



**Материалы XI Всероссийской научно-практической  
конференции-выставки инновационных экологических  
проектов с международным участием**

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНОЙ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Киров  
2013**

**Правительство Кировской области**  
**Администрация г. Кирова**  
**ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»**  
**ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН**  
**МБУ «Центр инноваций» г. Киров**  
**ЗАО «ИНТЕРА»**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ  
И КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В НАУЧНОЙ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И  
ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Материалы XI Всероссийской научно-практической  
конференции-выставки инновационных экологических проектов  
с международным участием

«Актуальные проблемы региональной экологии  
и биодиагностика живых систем»

26–28 ноября 2013 г.

Киров

2013

ББК 26.222

И 66

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Вятский государственный гуманитарный университет»

**Редакционная коллегия:**

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н., Г. Я. Кантор, к. т. н., В. А. Титова,  
С. Ю. Огородникова, к. б. н., А. С. Федоров, О. Г. Созинов, А. А. Ананьев,  
Е. А. Новикова, к. г. н., Т. А. Адамович, к. г. н., В. М. Бочкарев

И 66 Использование геоинформационных и космических технологий в научной, образовательной и практической деятельности: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции-выставки инновационных экологических проектов с международным участием «Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем» (г. Киров, 26–28 ноября 2013 г.). Киров: ООО «Лобань», 2013. 94 с.

ISBN 978-5-4338-0135-6

В материалах сборника представлен опыт, пути и подходы органов власти, учреждений и организаций региона по применению геоинформационных и космических технологий в научной, практической и образовательной деятельности.

Особое внимание обращено на деятельность созданных в регионе центров космических услуг, перспективы реализации кластерного подхода в развитии геоинформационных технологий на примере IT-кластера «ГЕОКИРОВ».

ISBN 978-5-4338-0135-6

Сборник подготовлен и издан по материалам научно-исследовательской работы в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ в области знаний «Науки о Земле», «Экологии и рационального природопользования» № НШ-2037.2012.5

ББК 26.222

© ФГБОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет, 2013

© ФГБУН Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>Федоров А. С.</b> Опыт использования геоинформационных технологий и результатов космической деятельности на территории Кировской области.....  | 4  |
| <b>Втюрина Н. Н.</b> Использование результатов обработки данных ДЗЗ для комплексного мониторинга лесопользовательской деятельности, экологического состояния лесного фонда, объектов окружающей среды и сельского хозяйства на территории Кировской области ..... | 9  |
| <b>Ашихмина Т. Я.</b> Использование результатов космической деятельности в научном и образовательном процессе.....  | 14 |
| <b>Созинов О. Г., Вахрушев В. А., Кужаров Н. Г., Введенский М. Е., Сергеев А. А., Кантор Г. Я.</b> Создание цифровой модели поймы реки Вятки.....   | 23 |
| <b>Адамович Т. А., Ашихмина Т. Я.</b> Оценка динамики природно-техногенного комплекса в районе объектов ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат» .....   | 31 |
| <b>Титова В. А., Кантор Г. Я.</b> Применение методов дистанционного зондирования земли при выявлении свалок древесных отходов в районах Кировской области.....  | 33 |
| <b>Кантор Г. Я.</b> Определение объема древесных отходов стереофотограмметрическим методом .....  | 38 |
| <b>Титова В. А., Новикова Е. А.</b> Перспективы применения аэрокосмических методов в целях контроля разрушения гидротехнических сооружений.....   | 41 |
| <b>Новикова Е. А., Ашихмина Т. Я.</b> Ранжирование лесной территории санитарно-защитной зоны объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» по степени устойчивости к атмосферному загрязнению.....   | 43 |
| <b>Василевич М. И., Елсаков В. В.</b> Применение спутниковых методов исследований в мониторинге состояния лесных фитоценозов в зоне выбросов Сыктывкарского лесопромышленного предприятия.....  | 49 |
| <b>Бирюкова В. С., Елсаков В. В.</b> Анализ интенсивности изменений экосистем с применением технологий спутникового мониторинга.....  | 53 |
| <b>Гизатуллин И. М.</b> О разработке и внедрении геоинформационной системы мониторинга объектов природопользования, с применением автоматизированных средств контроля и связи .....   | 55 |
| <b>Вахрушев В. А., Кужаров Н. Г.</b> Пример создания 3D модели жилого микрорайона .....   | 59 |
| <b>Кислицына М. А.</b> Использование ГИС-технологий в работе школьного центра космических услуг .....   | 61 |
| <b>Малых Н. Г.</b> Космическая жизнь школы №10 г. Кирова.....   | 62 |
| Презентации проектов геоинформационных и космических технологий, применяемых в Кировской области .....  | 65 |
| <b>Федоров А. С.</b> О перспективах реализации кластерного подхода в развитии геоинформационных технологий на территории субъекта Российской Федерации.....   | 65 |
| Презентация IT-кластера «ГЕОКИРОВ» .....  | 66 |
| <b>Огородников Е. В.</b> Презентация КОГБУ «Центр информационных технологий» .....  | 71 |
| <b>Созинов О. Г.</b> Презентация института территориального планирования и градостроительного проектирования «Кировгипрозем» .....  | 74 |
| <b>Титова В. А.</b> Презентация Инновационно-образовательного центра космических услуг ВятГГУ.....  | 86 |

# ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. С. Федоров*

*Департамент информационных технологий и связи Кировской области*

**Необходимость создания геоинформационной системы как системы управления регионом.** Использование геоинформационных технологий в современной системе управления является одним из важнейших условий, определяющих качество, эффективность и результативность менеджмента как в государственном секторе экономики, так и на уровне частных компаний и иных организаций. В связи с этим развитие геоинформационных технологий определено как приоритетное направление в Стратегии социально-экономического развития РФ на 2013–2020 гг.

Вместе с этим, климатические, географические и природные особенности Кировской области также определяют необходимость создания, внедрения и широкого использования геоинформационной системы как системы управления регионом, представляющей собой программно-аппаратный комплекс, решающий задачи по хранению, отображению, обновлению, анализу пространственной и атрибутивной информации по объектам и объединяющий данные различных ведомств в едином координатном пространстве для контроля и принятия управленческих решений.

**Создание геоинформационной системы Кировской области.** В 2010 г. Правительством Кировской области утверждена областная целевая программа «Использование результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития Кировской области» на 2011–2013 годы. В соответствии с этим, в 2011–2012 годах в рамках данной программы создана Геоинформационная система Кировской области (ГИС КО), оператором которой стало Кировское областное государственное бюджетное учреждение «Центр информационных технологий» (КОГБУ «ЦИТ») (рис. 1).

В декабре 2011 года научно-производственной корпорацией «РЕКОД» по заказу КОГБУ «ЦИТ» внедрены программные решения ГИС КО, загружены базовые пространственные данные области.

Вместе с этим, внедрение ГИС-технологий невозможно без соответствующей подготовки пользователей. В начале 2012 года КОГБУ «ЦИТ» было организовано обучение более 200 пользователей системы: это представители органов государственной власти, органов местного самоуправления, государственных учреждений и крупных бизнес структур. Обучение проходили как руководители, так и простые сотрудники организаций. На курсах обучения были рассмотрены современные подходы по использованию ГИС-технологий, даны основные понятия геоинформатики, показаны преимущества, которые дает анализ геопривязанных данных в повседневной управленческой деятельности. Слушатели обучающих семинаров изучили как базовые функции по просмотру, навигации, масштабированию в ГИС и управлению слоями, так и более слож-

ные функции, связанные с администрированием системы, управлением наборами доступных слоев ГИС, а также с загрузкой и актуализацией данных, с подключением к ГИС сторонних ресурсов, работающих по открытым стандартам.



Рис. 1. Рабочее совещание в Центре информационных технологий Кировской области

Кировская область, демонстрируя нацеленность на широкое использование геоинформационных и космических технологий для развития экономики региона, входит в число лидирующих субъектов по построению региональной геоинформационной системы, и одной из первых в Российской Федерации утвердила Регламент использования геоинформационной системы органами государственной власти.

В сентябре 2012 года регламент прошел очное обсуждение экспертами ГИС-Ассоциации, в ходе которого была получена положительная оценка деятельности по повышению эффективности использования пространственных данных в решении задач управления развитием региона.

КОГБУ «ЦИТ» проводит системную работу по актуализации информации, содержащейся в ГИС КО, в т. ч. в тесном сотрудничестве с такими организациями, учреждениями и органами власти как Земельная кадастровая палата, Управление Росприроднадзора по Кировской области, Федеральная налоговая служба, Россельхознадзор, Кировэнерго и др.

**Практический опыт использования геоинформационной системы Кировской области.** Популярность использования ГИС КО органами власти и иными учреждениями и организациями неуклонно растет. Отдел государственного экологического контроля департамента экологии и природопользования по Кировской области уже более полугода использует ГИС КО совместно с планшетным компьютером со встроенным приемником ГЛОНАСС/GPS. Спе-

специалисты отдела, производящие контроль, используя мобильное приложение, выезжают и фиксируют фотографии, координаты мест нарушений в сфере природопользования, указывают описание – все эти сведения формируются в сообщения и отправляются посредством беспроводной связи в ГИС КО, где появляется точечный объект с вышеуказанными сведениями, что позволяет использовать весь инструментарий и ресурсы ГИС КО. Так, с помощью геоинформационной системы определяется кадастровый номер участка (по которому уже можно установить собственника), определяется наличие ограничивающих условий на данной территории и другие сведения. С использованием данной технологии в регионе уже зафиксировано более 150 мест нарушений.

В результате значительно упростилась работа департамента экологии и природопользования при исполнении своих полномочий. Сама технология получила положительную оценку как специалистов, так и руководителей департамента. Как пример представлен конечный результат труда отдела департамента – это постановление о назначении административного наказания, в котором для доказательства факта нарушения приводятся сведения, полученные с помощью геоинформационной системы Кировской области.

