информации, используемой в данной отрасли экономики;
- возможность оперативного пополнения;
- размещение на современных технических носителях;
- наличие сервисных средств, обеспечивающих навигацию по климатической базе данных, выборку нужной информации, визуализацию и т. д.

Создание специализированной базы данных климатических характеристик региона осуществляется в два этапа. На первом этапе рассчитываются собственно статистические характеристики климатических параметров. Автоматизированная система для расчета статистических характеристик и формирование таблиц была разработана на языке системы статистического анализа SAS и организована в виде библиотек макропроцедур. Такой подход позволяет последовательно и непрерывно расширять состав программного обеспечения по мере необходимости включения в базу данных новых характеристик. Вновь создаваемые макропроцедуры без труда можно подключать к уже задействованным.

На втором этапе создаются сервисные средства для эксплуатации базы климатических данных на уровне, соответствующем возможностям современных геоинформационных технологий. Были созданы сервисные средства для эксплуатации базы климатических данных, разработана программа просмотра табличных данных. Специализированная база данных снабжается картой региона, на которой в процессе работы пользователя отображается географическое положение климатических станций.

Созданная база данных не использует промышленных СУБД. Технология ведения специализированной базы данных предусматривает возможность регулярного обновления статистических характеристик. В зависимости от области применения гидрометеорологической информации частота обновления различна. Например, данные об экстремальных значениях метеорологических параметров за весь период наблюдений необходимо обновлять ежегодно. Среднемноголетние значения температуры воздуха и других параметров достаточно обновлять один раз в пять лет. Достоинством системы является возможность предоставления специализированной климатической продукции пользователям в сети Интернет.

По описанной технологии создаются специализированные базы климатических данных для любых регионов России с учетом специфики сферы применения. В качестве примера в докладе представлена база климатических данных Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Климатические условия во многом определяют функционирование и технико-экономические показатели нефтегазовой отрасли, особенно в таком крайне бедном климатическими ресурсами почти для всех видов хозяйственной деятельности и проживания человека регионе, каким является ХМАО – Югра. Проведен анализ влияния современного состояния климата на территории Югры на устойчивое развитие основной отрасли региона – нефтегазовой; описаны современные возможности климатологического обеспечения отрасли.

Создание базы данных о температуре почвогрунтов на глубинах до 320 см

Потепление климата, которое наблюдается несколько последних десятилетий, с одной стороны, создает благоприятные условия для промышленного освоения новых территорий, с другой стороны, сопровождается негативными последствиями – увеличением глубины сезонного протаивания мерзлых почвогрунтов и ослаблением несущей способности фундаментов сооружений, построенных на мерзлоте. В сложившихся условиях возникла необходимость более глубокого исследования термических процессов в почвогрунтах на глубинах заложения фундаментов. Для исследования и расчетов этих процессов в институте была создана база данных наблюдений за температурой почвогрунтов на глубинах до 320 см, начинаясь с 1965 года. В базе данных содержится температура почвы под естественным покровом на глубинах 2, 5, 10, 15, 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240, 320 см по 458 станциям международного обмена на территории России.

Технология создания базы данных реализуется комплексом программ, последовательно выполняющих контроль исходных данных, исследование их полноты на разных глубинах, выделение территории с многолетней мерзлотой и вычисление глубины сезонного протаивания на метеорологических станциях в зоне многолетней мерзлоты. Дополнительно отдельным блоком реализована технология получения региональных прогнозистических оценок изменения глубины сезонного протаивания. Прогнозная часть технологии работает на основе выделения и экстраполяции многолетних скрытых ритмов климатической системы.

Главной характеристикой термического состояния мерзлоты является среднегодовая температура почвогрунтов, а ее многолетние изменения могут служить характеристикой изменений состояния мерзлоты. Авторами была получена оценка многолетнего изменения термического состояния почвогрунтов в виде линейного тренда среднегодовой температуры за 1965–2006 гг. в пересчете на 10 лет ($^{\circ}\text{C}/10$ лет). Было установлено, что наибольшие и значимые потепления почвогрунтов, проникающие до нижней анализируемой глубины 320 см, наблюдаются в Сибири от Оби до Лены. Самое существенное потепление на глубине 320 см со значимыми трендами от 0,4 до 0,6 $^{\circ}\text{C}/10$ лет наблюдается в районе Ангары и на Вилюе.

Наиболее востребованной для практических целей характеристикой в регионах, занимаемых многолетней мерзлотой, является глубина сезонного протаивания, так как она является важнейшей характеристикой при строительстве фундаментов сооружений. Для оценки изменений температуры почвогрунтов на глубинах в теплые месяцы года по современным данным (за период с 1965 по 2005 г.) выполнен анализ трендов температуры почвогрунтов на глубинах 80, 160 и 320 см. С учетом запаздывания по глубинам наступления максимума и мини-

мума годового хода температуры почвогрунтов, анализ летних температурных состояний проводился по данным со сдвигом. По полученным значениям построены карты пространственного распределения коэффициентов линейного тренда температуры почвогрунтов теплого сезона. Оценка достоверности трендов проводилась на основе критерия Стьюдента.

Таким образом, совокупность данных по температуре почвогрунтов, накопленных во ВНИИГМИ-МЦД, методик работы с этими данными, а также программного обеспечения по контролю качества позволили получить уникальную базу данных наблюдений за температурой почвогрунтов на всех станциях Росгидромета, на которых проводятся такие наблюдения. На основе базы данных можно проводить исследования как научного, так и прикладного характера, получать оценки текущих и будущих изменений температурного и прочностного состояния почвогрунтов.

Интеграция гидрометеорологических данных на основе геоинформационных технологий

Существует класс потребителей гидрометеорологической и климатической информации, которым необходима технология, обеспечивающая совместное использование информации, поступающей из различных источников. Для решения этих задач во ВНИИГМИ-МЦД создана геоинформационная система CliWare, осуществляющая сбор и обработку данных, ведение базы гидрометеорологической информации, создание продукции и доведение ее до потребителя.

Система обеспечивает прием и запись в реляционную базу данных оперативной гидрометеорологической информации, поступающей по сетям Росгидромета, включая спутниковые каналы: синоптические, судовые синоптические, климатические, аэрологические, морские, а также другие виды наблюдений.Осуществляется создание и ведение базы исторических данных, включающих в себя как данные наблюдений, так и данные суточных, декадных и месячных выводов. База данных обеспечивает долговременное хранение всех данных. Система позволяет выполнять расчеты суточных выводов на основе оперативных и текущих наблюдений, расчет декадных, месячных, многолетних и экстремальных характеристик. А также выполнять расчеты различных пользовательских задач по расчету климатических характеристик.

Все виды наблюдений, климатические характеристики и каталоги являются геопривязанными. Геоинформационные технологии поддерживаются ГИС расширением базы данных PostGIS, а также геоинформационными пакетами GeoServer и deegree. Возможно непосредственное подключение к геоинформационной базе данных большого ряда других геоинформационных систем, включая настольные системы.

Выходные документы системы представляются в виде HTML-страниц, ГИС слоев, графиков, карт. Реализовано выполнение задач по расписанию и автоматическая рассылка информационной продукции. Система CliWare может быть реализована исключительно с использованием свободно распространяемого программного обеспечения: Linux, Java, СУБД – PostgreSQL + PostGIS, сервера JBoss и Tomcat, геоинформационных систем GeoServer и deegree. При необходимости можно использовать коммерческие продукты типа Oracle, Windows и др.

Система внедрена во многих областных центрах по гидрометеорологии Росгидромета, в республиканских гидрометеорологических службах стран СНГ, в организациях министерства обороны.

Описанные геоинформационные технологии и системы предоставляют потребителям широкие возможности для использования климатической информации при решении задач, связанных с управлением, охраной, использованием природных ресурсов.

ЛАНДШАФТНЫЙ МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Е. Л. Коршунова¹

¹БУ ХМАО – ЮГРЫ Природный парк «Нумто»

Территориальная охрана природы – важнейшее средство сохранения биологического разнообразия и экологического равновесия, необходимое условие долговременного устойчивого развития стран и народов. Такой вывод основан на реальной практике создания и функционирования ООПТ во всем мире.

Белоярский район является самым северным уголком Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, на его территории функционирует три категории особо охраняемых природных территорий – заказник, природный парк, памятник природы, которые сохраняют уникальные природные комплексы Крайнего Севера.