Управление Россельхознадзора по Кировской области также активно использует в своей повседневной деятельности ГИС КО. При поступлении в Россельхознадзор информации о факте нарушения режима землепользования использование ГИС позволяет определить, находится ли стихийная свалка или место снятия слоя почвы на землях сельхозназначения, а также уточнить кадастровый номер данного участка. Сотрудники Россельхознадзора высоко оценивают полезность использования ГИС КО в своей деятельности.

Областной природоохранный центр внедрил в свою практику использование ГИС КО. Решается задача по проведению центром процедуры согласования рубки леса вблизи границ природного заказника. С использованием инструментов ГИС КО и планшетного компьютера устанавливаются координаты поворотных точек участка, отведенного под рубку. После отправки точек на геопортал и наложения границ охраняемой территории становится очевидным, попадает ли рубка в водоохранную зону или в границы заповедника, и в соответствии с этим принимаются решения. Примерно по той же схеме происходит согласование объектов строительства вблизи водоохранной зоны.

Для повышения инвестиционной привлекательности Кировской области реализуется специальный проект по геоинформационному обеспечению инвестиционных проектов и площадок. На электронную карту наносятся земельные участки, на которых планируется жилая или производственная застройка, приводится информация о технико-экономических и иных характеристиках. При этом возможно использование уже имеющихся данных ГИС, в частности, таких, как транспортная, инженерная и социальная инфраструктура. Это очень информативно и удобно потенциальным инвесторам для принятия ими соответствующих решений.

Кроме того, ГИС КО служит площадкой для работы с информацией, полученной в результате тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) (рис. 2).



Рис. 2. Результаты тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли

Данные, полученные с помощью ДЗЗ, загружаются в ГИС КО и становятся доступны пользователям, имеющим соответствующие права работы с этой информацией. Работа ведется в удобном веб-интерфейсе с использованием всего ресурса ГИС КО. Примеры такой информации: данные о ветровалах, иссушениях и переувлажнениях лесного фонда, сведения о нарушениях границ лицензионных участков недропользователями, фактах незаконной рубки леса и т.д. (рис. 3).



Рис. 3. Космические снимки, отражающие декларированные и фактические рубки леса на территории Кировской области

**Развитие геоинформационной системы Кировской области.** Кировская область входит в число лидеров по построению региональной ГИС, имеет определенный опыт и соответствующие наработки. Однако с каждым годом региональная геоинформационная система нуждается в дальнейшем развитии, в

переходе на более качественный уровень использования пространственных данных.

В связи с этим в настоящее время решаются следующие задачи по формированию инфраструктуры пространственных данных региона:

- совершенствование нормативно-правовой базы, регламентирующей развитие инфраструктуры пространственных данных (ИПД) в целом на территории Кировской области;

- формирование системы требований к наборам пространственных данных и метаданных, используемых в ИПД Кировской области, на основе действующих федеральных нормативных актов, ГОСТов и международных стандартов серии ISO и OGC;

- обеспечение обязательного использования регламентированных систем координат, региональных и местных картографических основ и ортофотоизображений при создании новых пространственных данных органами государственной власти и органами местного самоуправления Кировской области;

- создание и актуализация данных об объектах отраслевого (ведомственного) управления, необходимых для реализации полномочий отдельных ведомств органов исполнительной власти и органов местного самоуправления Кировской области;

- разработка сервисов ИПД Кировской области для осуществления операций по пересчету исходных наборов пространственных данных в систему координат, картографических проекций и масштабов отображения, соответствующих системе требований, принятых в ГИС Кировской области;

- обеспечение предоставления данных и сервисов в круглосуточном режиме, с гарантией качества сервиса, отказоустойчивости и достаточной нагрузочной способности;

- обеспечение доступа к открытым пространственным данным по территории Кировской области, созданным физическими или юридическими лицами при условии их соответствия требованиям ИПД РФ и Кировской области по соглашению с поставщиками данных.

В настоящее время проводится работа по решению вышеуказанных задач. Прежде всего, создается правовое поле для всех участников, с учетом их интересов, с целью обеспечения на базе платформы региональной ГИС сбора и распространения пространственных данных на основе открытых стандартов и протоколов обмена информацией, в том числе с интеграцией с иными ведомственными ГИС.

**Использование геоинформационных и космических технологий в других направлениях деятельности.** На сегодняшний день на территории Кировской области создана и развивается система логистики и мониторинга транспорта, в которую включены уже более 3500 транспортных средств. Кроме этого, до конца 2013 года планируется создание региональной навигационно-информационной системы. Следует также отметить, создание в 2010–2012 годах спутниковой опорно-межевой сети, состоящей из 35 постоянно действующих референционных станций (рис. 4). Все эти системы в совокупности с ГИС КО служат мощными инструментами в формировании инфраструктуры простран-

ственных данных области, имеющих практическое значение для всех хозяйствующих субъектов и для региона в целом.