Территория природного парка «Нумто», как единый природный комплекс представляет ресурс, имеющий огромное экономическое, этнокультурное и рекреационное значение. Природный парк «Нумто» образован 28 января 1997 года на территории Белоярского района ХМАО – Югры.

Это одна из самых уникальных особо охраняемых природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа. Уникальность территории в том, что здесь соприкасаются, контактируют зоны тундр, редколесий, северной и средней тайги. Район «Нумто» замечен и тем, что на нем перекрываются ареалы многих тундровых и таежных растений, птиц, животных. В ходе многочисленных научно-исследовательских работ на территории парка отмечено 156 видов птиц, в том числе виды, занесенные в Красные книги МСОП и России. Выявлено произрастание 195 видов высших сосудистых растений, также отмечены редкие и нуждающиеся в охране виды растений федерального и регионального значения.

Территория парка является место традиционного обитания коренных малочисленных народов Севера. Здесь проживают и ведут традиционный уклад хозяйствования несколько семей ханты и лесных ненцев. Поселившись в далекие времена, малые народности дали озеру имя их главного божества. По существу озеро Нумто стало крупнейшим святилищем народов Обского Севера.

В пределах природного парка отмечены значительные запасы нефти. Сейсмическая и нефтегазовая разведка уже покрыли южную часть Парка сетью профилей, найдены перспективные на нефть площади. Техногенная нагрузка на ландшафты природного парка в зоне временного хозяйственного использования связана с геолого-разведочными работами в пределах лицензионных участков, проводимыми ОАО «Сургутнефтегаз», и определяется двумя основными типами воздействия: механическими нарушениями и химическим загрязнением. На территории природного парка «Нумто» компания имеет в своем владении 8 лицензионных участков – Лунгорский, Сурьеганский, Ватлорский, Северо-Ватлорский, Западно-Ватлорский, Верхне-Казымский, Южно-Ватлорский, им. Логачева.

На территории Парка при проектировании установлен дифференцированный режим охраны, защиты и использования территории с учетом местных природных, историко-культурных и социальных особенностей, изложенных в «Проекте зонирования природного парка окружного значения «Нумто». Согласно проекту зонирования на территории парка выделяются зоны заповедного, заказного (водно-болотные угодья) и рекреационного режимов, а также зоны хозяйственного использования, включающие в себя родовые угодья, участки размещения памятников историко-культурного наследия, участки местонахождения редких и исчезающих видов фауны и флоры, и участки, связанные с геологоразведочными работами.

Всего на территории Парка по данным на 1 января 2013 года с момента его образования под размещение объектов ОАО «Сургутнефтегаз» было согласовано порядка 5 тысяч гекта-

ров (4 936 га) участков лесного фонда, в том числе более 350 гектаров под гидрокарьеры, что составляет менее 1 % территории от всей площади Парка.

На протяжении последнего десятилетия на территории Парка идет интенсивное освоение нефтяных месторождений, происходит техногенная трансформация ландшафтов. В 2012 году на 13 объектах были проведены работы по рекультивации и сданы в ГЛФ земли общей площадью – 123,99 га.

В ходе проведения научно-исследовательской работы в 2011 году выполнен мониторинг некоторых рекультивированных в 2006 году земель. Результаты данного исследования показали, что на некоторых площадках восстановление растительности проходит крайне медленно (рис.1). Также отмечены участки, где активно идет восстановительная сукцессия (рис.2).



Рис. 1 – Общий вид площадки разведочной скважины 4727-Р в 2006 и 2011 годах

Со времени последнего обследования площадки 4727-Р (в 2006 году) были проведены и закончены (в 2007) буровые работы. Рекультивация с отсыпкой торфяной крошкой произведена не была, поэтому, за 3 года восстановительной сукцессии появились лишь пионерные группировки. Состояние растительного покрова: Общее ПП не более 1%. Пионерные группировки, состоящие из мхов фунария гигрометрическая (*Funaria hygrometrica*), политрихум обыкновенный (*Polytrichum commune*) и разрозненных пятен, достаточно случайного набора типичных для северной тайги видов-пионеров: ситник альпийско-членистый (*Juncus alpin-articulatus*), ситник жабий (*Juncus bufonius*), хвощ полевой (*Equisetum arvensis*), пушица Шейхцера (*Eriophorum scheuchzeri*), пушица многоколосковая (*E. Polystachyon*) [1].



Рис. 2 – Состояние отсыпки разведочной буровой 4715-Р в 2006 (слева) и 2011 году (справа)

Со времени последнего обследования площадки 4715-Р (в 2006 году) когда была произведена рекультивация торфяной крошкой активно идет восстановительная сукцессия по составу растений напоминающая послепожарную. Состояние растительного покрова: Общее ПП около 30–50 %. Основным доминантом выступает иван-чай, активно восстанавливается

береза и сосна, достигшая 40–50 см. Присутствует также набор типичных для северной тайги видов-пионеров [1].

Следует отметить правомерность тезисов об особой уязвимости экосистем Севера к антропогенному влиянию и о медленных темпах их восстановления после нарушений [2].

Площади рекультивированных земель на территории Парка с каждым годом увеличиваются, и возникла необходимость проведения полной инвентаризации и описания восстановительных процессов на данных участках. Методы дистанционного зондирования земли позволяют охватить всю зону временной хозяйственной деятельности Парка и оценить степень восстановления нарушенных участков земли.

Ландшафтный мониторинг имеет своей целью слежение за состоянием и оценку динамики природных комплексов и их трансформацию под воздействием природных и антропогенных факторов.

Наиболее точный способ проведения ландшафтного мониторинга – дистанционное зондирование. Дистанционное зондирование всей территории лицензионного участка посредством аэрофото- или космической съемки, проводится с целью определения пространственно-дифференцированного техногенного воздействия на природную среду.

Ландшафтный мониторинг зоны временного хозяйственного освоения должен проводиться на основе дешифрирования аэрофотоматериалов или космических снимков со спутника Landsat, Aster или «Ресурс ДК-1». Работа со снимками включает следующие аспекты:

- выявление ландшафтной дифференциации территории;
- анализ общей антропогенной нагрузки на территорию;
- выявление площади антропогенных и естественных изменений природных комплексов;
- определение степени деградации природных комплексов;
- выявление процессов, в т. ч. опасных, развившихся в результате эксплуатации месторождения и рекреационной нагрузки [3].

Цель ландшафтного мониторинга с использованием методов дистанционного зондирования земли состоит в выявлении степени влияния различных техногенных воздействий на ландшафтные комплексы Парка, предсказании видоизменений ландшафта при различных сценариях природопользования и выработке рекомендаций по минимизации антропогенного воздействия на ландшафты и биоту.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Итоговый отчет по теме: «Влияние антропогенной и техногенной трансформации на природные компоненты экосистем и экологическое равновесие территории «Природного парка «Нумто» в зоне временной хозяйственной деятельности в 2011 г.», Лапшина Е. Д., Филиппов И. В., Тюрин В. Н., Ханты-Мансийск : ООО «Доминус», 2011.
2. Тишков, А. А. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера / А. А. Тишков. – М. : Изд-во УРАО, 1996. – 116 с.;
3. Итоговый отчет по теме: «Проект экологического мониторинга природного парка «Нумто» и памятника природы «Система озер Ун-Новыинклор и Ай-Новыинклор», Лапшина Е. Д., Заров Е. А., Филиппов И. В., Ханты-Мансийск : ООО «Доминус», 2011.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ

Г. А. Кочергин, М. А. Куприянов, В. А. Хамедов

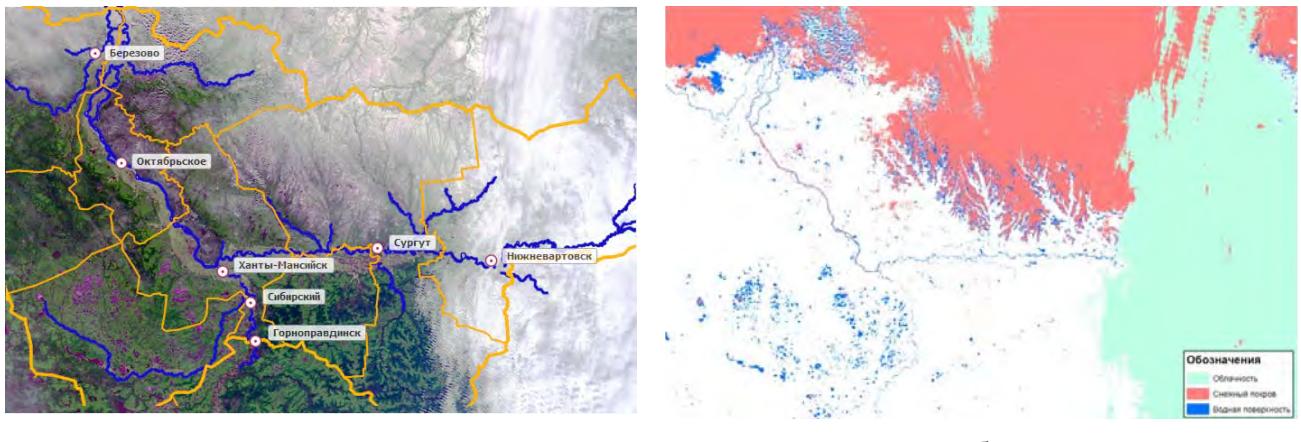
АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»

В Югорском научно-исследовательском институте информационных технологий (ЮНИИ ИТ) осуществляется разработка технологий экологического мониторинга окружающей среды на основе данных дистанционного зондирования Земли и других результатов космической деятельности с использованием геоинформационных технологий. В качестве одного из основных направлений можно выделить мониторинг объектов водного хозяйства на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (далее – автономный округ). Как известно, территория автономного округа занимает значительную площадь, сравнимую с крупнейшими европейскими государствами, и при этом имеет достаточно редкую сеть коммуникаций, что требует использования дистанционных методов мониторинга природных и техногенных объектов. В ЮНИИ ИТ расположены два программно-аппаратных комплекса, которые с 2003 г. используются для приема, хранения и обработки информации с российских и зарубежных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Ежедневный прием спутниковой информации позволил накопить обширную базу радарных и оптических космических снимков различного пространственного разрешения. Использование архивной космической информации в совокупности с оперативно принимаемой позволяет проводить комплексный экологический мониторинг водного хозяйства автономного округа и решать следующие задачи:

- осуществлять мониторинг рек Обь-Иртышского бассейна в период весенне-летнего половодья;
- осуществлять мониторинг рек Обь-Иртышского бассейна в период осеннего ледостава;
- проводить анализ изменений береговых линий вследствие активных русловых процессов;
- проводить обновление электронных карт гидросети автономного округа.

Для решения задач космического мониторинга рек Обь-Иртышского бассейна в период весенне-летнего половодья в ЮНИИ ИТ ведётся ежедневный приём космических снимков MODIS со спутников TERRA и AQUA. Разработан алгоритм автоматической классификации мультиспектральных космических снимков MODIS с пространственным разрешением 500 м, с целью выделения облачности, снежного покрова и водной поверхности. Исходные космические снимки (рис. 1а) и результаты классификации (рис. 1б) ежедневно в период с 1 апреля по 31 июля публикуются на общедоступном портале geo.uriit.ru, что позволяет в оперативном режиме отслеживать процессы таяния снежного покрова, вскрытия рек и затопления пойменных территорий. Кроме спутниковой информации на сайте размещаются данные гидропостов о фактическом уровне воды в 7-ми населенных пунктах автономного округа, расположенных на реках Обь и Иртыш.

Для решения задач космического мониторинга рек Обь-Иртышского бассейна в период осеннего ледостава использовались радарные космические снимки со спутника ERS-2, прием которых осуществлялся в ЮНИИ ИТ вплоть до вывода его из эксплуатации в июле 2011 года. Ежедневный анализ радарных космических снимков ERS-2 в совокупности с оптическими данными MODIS позволял отслеживать процесс образования ледового покрова на реках Обь и Иртыш. Разработанная технология классификации ледового покрова на основе использования радарных космических снимков позволяет определять качество льда и выявлять места скопления разрушенного (торосы) и гладкого льда, что впоследствии позволяет выделять участки рек, на которых возможно затопление территории из-за неравномерного протаивания льда.

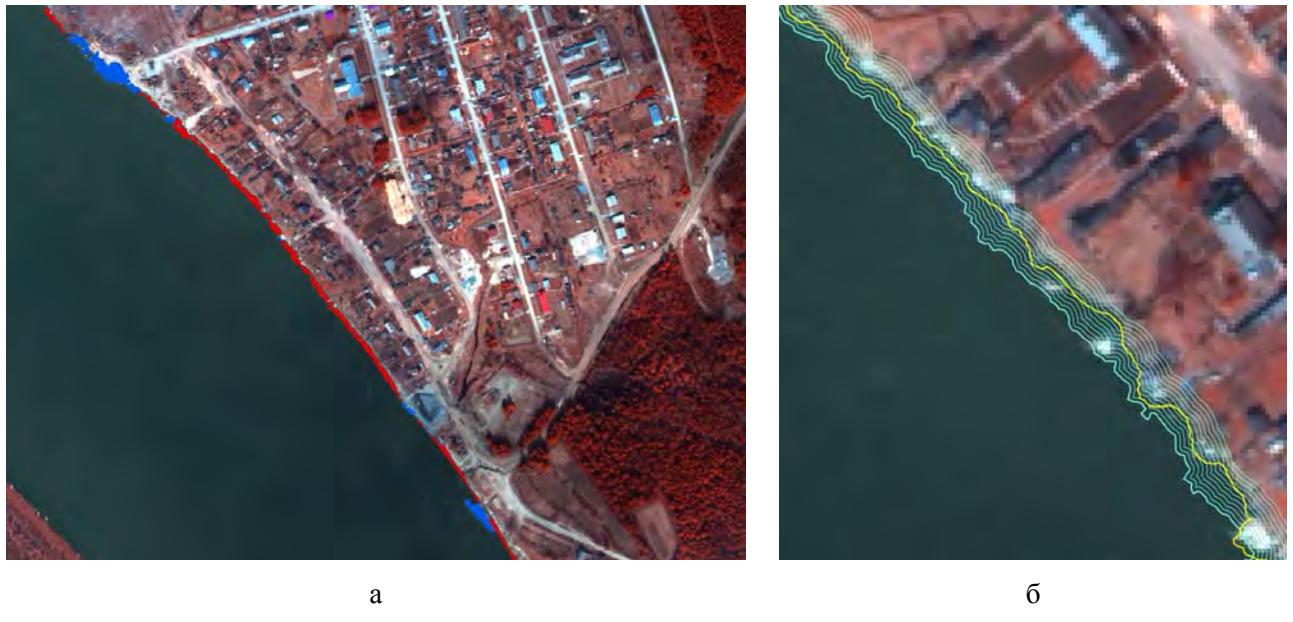


а

б

Рис. 1 – Фрагмент космического снимка TERRA на территорию автономного округа (а), результаты классификации космического снимка TERRA в период весенне-летнего половодья (б)

Для решения задачи анализа изменений береговых линий использовались разновременные архивные и актуальные космические снимки высокого пространственного разрешения (0,5–1 м). Разработана технология анализа космических снимков, которая позволяет выявлять места активных русловых процессов вблизи населенных пунктов автономного округа (рис. 2а), расположенных на реках Обь и Иртыш, и оценивать скорость разрушения береговой линии. Использование данной технологии позволило, например, оценить произошедшие за 7 лет изменения береговой линии вблизи п. Бобровский (рис. 2б), где разрушение в некоторых местах составило до 8 м.



а

б

Рис. 2 – Результаты выявления изменений береговой линии (а), динамика разрушения береговой линии (б)

Для обновления электронных карт гидросети территории автономного округа была использована бесшовная мозаика космических снимков Landsat-5 (рис. 3). Для создания мозаики был использован алгоритм [1] автоматического выделения областей космического снимка покрытых облачностью или тенями от облаков, что позволило создать безоблачное мозаичное покрытие на основе 79 космических снимков за 2007 год. Разработанный на основе модифицированного индекса NDWI [2] алгоритм классификации мозаичного покрытия космических снимков позволил выделить все водные объекты автономного округа. В результате

был создан векторный слой водных объектов автономного округа, который впоследствии был дополнен атрибутивной информацией (название, площадь, периметр) о наиболее крупных водных объектах автономного округа на основе имеющегося слоя водных объектов.