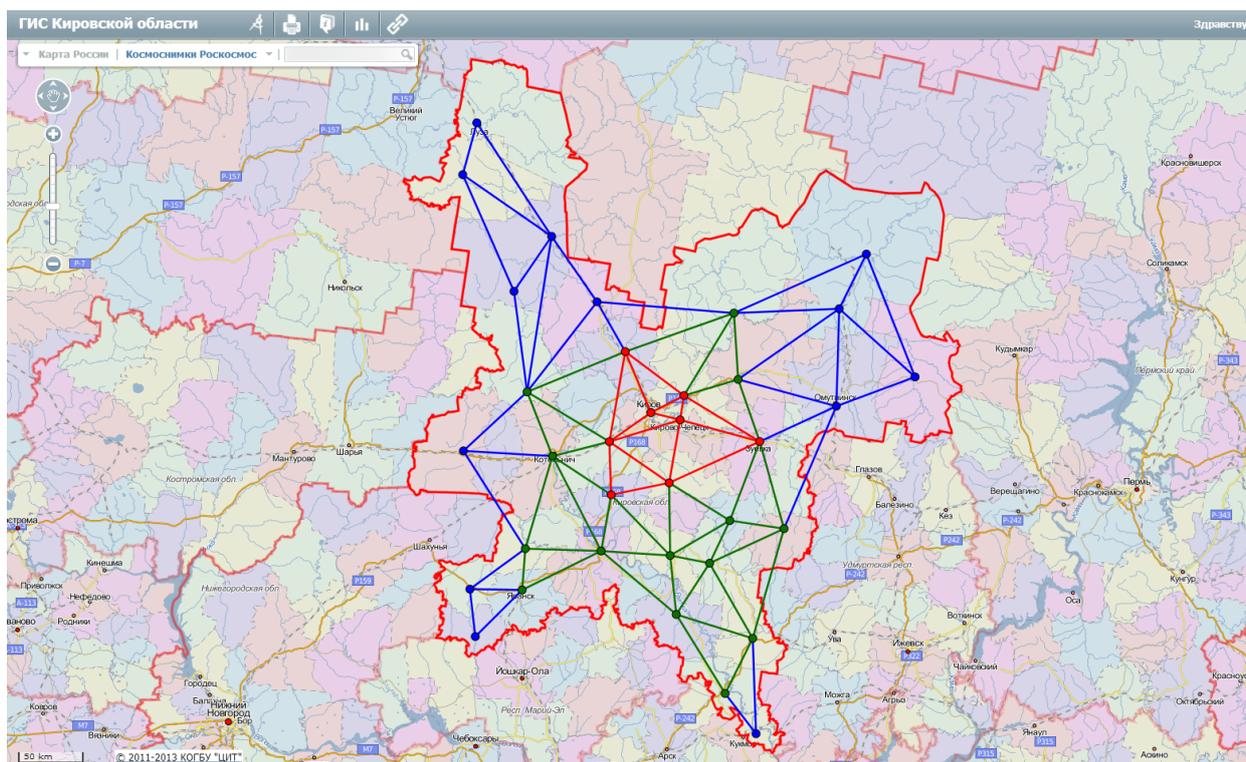


Рис. 4. Структура спутниковой опорно-межевой сети Кировской области

Новый импульс развитию геоинформационных и космических технологий в Кировской области придаст создание кластера «ГЕОКИРОВ», подробная информация о котором приведена ниже в материалах данного сборника.

Таким образом, широкое использование геоинформационных технологий и результатов космической деятельности в государственном (муниципальном) секторе и реальном секторе экономики вносит существенный вклад в решение задач устойчивого социально-экономического развития региона.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОГО ФОНДА, ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

***Н. Н. Втюрина***

*КОГБУ «Центр информационных технологий»*

Все чаще данные дистанционного зондирования Земли находят свое применение во всех сферах деятельности человека и общества. Внедрение технологий, основанных на использовании пространственных данных для решения практических задач в процессе управления регионами, на данный момент нахо-

дится на стадии развития, поэтому очень важно создать инструменты и методики применения результатов космической деятельности в разных отраслях. Кроме того, в настоящее время одним из главных показателей, определяющих конкурентоспособность субъекта Российской Федерации в сфере новых технологий, является использование результатов космической деятельности. Их комплексное применение способно придать региональной экономике инновационный характер, усилить рыночные механизмы, повысить качество жизни населения, расширить спектр оказываемых услуг.

Обширная территория Кировской области, ее богатые природные ресурсы, открытый способ добычи основных полезных ископаемых, наличие труднодоступных районов, неразвитая дорожная сеть – факторы, создающие определенные сложности в развитии и управлении территорией. Вот почему вопрос использования и внедрения результатов космической деятельности (РКД) в Кировской области особенно актуален.

Для создания механизмов практического применения РКД Правительством Кировской области была утверждена областная целевая программа «Использование результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития Кировской области» на 2011–2013 годы. В рамках этой программы были разработаны регламенты тематической обработки ДЗЗ, адаптированные для нужд лесного хозяйства, сельского хозяйства, природопользования и охраны природы, описывающие методику обработки данных для комплексного мониторинга территорий Кировской области, позволяющие классифицировать объекты, проводить анализ, решать прикладные задачи с использованием ДЗЗ и ГИС.

Целью разработки регламентов комплексного мониторинга территорий Кировской области было создание технологий, обеспечивающих мониторинг и дешифрирование объектов по материалам космической съемки (МКС), включая:

- выявление фактических площадей и мест рубок лесного фонда;
- выявление негативных процессов, воздействующих на лесные массивы (влияние вредителей и болезней, иссушение и переувлажнение лесов), приводящих к их деградации и гибели;
- выявление границ участков добычи полезных ископаемых, объектов размещения отходов, локальных источников загрязнения водных объектов и участков загрязнения земель;
- контроль целевого использования и мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий.

Для выполнения указанных задач были собраны, систематизированы и проанализированы все исходные материалы по объектам. Проведен анализ методов выполнения мониторинга с использованием МКС, изучены способы дешифрирования, выполнена съемка необходимой территории на указанные районы и тематическое дешифрирование МКС. Также выполнены натурные полевые работы для проверки точности и качества разработанных методов дешифрирования МКС, проверки по МКС точности определения местоположения и уточнения границ объектов мониторинга. В результате разработаны регламен-

ты выполнения комплексного мониторинга по четырем направлениям деятельности.

Для выполнения работ были использованы спутниковые снимки высокого и среднего разрешения SPOT 4, SPOT 5, Formosat-2 и UK-DMC2, поскольку сочетание пространственного и спектрального разрешения этих снимков позволило наиболее эффективно провести работы с помощью автоматизированных процедур обработки в пределах района мониторинга.

**Практические результаты.** Мониторинг лесопользовательской деятельности, с помощью использования данных дистанционного зондирования Земли, позволил выявить незаконные рубки леса и рубки за границами отвода, их фактические площади и состояние. В результате проведенных работ были созданы повыведельные векторные карты лесоустройства на основе лесоустроительных материалов, карты задекларированных рубок и границ отводов на основе копий разрешительных документов, векторная карта фактических границ рубок, векторная карта незадекларированных рубок и выявленных фактов нарушений (рис. 1).

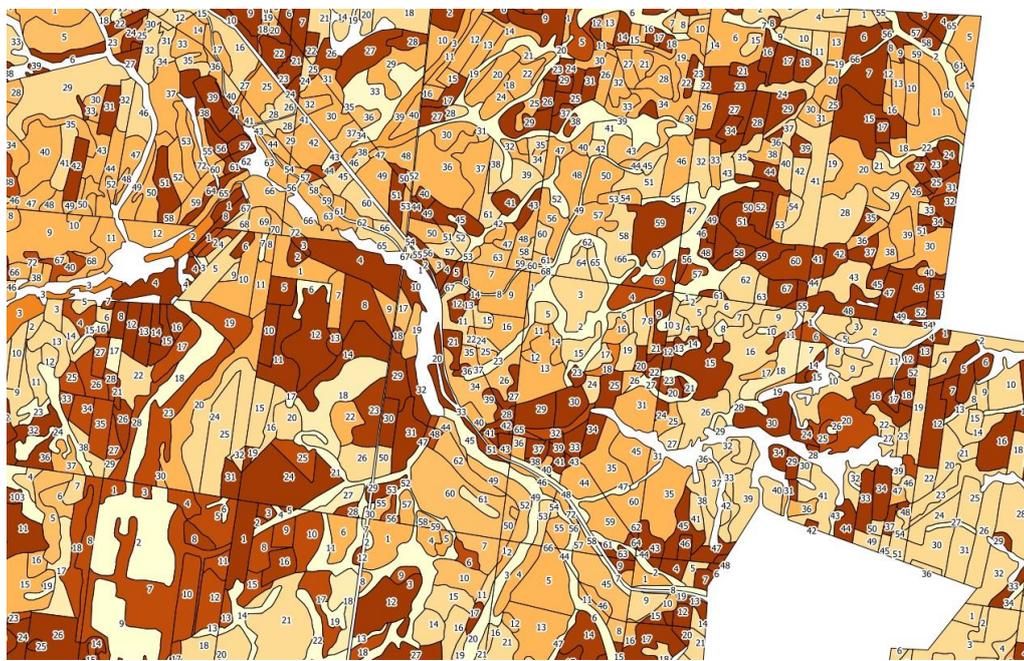


Рис. 1. Создание повыведельной сети Паркового лесничества Кировской области на основе лесоустроительных материалов

С помощью применения данных ДЗЗ для мониторинга экологического состояния лесного фонда, стало возможным своевременно выявить негативные процессы, которые воздействуют на лесные массивы и приводят к их деградации и гибели, что при оперативном принятии мер позволит сохранить лесной фонд. По результатам мониторинга экологии лесного фонда были выявлены и подтверждены наземными данными прошлых лет участки леса, подвергшиеся ветровалам в 2009 году, выявлены участки ветровала за 2012 год, а также участки леса с переувлажнением и подвергшихся влиянию вредителей леса.