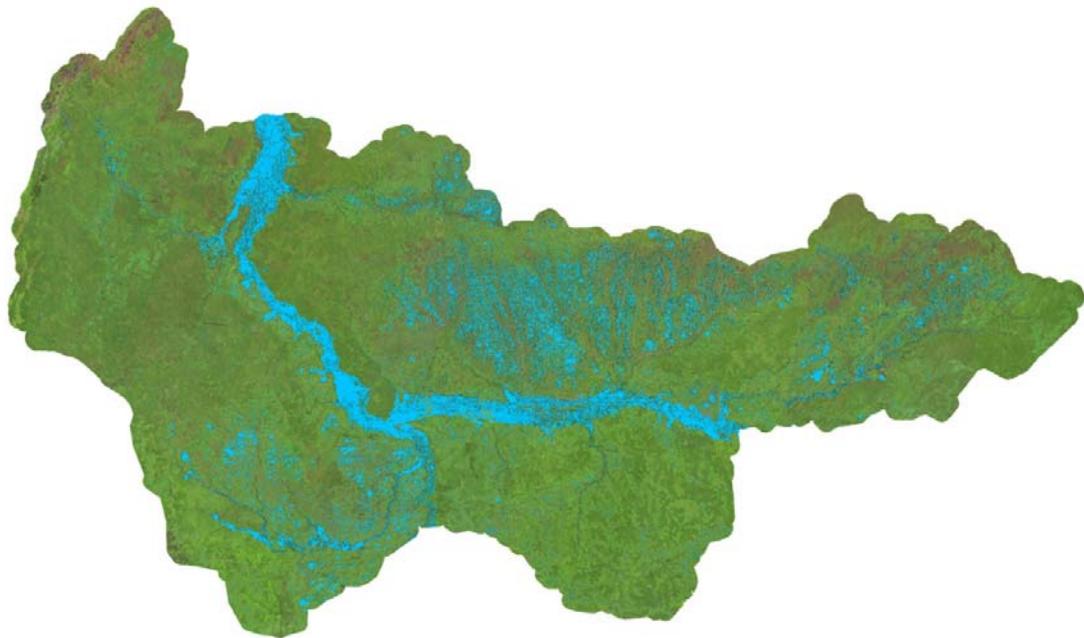


Рис. 3 – Безоблачная мозаика космических снимков Landsat-5
на территорию автономного округа с выделенными водными объектами

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Zhe Zhu, Curtis E. Woodcock Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery / Original Research Article: Remote Sensing of Environment, Volume 118, 15 March 2012, Pages 83–94.
2. Gao B.C. NDWI: a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space / Original Research Article: Remote Sensing of Environment, Volume 58, 1996, Pages 257–266.

ДИСТАНЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНЕ МЕРЗЛОТЫ

Ю. М. Полищук

Одной из важных задач современных исследований северных территорий является изучение динамики термокарстовых процессов в условиях глобального потепления. Важность этой задачи определяется тем, что большинство газовых месторождений и большое число месторождений нефти России располагается в зоне вечной мерзлоты Западной Сибири и снижение прочности многолетнемерзлых грунтов под воздействием потепления климата приводит к росту аварийности на трубопроводах и других сооружениях нефтегазового комплекса, вызывая рост экономических и экологических ущербов [1, 2]. Разработка мероприятий по снижению ущербов нефтегазодобывающих предприятий требует проведения исследований динамики термокарстовых процессов на территории вечной мерзлоты в условиях глобального потепления климата. Моделирование и прогноз климатических изменений на северных территориях также требуют знания динамики термокарстовых процессов.

Поэтому изучение динамики термокарстовых процессов в зоне многолетней мерзлоты в связи с глобальными климатическими изменениями, несомненно, является актуальной проблемой, решение которой вследствие высокой степени заболоченности и труднодоступности территории многолетней мерзлоты проводится с применением данных дистанционного зондирования поверхности Земли. При этом в качестве наиболее пригодных геоморфологических индикаторов изменений термокарстовых процессов используются хорошо дешифрируемые на космических снимках термокарстовые озёра. Целью настоящей работы является изложение результатов дистанционных исследований и моделирования динамики полей термокарстовых озёр.

Многолетнемерзлые горные породы широко распространены на Земле и встречаются почти на всех континентах. Площадь их распространения превышает четвертую часть всей суши земного шара, включая примерно 75% территории Аляски и более половины территории Канады и России. В России общая площадь районов распространения вечной мерзлоты равна 10,7 млн. км², что составляет около 63,5 % от всей территории страны.

Поля термокарстовых озер проявляют заметные изменения во времени и в пространстве: появляются новые озера, другие озера исчезают, оставляя вместо себя хасыреи (котловины осущенных озер), происходят изменения формы береговых границ и площадей их водного зеркала. Особенно ускорились эти процессы в последние три десятилетия, когда стало заметно проявляться потепление климата [1, 2]. На рис. 1. представлено для иллюстрации изображение поля термокарстовых озер и хасыреев на космическом снимке.

Исследования изменения состояния термокарстовых озер проводились на территории Скандинавии, Западной Сибири, Аляски и Канады. Как следует из анализа опубликованных работ, в большинстве случаев исследования изменений площадей термокарстовых озер основываются либо на качественном анализе изменений площадей озер, либо на определении разности площадей озер за определенный промежуток времени. Такие подходы не позволяют получить в достаточно полном объеме детальные данные о количественных характеристиках динамики площадей озер. Поэтому особую значимость приобретают дистанционные исследования, направленные на получение количественных характеристик динамики термокарстовых процессов, на что и были направлены наши исследования.

Результаты исследований точности дистанционного измерения площадей озер приведены в [3], где показано, в частности, что для озер площадью 10 га и более средняя относительная погрешность измерения площади озер по космическим снимкам не превышает 3,5 %. Другим источником погрешностей дистанционных измерений площадей озер в исследованиях многолетней динамики термокарста являются внутрисезонные изменения площадей озер. Анализ величины этих изменений проведен в [4] с использованием радиолокационных снимков ERS-2 и Envisat. В результате проведенного в [4] исследования внутрисезонной динамики площадей озер установлено, что величина относительного изменения суммарной площади озер в среднем не превышает 2 %. Исследования внутрисезонной динамики показывают также, что при формировании коллекции космических снимков для исследования межгодовой

динамики суммарной площади озер можно выбирать безоблачные оптические снимки Landsat, полученные в произвольные месяцы теплого сезона.

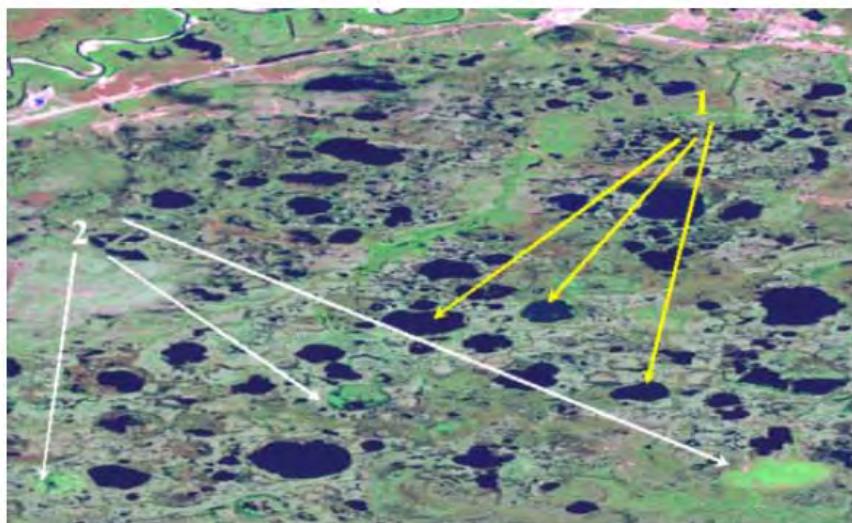


Рис. 1. Фрагмент космического снимка Landsat-7 (07.08.1999 г.) с термокарстовыми озерами и хасыреи. Обозначения: 1 – термокарстовые озера; 2 – хасыреи

Для проведения исследований многолетней динамики состояния термокарстовых озер с помощью программных средств ArcGIS 9.3 измерялись площади водных поверхностей озер на разновременных космических снимках, полученных за 35-летний период. Всего было использовано более 30 тысяч озер, информация о которых составила основу созданной базы данных о термокарстовых озерах Западной Сибири [5]. Эта информация была использована для разработки модели полей термокарстовых озер в зоне мерзлоты. Исследованы статистические свойства случайных полей термокарстовых озер на основе данных дистанционного зондирования Земли. Показано, что распределение центров озер соответствует закону равномерной плотности, распределение термокарстовых озер по их площадям удовлетворяет показательному закону. Показано также, что как изменения координат центров озер, так и изменения площадей озер и координат их центров статистически независимы.