В ходе проведенных работ создана векторная карта участков леса, подвергшихся ветровалам, влиянию вредителей и переувлажнению (рис. 2).

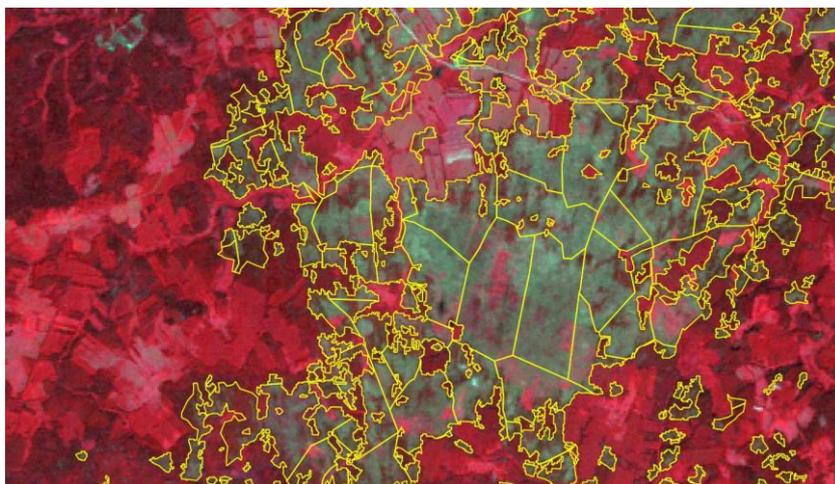


Рис. 2. Векторная карта ветровалов

По материалам комплексного мониторинга объектов окружающей среды проводилось выявление границ участков добычи полезных ископаемых, объектов размещения отходов, локальных источников загрязнения водных объектов и участков загрязнения земель. Выявлено нарушение границ лицензионных участков добычи ископаемых, определены участки торфоразработки, зафиксированы места размещения отходов, а также локальные источники загрязнения и промзоны.

По результатам мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий Оричевского района был создан векторный слой сельскохозяйственных угодий с уточнением границ исходных данных, полученных от отраслевого департамента, по снимкам высокого разрешения (рис. 3).

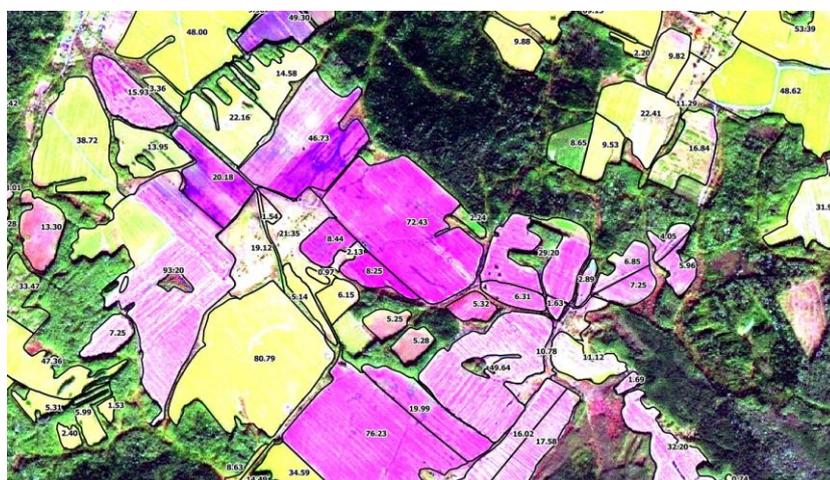


Рис. 3. Векторная карта сельскохозяйственных угодий Оричевского района Кировской области

К обновлённой геометрии слоя была добавлена собранная статистическая информация и результаты полевого обследования, а также данные, полученные при анализе классификаций мозаик за три периода съемки. Полученная информация позволила выявить состояние сельхозугодий на каждую дату съемки, определить степень обработки почвы и степень зарастания полей, вычислить фактически площади использования сельхозугодий (рис. 4).

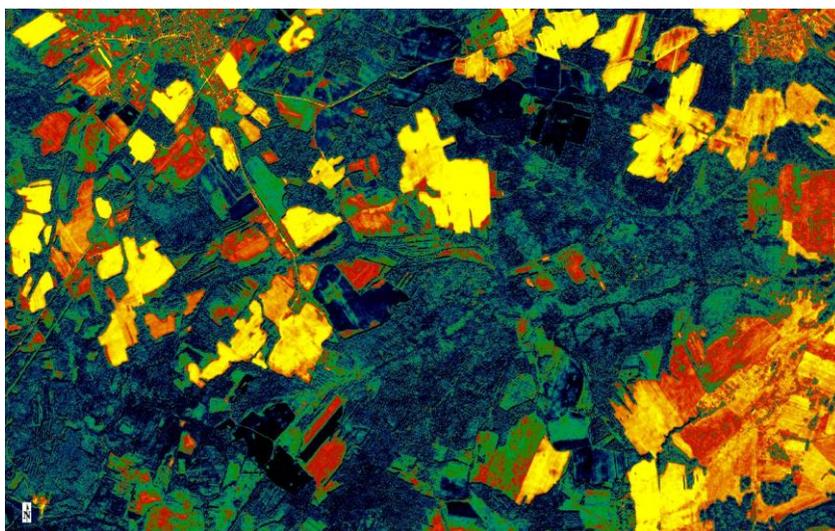


Рис. 4. Анализ состояния сельскохозяйственных полей с помощью NDVI. Снимок SPOT-5, Оричевский район Кировской области, 2012 год

Важно отметить, что разработанные регламенты были переданы в отраслевые департаменты Кировской области для использования результатов мониторинга в своей работе, выполнения контрольных мероприятий и принятия управленческих решений. Получена положительная оценка выполненных работ и заинтересованность отраслевых департаментов в дальнейшем использовании данных ДЗЗ в своей деятельности.

В 2013 году был проведен мониторинг лесопользовательской деятельности на территории Суводского и Паркового лесничеств, в результате которого были выявлены рубки с признаками нарушений, а также рубки, на которые не были предоставлены разрешительные документы (рис. 5).

Мониторинг экологического состояния лесного фонда был проведен на территории шести лесничеств Кировской области. В результате мониторинга были выявлены ветровалы в Афанасьевском, Белохолуницком и Кильмезском лесничествах (рис. 6).

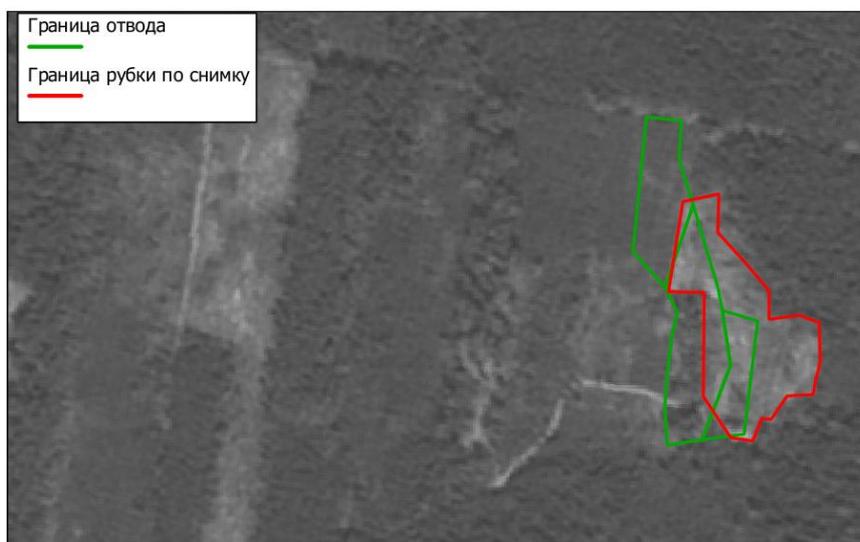


Рис. 5 Анализ состояния рубки леса. Снимок SPOT-5, Суводское лесничество Кировской области, 2013 год

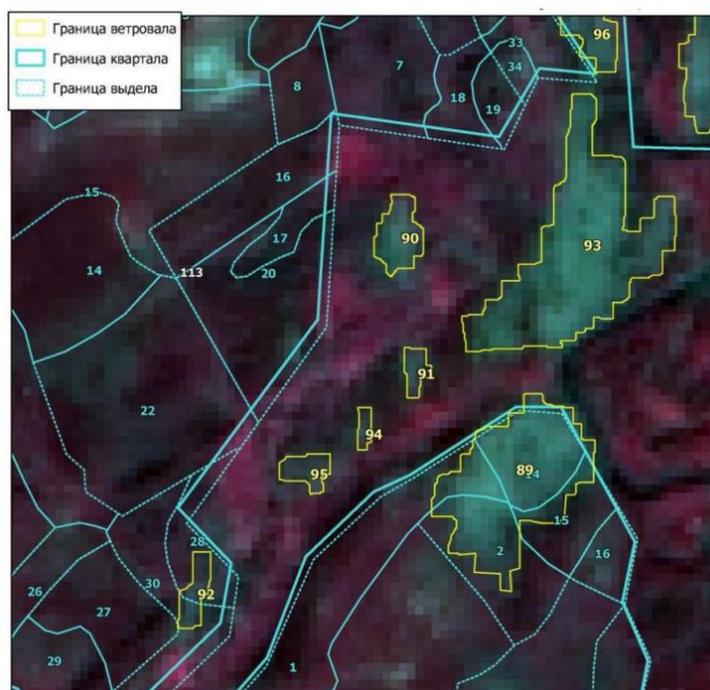


Рис. 6. Анализ экологического состояния леса. Снимок Landsat-8, Белохолуницкий район Кировской области, 2013 год

В данный момент проводится мониторинг объектов окружающей среды в 30-километровой зоне г. Кирова. В ходе работ будут выявлены места размещения отходов и участки добычи полезных ископаемых.