Исследование с помощью космических снимков статистических свойств извилистости береговых границ термокарстовых озер показало [6], что случайные отклонения береговых границ озер от окружностей невелики и их среднеквадратические отклонения в разных зонах мерзлоты не превышают 5 %. Это позволило при разработке модели полей термокарстовых озер береговые границы термокарстовых озер аппроксимировать окружностью, на основе чего модель полей озер была предложена в [7] в виде совокупности случайных окружностей.

В связи с удаленностью метеостанций от тестовых участков на территории исследований для достоверного выявления взаимосвязи изменений свойств термокарстовых озер с климатическими изменениями использованы климатические показатели, полученные методом реанализа. Для исследования взаимосвязи термокарстовых и климатических изменений использованы методы многомерного регрессионного анализа. В результате найдено уравнение множественной регрессии [8], связывающее параметр распределения числа озер по их площадям со среднегодовой температурой и годовым уровнем осадков. Указанные взаимосвязи учтены при разработке модели и численного алгоритма моделирования полей термокарстовых озер.

На основе проведенных исследований сформулированы следующие основные положения, определяющие существенные свойства модели пространственно-временной структуры полей термокарстовых озер:

- 1) формы береговых границ озер могут быть представлены уравнением окружности с координатами центров x_i , y_i и площадью s_i (i – номер озера);
- 2) пространственные изменения координат центров окружностей и их площадей статистически независимы;

- 3) случайное распределение каждой из координат центров окружностей $x_i, y_i, i=1, n$ (n – число озер на исследуемом тестовом участке) определяется законом равномерной плотности;
- 4) случайное распределение числа окружностей по их площадям определяется показательным законом распределения;
- 5) зависимость статистических свойств поля термокарстовых озер от времени, температуры и осадков описывается регрессионным уравнением, полученным в [8] на основе анализа экспериментальных данных об изменении площадей озер и климатических параметров.

Исследована адекватность разработанной имитационной модели на основе критерия Стьюдента о соответствии средних модельных и экспериментальных площадей озер. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод об адекватности разработанной модели согласно критерию Стьюдента с уровнем значимости 5 %.

Для исследований динамики полей термокарстовых озер с использованием имитационного моделирования проведены имитационные эксперименты с моделью, направленные на исследование изменений средних площадей озер в условиях мерзлоты Западной Сибири. В результате получено, что погрешность моделирования составила 17 %, что показывает практическую применимость разработанной модели для анализа и прогноза динамики полей термокарстовых озер на территории мерзлоты.

Для иллюстрации применения предложенной модели проведено прогнозирование временных рядов средних значений площадей термокарстовых озер на исследованной территории Западной Сибири в условиях потепления климата, для чего сформированы сценарии для прогнозирования динамики термокарста на периоды до 2030 и 2050 годов. Как показал анализ результатов прогнозирования временного хода средних значений площадей озер, если в течение ближайших десятилетий тенденции роста среднегодовой температуры воздуха на территории многолетней мерзлоты будут сохраняться, то следует ожидать в зоне мерзлоты Западной Сибири сокращение площадей термокарстовых озер по сравнению с 2010 годом в среднем на 9,6 % к 2030 году и на 16,4 % к 2050 году [8].

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Анисимов, О. Глобальное потепление и таяние вечной мерзлоты: оценка рисков для производственных объектов ТЭК РФ / О. Анисимов, С. Лавров // Технологии ТЭК, 2004. – № 3. – С. 78–83.
2. Вечная мерзлота и освоение нефтегазоносных районов / Под. ред. Е. С. Мельникова и С. Е. Гречишева. – М.: ГЕОС, 2002. – 402 с.
3. Брыксина, Н. А. Исследование точности дистанционного измерения площадей озер с использованием космических снимков / Н. А. Брыксина, Ю. М. Полищук // Геоинформатика, 2013. – № 1. – С. 64–68.
4. Брыксина, Н. А. База данных по термокарстовым озерам Западной Сибири на основе космических снимков и возможности ее практического использования / Н. А. Брыксина, В. Ю. Полищук, Ю. М. Полищук // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. – Т. 8. № 3. – С. 175–181.
5. Брыксина, Н. А. Анализ сезонных изменений площадей термокарстовых озер в зоне вечной мерзлоты Западной Сибири с использованием снимков ERS-2 / Н. А. Брыксина, Ю. М. Полищук // Исследование Земли из Космоса, 2009. – № 3 – С. 90–93.
6. Полищук, Ю. М. Моделирование пространственно-временной динамики термокарста в зонах многолетней мерзлоты / Ю. М. Полищук, В. Ю. Полищук // Информационные системы и технологии, 2011. – № 3 – С. 25–31.
7. Полищук, Ю. М. Дистанционные исследования изменчивости формы береговых границ термокарстовых озер на территории многолетней мерзлоты Западной Сибири / Ю. М. Полищук, В. Ю. Полищук // Исследование Земли из космоса, 2012. – № 1. – С. 313–319.
8. Полищук, В. Ю. Геоимитационное моделирование полей термокарстовых озер в зонах мерзлоты / В. Ю. Полищук, Ю. М. Полищук. – Ханты-Мансийск: УИП ЮГУ, 2013. – 129 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО – ЮГРЫ

Н. С. Ремень¹, В. А. Пуртов², Е. М. Гузёмина³, Н. В. Тельнова⁴

АУ ХМАО – Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана»

Динамичное развитие хозяйственной и экономической деятельности любого региона влечет за собой комплекс экологических проблем. Специфика промышленности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, связанная с нефтегазодобычей, обуславливает мощное антропогенное воздействие. Развитие Системы управления ресурсами округа невозможно без изучения реального состояния природной среды и объектов промышленности.

С 2007 года сотрудники АУ «НАЦ РН им. В. И. Шпильмана», используя накопленный практический опыт обработки космических снимков и многолетние результаты дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), ведут экологический мониторинг земель, нарушенных вследствие различных территориальных процессов с применением геоинформационных технологий.

Для научно-исследовательских работ выбраны следующие категории земель, утративших свою хозяйственную ценность или являющихся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образования техногенного рельефа в результате производственной деятельности:

- нефтезагрязненные земли;
- нарушенные земли в местах добычи общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ) и в местах сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ);
- участки лесовосстановления и рубки в границах территориальных лесничеств и за их пределами;
- территории непроизводственной и промышленной инфраструктуры.

Мониторинг осуществляется с использованием космических снимков различного пространственного разрешения на местности со спутников: LANDSAT-5, 7 (15 м, 30 м), ALOS PRISM (2.5 м) и ALOS AVNIR-2 (10 м), ASTER (15 м), FORMOSAT (8 м), QUICKBIRD (0.6 м), GEOEYE-1 (1 м), IKONOS (0.9 м), RAPIDEYE (5 м).

На базе лаборатории данных ДЗЗ внедрены следующие технологические этапы обработки данных ДЗЗ на основе программных комплексов ENVI, ERDAS IMAGINE и MapInfo Professional (рис. 1).

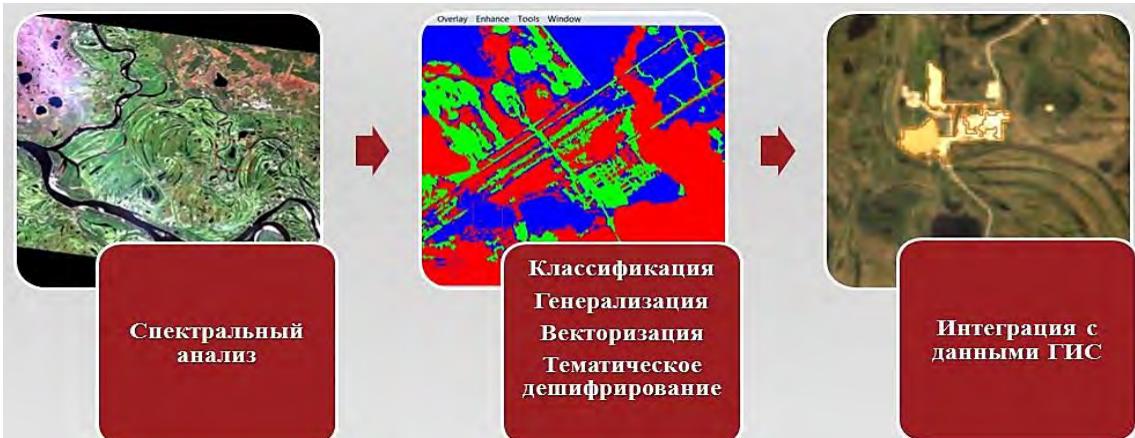


Рис. 1 – Технологическая цепочка обработки данных ДЗЗ

1. Обработка и анализ мультиспектральных и панхроматических данных ДЗЗ для автоматизированного выявления и картографирования нарушенных земель.

Первоначальный и общий этап обработки растровых изображений различного пространственного разрешения. Спектральный анализ заключается в подборе вариантов многоспектрального изображения местности и слияния в один файл. Только после этого можно приступить к визуальному или автоматизированному анализу снимков и их тематической обработке.

2. Классификация мультиспектральных изображений, генерализация.

Способы классификации по характеру реализации делятся на 2 группы: автономная (без обучения) и контролируемая (с обучением).

В первом случае используют статистические методы, чтобы сгруппировать n-мерные данные в их естественные спектральные классы. При выборе второго способа классификации необходимы «обучающие пиксели» или выбор эталонов.

Любое классифицированное изображение нуждается в постобработке, в ходе которой оценивается точность результатов, объединяются близкие классы, производится генерализация изображения для получения растровой или векторной карты.

Результат классификации – получение тематической информации из спектральной, позволяет сократить объем данных и анализировать объекты.

3. Автоматизированное выявление и картографирование нарушенных и нефтезагрязненных земель.

Сложнейшим при анализе и дешифрировании территорий, загрязненных нефтепродуктами является этап отделения и различимости многочисленных водных объектов от нефтяных загрязнений. Задача частично решается по визуальным признакам. Например, у нефтеразливов обычно размытые, как бы смазанные границы, а у озёр, рек водная граница обычно чёткая и яркая.

Наиболее объективной и достоверной информацией по аварийности владеют компании-операторы, поэтому на данном этапе дешифрирования выполняется сверка с отчетами недропользователей.

4. Автоматизированное выявление, определение размеров и картографирование штабелей и карьеров намыва песка.

Технологическая цепочка позволяет отделять открытые грунты (в основном пески), встречающиеся в природных условиях (например, в поймах рек), в местах, где идет активная аккумуляция песка (песчаные отмели) и в пределах технологических площадей, созданных человеком – отсыпанных песком или со вскрытым грунтом (площади гидронамыва, кустовые площадки, трубопроводы, дороги и т. п.).

5. Автоматизированный поиск, картографирование и мониторинг мест сжигания попутного нефтяного газа.

Технология основана на применении алгоритмов интегральной оценки порогов яркости от горящего факела во всех каналах на мультиспектральных снимках.

Выявление факельных установок проводится параллельно с дешифрированием нарушенных земель в местах сжигания ПНГ.

Результаты автоматического поиска нарушенных участков требуют визуальной доработки. Косвенные дешифровочные свойства едины – округлая форма площадки вокруг одиночных факельных установок в пределах небольших ДНС или эллиптическая на крупных нефтедобывающих объектах.

6. Процедура Pan-sharpening.

Методика выявления, картографирования и мониторинга нарушенных земель разных категорий, базирующаяся на комплексном использовании космических снимков различного пространственного и временного разрешения.

Процедура проводится путем увеличения пространственного разрешения изображения с более низкими значениями (как правило, в мультиспектральном диапазоне) путём исполь-

зования изображения с более высоким пространственным разрешением (в панхроматическом диапазоне).

7. Построение разновременных композитов.

Методика автоматизированного выявления изменений на космических снимках. В основе данного метода лежит сравнение значений коэффициентов спектральной яркости, полученных для одной территории, но в разное время. Для выполнения поиска изменений к данным ДЗЗ желательно применять следующие требования: снимки должны быть приведены к одной системе координат, к одному размеру пикселя и должны быть близки по сезону, с минимальной облачностью и дымкой.

Анализируя результаты применения различных программных технологий по выявлению нарушенных категорий земель территории Югры можно сделать вывод, что любые автоматизированные и полуавтоматические процессы обработки в комплексе с визуальным дешифрированием данных ДЗЗ, полевыми заверочными работами, выполняемыми специалистами и сверкой данных, имеющихся у компаний-недропользователей, приводят к положительному конечному итогу.

Используемые программные продукты обеспечивают наилучшими возможностями в области обработки изображений, позволяющими анализировать и визуализировать данные. Внедренные комплексы программ дополняют друг друга, а не исключают из процесса обработки данных ДЗЗ.

Пакет ENVI поддерживает большое число картографических проекций и координатных систем, предоставляет создание мозаики из снимков с различным пространственным разрешением, «масок» для изображений произвольной формы и многое другое при работе с многоспектральными данными.

Система ERDAS IMAGINE стала практически стандартной средой для работ с данными ДЗЗ. Основным достоинством является возможность исключения промежуточных наборов данных путем сохранения не файлов с такими данными и изображениями, а некоторых наборов алгоритмов и последовательностей действий (функций обработки).

Практически все результаты экологического мониторинга в области природопользования и недропользования, полученные с помощью методов дешифрирования данных ДЗЗ и архивные космические снимки различного пространственного разрешения на территории округа интегрируются в геоинформационный портал АУ «НАЦ РН им. В. И. Шпильмана», а также в картографический веб-сервис доступа к пространственным данным по территории ХМАО – Югры. Информация доступна на сайте центра недропользования по адресам <http://geoportal.crtu.ru/> и <http://maps.crtu.ru/> (рис. 2).

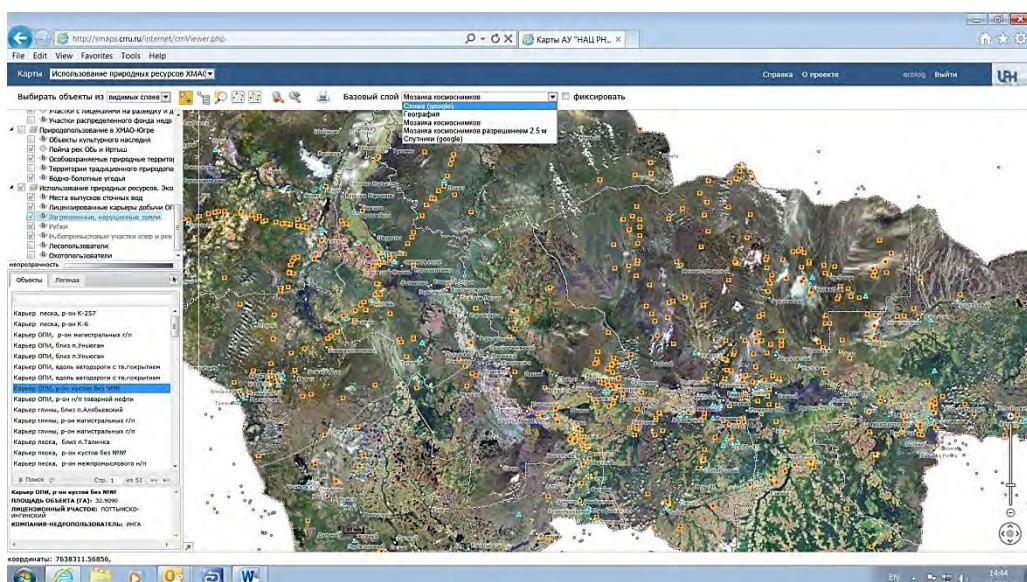


Рис. 2 – Карта «Использование природных ресурсов»

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Жиленев, М. Ю. Обзор применения мультиспектральных данных ДЗЗ и их комбинаций при цифровой обработке / М. Ю. Жиленев // Геоматика. – 2009. – № 3 (4). – С. 56–64.
2. Абросимов, А. В. Совместный проект компании «Совзонд» и ГП НАЦРН им. В. И. Шпильмана – новое слово в космическом контроле недропользования и природопользования / А. В. Абросимов, А. В. Беленов, Е. А. Брагин // Геоматика. – 2009. – № 4 (5). – С. 64–79.
3. Официальный сайт GISLAB [Электронный ресурс] <http://gis-lab.info> Дата обращения 15.07.2013 г.

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

О. С. Сизов

ООО «Компания СОВЗОНД»

Современные экологические проблемы, существующие в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО), связаны преимущественно с деятельностью нефтегазодобывающего комплекса. В округе по состоянию 01.01.2013 г. добывается более 50 % всей нефти в России, производственную деятельность ведут 82 компании, на балансе которых находится более 77000 скважин общего эксплуатационного нефтяного фонда [1]. Соблюдение принципа экологической ответственности бизнеса делает необходимым минимизацию антропогенного воздействия и ликвидацию экологических последствий.

Одним из важнейших инструментов экологического контроля и оценки антропогенного воздействия, наряду с натурными обследованиями и инструментальными измерениями, является космический мониторинг. Он представляет собой периодические наблюдения за состоянием заданных объектов при помощи космических снимков и характеризуется рядом преимуществ – высокой повторяемостью съемки, широким территориальным охватом, точностью пространственной привязки, автоматической обработкой, низкой удельной стоимостью, большим набором фиксируемых параметров и др.

Необходимость использования дистанционных данных при проведении локального экологического мониторинга лицензионных участков закреплена постановлением Правительства ХМАО №485-п [2]. Среди основных ожидаемых результатов Целевой программы [3] предполагается увеличение площади покрытия территории автономного округа космическими снимками разрешением не ниже 10 м/пикс с 434,9 до 659,9 тыс. кв. км. Регулярно проводятся работы по дешифрированию объектов экологических нарушений и определения воздействия на окружающую среду путем обработки космической съемки [4].

Многолетний опыт выполнения тематических работ в нефтегазовой отрасли компании «Совзонд» показывает, что существует значительный потенциал для расширения использования дистанционных данных при решении экологических задач. Среди основных направлений практического внедрения дистанционных методов можно выделить следующие:

1. Мониторинг рационального использования попутного нефтяного газа (ПНГ). В связи с уменьшением предельно допустимых значений показателя сжигания ПНГ на факельных установках до 5 % [5] за последние два года в округе наблюдается устойчивое снижение показателей. Процент рационального использования ПНГ по итогам 2012 года составил 89,1 %, что на 3,8 % выше показателей предыдущего года [1]. Не смотря на активный ввод новых объектов учета и использования попутного газа, в ряде случаев, например в рамках экологического аудита, у нефтяных компаний возникает необходимость проведения независимой оценки ситуации на отдельных месторождениях. В этом отношении использование космических снимков позволяет решать следующие задачи:

- выявление на основе данных с высоким и сверхвысоким пространственным разрешением всех площадок стационарного и аварийного (временного) сжигания ПНГ;
- установление фактов горения на выявленных площадках сжигания за указанный период времени на основе высокопериодичной (2–4 раза в сутки) космической съемки с низким пространственным разрешением;
- установление объемов сжигания ПНГ в пределах отдельных месторождений или их групп путем установления зависимостей между значениями яркостей тепловых каналов съемочной аппаратуры и показателями счетных устройств на эталонных факельных устройствах.

2. Мониторинг нефтяного загрязнения почв. Основным источником загрязнения почв в нефтегазодобывающей промышленности являются аварийные разливы, число которых постепенно сокращается, но по-прежнему довольно значительно (3209 аварий в 2012 году).

При этом за счет инвентаризации загрязнения в крупных нефтяных компаний наблюдается небольшой рост площадей нерекультивированных земель до 5138 га в 2012 году [1]. Учет последствий аварийных разливов нефти является обязательным при проведении локального экологического мониторинга, поэтому, учитывая обширные площади и труднодоступность территории, использование дистанционных методов позволяет существенно сократить стоимость работ и повысить их эффективность. Можно назвать следующие задачи данного направления, решение которых подтверждено практическим опытом:

– выявление участков нефтяного загрязнения площадью от 0,005 га по мультиспектральным снимкам высокого и сверхвысокого пространственного разрешения путем автоматизированного анализа яркостных характеристик и косвенных признаков. Достоверность обнаружения, при наличии данных полевых исследований эталонных участков, превышает 96 %;

– оценка масштабов загрязнения и природных условий окружающей территории, позволяющая рационально планировать деятельность по рекультивации. Методом детального картирования ландшафтов и существующей инфраструктуры возможно решение логистических задач, включая выбор оптимальных путей подъезда, размещения техники, полигонов временного хранения и устройств по переработке нефтезагрязненных грунтов;

– оценка по материалам разновременной съемки эффективности проведения рекультивационных мероприятий на основе косвенных признаков – наличию устойчивого растительного покрова и отсутствию вторичных нефтепроявлений;

– моделирование миграции нефтяного загрязнения на основе детального картирования территории (включая картирование почвенного покрова), учета особенностей микрорельефа и мониторинга реальной ситуации по ретроспективным снимкам. Эта информация представляет ценность при разработке планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории ХМАО;

– выявление потенциальных участков коррозии трубопроводов на основе сопоставления очагов аварийности с природными особенностями территории (перегибы склонов, границы грунтов различного механического состава, границы участков с различным гидрологическим режимом и т. д.).

3. Мониторинг состояния шламовых амбаров. По состоянию на 01.01.2013 г. в автономном округе остаются нерекультивированными 1515 шламовых амбаров, объемы рекультивации составляют около 300 амбаров в год [1]. При сохранении подобных темпов и широком внедрении технологий безамбарного бурения можно говорить о возможности полной ликвидации амбаров в течение ближайших 5–6 лет. В этой ситуации целесообразно использование космических снимков по двум направлениям:

– инвентаризация всех существующих амбаров, включая картирование прилегающих к ним территорий, оценку состояния (исключая объем шлама), определение площади и транспортной доступности на основе высокодетальных космических снимков;

– оценка по материалам разновременной съемки эффективности мер по ликвидации амбаров на основе анализа индикаторов – состоянию окружающей растительности и наличию вторичных проявлений шлама и нефтяного загрязнения.

4. Мониторинг техногенной нагрузки. Согласно Постановлению [2] в ходе локального экологического мониторинга каждого лицензионного участка должен проводиться учет изменений техногенной нагрузки по сравнению с предыдущим годом, с указанием места расположения построенных объектов. Решение данной задачи с наименьшими материальными затратами возможно путем анализа разновременных космических снимков (создание композитов). При этом на композитах будут явно отображаться все изменения, произошедшие за год, а детальное дешифрирование позволит определить точные границы, площадь и тип вновь созданного объекта.

5. Модернизация единой геопространственной основы. По существующим рекомендациям [6] информация о результатах локального экологического мониторинга должна содержать карту лицензионного участка в виде топографической основе масштаба не менее 1:50000. Именно на данную карту наносятся основные объекты инфраструктуры, источники

загрязнений и пункты наблюдений. Представляется рациональным использовать в качестве геоподосновы космические снимки с пространственным разрешением не хуже 2,5 м/пикс, что позволит увеличить масштаб отображения и точность определения пространственного положения объектов до 1:25000 и крупнее (до 1:10000 в случае использования данных с разрешением 0,5 м/пикс.). Также это позволит увеличить детальность и информативность тематических карт (почв, растительности, ландшафтов) и в дальнейшем более точно учесть потенциальное техногенное воздействие.

Помимо указанных направлений дистанционные данные успешно применяются при выявлении и мониторинге участков загрязнения подтоварными засоленными водами, мониторинге полигонов хранения/переработки шлама и нефтезагрязненных грунтов, мониторинге землепользования, лесопользования, а также картировании территорий лесных пожаров в пределах лицензионных участков.

Необходимо отметить, что при общем ужесточении экологического законодательства нормативными документами регламентируется минимальное использование космических снимков при решении экологических задач, в частности 1 раз в 5 лет для мониторинга ландшафтов [2]. Основной упор делается на инструментальные методы – только по почвам в 2012 году было проведено 26799 измерений загрязняющих веществ [1]. Однако накопленный опыт показывает, что внедрение методов моделирования, экстраполяции и дистанционного анализа на основе космических снимков позволило бы избежать излишних материальных затрат. Тем более что современные технические средства обеспечивают возможности доступного ежегодного покрытия лицензионных участков съемкой с высоким и сверхвысоким пространственным разрешением.

Таким образом, инициативное внедрение эффективных технологий дистанционного мониторинга в работу нефтегазодобывающих предприятий является целесообразным и способствует повышению экологической ответственности и прозрачности.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Доклад «Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2012 году» [Электронный ресурс] www.ecology.admhmao.ru Дата обращения: 28.07.2013 г.
2. Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 23 декабря 2011 г. №485-п «О системе наблюдения за состоянием окружающей среды» [Электронный ресурс] www.ecougra.ru Дата обращения: 28.07.2013 г.
3. Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 9 октября 2010 г. №248-п «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2011–2013 годах и на период до 2015 года» [Электронный ресурс] www.ecougra.ru Дата обращения: 28.07.2013 г.
4. «Обеспечение космической информацией дистанционного зондирования для ведения экологического мониторинга на территории автономного округа» Краткий отчет о выполнении государственного контракта №117 от 04 июля 2011 г. [Электронный ресурс] www.ecougra.ru Дата обращения: 28.07.2013 г.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 ноября 2012 г. №1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа» [Электронный ресурс] base.consultant.ru Дата обращения: 28.07.2013 г.
6. «Рекомендации к составлению и оформлению картографического материала к ежегодному отчету о результатах локального экологического мониторинга» [Электронный ресурс] www.ecougra.ru Дата обращения: 28.07.2013 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Н. И. Тананаев

*Игарская геокриологическая лаборатория – филиал ФГБУН
Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН*

Грамотное управление водными ресурсами является важным элементом устойчивого развития регионов. Одним из основных путей управления является реализация гидротехнических мероприятий как комплекса технических мер, изменяющих гидравлическую структуру потока (активные) или ограждающих территории от воздействия речных вод (пассивные). Основные задачи гидротехнических мероприятий – предотвращение негативного воздействия речных вод (наводнения, размыв берегов, русловые процессы), обеспечение благоприятных условий судоходства на водных объектах. Их планирование требует научного обоснования, включающего в первую очередь детальные водно-технические изыскания на исследуемой акватории. В состав изысканий входят три основных этапа: сбор натурных данных, гидроморфологический анализ участка реки и компьютерное моделирование (Тананаев, 2011). Наряду с традиционными картографическими источниками данных, в процессе изысканий всё чаще используются данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗ).

Данные дистанционного зондирования часто используются уже на **первом этапе** производства изысканий, т. е. в процессе сбора натурных данных. На этом этапе выполняется батиметрическая съёмка акватории, сбор данных о характере берегов и прилегающих участках поймы. В настоящее время промеры глубин производятся программно-аппаратными комплексами, включающими эхолот, прибор спутникового позиционирования, портативный компьютер. Использование геопривязанных космических снимков в качестве растровой подложки в программе сбора промерных данных упрощает производство промерных работ. Оно позволяет контролировать пространственное положение судна и промерных галсов, что особенно важно при работах на крупных реках, разветвлённых на рукава (каково, например, среднее и нижнее течение р. Лена). В дальнейшем, при составлении батиметрических карт, космические снимки используются для оцифровки с них контуров берегов, крупных песчаных массивов. Пространственное разрешение снимков и их актуальность не оказывают сильного влияния на качество пост-обработки; в практике изысканий часто используются панхроматические снимки аппарата Landsat, имеющие разрешение 30 м/пикс и полученные с портала EarthExplorer (USGS).

Гидроморфологический анализ (цель **второго этапа** изысканий) производится с привлечением всей доступной пространственной информации, включая ДДЗ. Задачей такого анализа является определение основных тенденций развития участка реки, на котором планируется организация гидротехнических мероприятий – как современных, так и исторических. В качестве основных материалов привлекаются обычно лоцманские и топографические карты; использование ДДЗ позволяет уточнить результаты многих картометрических расчётов. Это относится в первую очередь к расчёту скорости отступания берегов. Так, для территории центральной Якутии (район г. Якутск) в открытом доступе имеются панхроматические космические снимки аппаратов Landsat MSS (60 м/пикс), TM и ETM (30 м/пикс). Они позволяют оценить темпы и направленность отступания берегов р. Лены, начиная с 1972 г., что превышает полную продолжительность циклов водности (25 лет). Помимо береговой динамики, ДДЗ позволяют косвенно оценивать изменения русла в целом, оценивая изменения конфигурации отдельных островов, проток и песчаных массивов. Совместный анализ гидрологических и картографических данных (включая ДДЗ) позволяет увязать отдельные периоды активизации проток или интенсивного развития берегов с периодами повышенной (пониженней) водности рек.

Третим этапом, в последнее время включаемым в состав изысканий всё более часто, является компьютерное моделирование участков русел. Моделирование – гибкий инструмент, позволяющий оценивать гидравлическую структуру потока при бытовых условиях, а также после реализации гидротехнических мероприятий. Возможно также оценить различные варианты мероприятий, сравнивая их по эффективности (в смысле влияния на динамику потока) и, учитывая затраты на их реализацию – по экономической состоятельности. Расчётная часть выполняется специализированным программным обеспечением, используя материалы, собранные на предыдущих этапах изысканий. С использованием ДДЗ возможно уточнение отдельных параметров модели, которые не были получены в поле – гидравлические характеристики поймы, а также расположение в её пределах объектов инфраструктуры (дороги, отдельные строения). В случае дорог, проложенных по насыпям, точное их положение в пределах участка важно для корректного моделирования расходов воды малой обеспеченности (раз в 100–1000 лет), когда пойма полностью затапливается. Кроме того, применять ДДЗ можно и для визуализации результатов моделирования; эффектно выглядят оверлеи космических снимков с зонами затопления территории.

Часто планирование гидротехнических мероприятий требует решения других специфических научно-прикладных задач, также решаемых с привлечением ДДЗ. Снимки ближнего инфракрасного диапазона (канал 6 аппаратов Landsat) могут использоваться для изучения смешения речных вод в местах впадения притоков, в которых, как правило, располагаются затруднительные для судоходства участки (например, Усть-Алданский перекат при впадении р. Алдан в р. Лена). Радарные снимки (аппараты RADARSAT, TerraSAR-X и другие) позволяют производить мониторинг ледовых условий. С их использованием возможно прогнозирование возможности и мест расположения заторов, оценка вероятности заторных наводнений, что для территории Республики в последнее время становится всё более актуальным. Моделирование динамики гидрологической сети на больших площадях в настоящее время успешно реализовано для цифровых моделей рельефа ASTER DEM и SRTM (Гарцман, 2013). Другие деривативные продукты (к примеру, индексы DVI) могут быть использованы для анализа пойменной растительности, что позволяет косвенно оценивать высотную структуру поймы, возраст её заселения древесной растительностью. Фактически, ДДЗ являются достаточно универсальным инструментом получения информации, необходимой для планирования гидротехнических мероприятий; многообразие доступных инструментов и методов анализа позволяют подобрать те из них, которые в наибольшей степени соответствуют поставленным задачам, также весьма разнообразным.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Тананаев, Н. И. Гидротехнические мероприятия на реках Якутии: обоснованность и эффективность / Н. И. Тананаев // Наука и техника в Якутии. 2011. – № 2(21). – С. 21–25.
2. Гарцман, Б. И. Анализ геоморфологических условий формирования первичных водотоков на основе цифровых моделей рельефа / Б. И. Гарцман // География и природные ресурсы. 2013. – № 1. – С. 136–147.

Научное издание

Геоинформационные технологии в решении задач рационального природопользования

**Материалы Всероссийской
научно-практической конференции**

Оригинал-макет подготовлен ООО Издательство Юграфика.

Подписано в печать 25.10.2013.

Формат 60x84/8. Гарнитура Times New Roman.

Усл. п. л. 9,25. Тираж 100 экз. Заказ № 39.

Отпечатано в типографии ООО Издательство Юграфика.
628012, Ханты-Мансийский автономный округ,
г. Ханты-Мансийск, ул. Крупской, 26