По итогам проведенных работ можно сделать вывод, что использование материалов космической съемки в сочетании с выбранной технологией их обработки и дешифрирования является достаточно эффективным методом для обнаружения фактов нарушений законодательства РФ.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НАУЧНОМ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

***Т. Я. Ашихмина***

*Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

За последние 20–25 лет космические технологии широко вошли в повседневную жизнь – спутниковое телевидение, навигация, Интернет стали обычными и недорогими общедоступными услугами. Ослабление режима секретности при работе с космическими снимками создало совершенно новые возможности проведения экологических исследований.

Технология съемки поверхности Земли из космоса постоянно совершенствуется в направлении увеличения пространственного и спектрального разрешения.

В последние годы стали доступны за сравнительно невысокую плату панхроматические и мультиспектральные снимки с разрешением 0,5–0,6 м с космических аппаратов QuickBird, WorldView и GeoEye (США). Но наиболее перспективным именно для экологических исследований представляется новое направление дистанционного зондирования Земли – гиперспектральная съемка, при которой количество спектральных каналов составляет не 4–8, как при традиционной мультиспектральной съемке, а превышает две сотни. В качестве примера можно привести сенсор Hyperion на американском спутнике EO-1 (Earth Observing, запуск 2000 г.), обеспечивающий получение изображений земной поверхности в 220 спектральных каналах шириной 10 нм в диапазоне длин электромагнитных волн 0,4–2,4 мкм.

Существенным недостатком гиперспектральных снимков пока является их сравнительно низкое пространственное разрешение (30 м для сенсора Hyperion). Поэтому при тематическом дешифрировании космических снимков целесообразно комбинировать изображения с различных космических аппаратов.

Большой интерес представляют мультиспектральные снимки спутников Landsat среднего разрешения (от 15 м в панхроматическом диапазоне до 60 м в диапазоне теплового радиоизлучения). За 39 лет работы программы Landsat накоплен огромный массив изображений земной поверхности, большая часть которых находится в открытом бесплатном доступе через Интернет. Несмотря на скромное по современным меркам качество этих снимков, их наличие за длительный период времени позволяет делать ретроспективный анализ экологического состояния различных территорий.

В геоэкологических исследованиях за последние годы все шире используются аэрокосмические технологии, основанные на дешифрировании космических снимков разного пространственного разрешения и различных лет съемки. Космические снимки обеспечивают достоверность, оперативность и регулярность измерения характеристик состояния природной среды и являются основой при организации мониторинга природно-техногенных систем. Они являются надежным источником достоверной информации о пространственной структуре земной поверхности, в том числе отдельных компонентах природной среды, объектах инфраструктуры и т.п. Кроме того, использование дистанционных методов позволяет оперативно обнаруживать экологически неблагоприятные ситуации. Например, изменение видового состава растительного покрова является объективным показателем антропогенных трансформаций и хорошо выявляется при анализе серий космических снимков и др.

Высокое качество анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования может быть обеспечено лишь при комплексировании дешифрирования данных ДЗЗ с наземными исследованиями.

26 апреля 2014 г. исполнится два года Инновационно-образовательному центру космических услуг, который открыт на базе Вятского государственного гуманитарного университета. По линии руководства университета и ОАО НПК (научно-производственной корпорации) «РЕКОД» подписано соглашение о совместной деятельности и лицензионный договор об использовании программных продуктов НПК «РЕКОД» (рис. 1).



Рис. 1. Открытие Инновационно-образовательного Центра космических услуг ВятГГУ, 26 апреля 2012 г.

**Главное назначение Центра** – вовлечение молодёжи в проектную исследовательскую деятельность по эффективному использованию результатов космической деятельности в научных исследованиях, в области охраны окружающей среды, рационального природопользования, мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций, образования и культуры.

**Основными направлениями деятельности** в области образовательных и научных исследований созданного на базе ВятГГУ инновационно-образовательного Центра космических услуг являются:

– внедрение в учебный процесс подготовки бакалавров, магистров, специалистов и аспирантов ВятГГУ отечественных программных продуктов в области аэрокосмического зондирования, спутникового топографического и экологического мониторинга окружающей среды. Создание и обеспечение функционирования на факультетах, кафедрах университета широкодоступной автоматизированной базы данных по результатам космической деятельности;

– развитие нового научного направления по работе со студентами, магистрантами, аспирантами в области использования космических услуг, дешифрирования космических снимков, оценке состояния территорий, прогнозов в области развития сельского хозяйства, промышленности, науки, образования, медицины, транспорта, ЧС и многое другое;

– разработка новых технологий комплексного аэрокосмического зондирования, принципов и методов спутникового топографического и экологического мониторинга окружающей среды для обоснования и практической реализации рационального природопользования;

– проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований компонентов природной среды с использованием наземных и аэрокосмических методов с целью изучения их соотношения в пространстве, связи и взаимодействии;

– разработка и реализация инновационных проектов по созданию и внедрению космических продуктов и услуг в интересах социально-экономического и инновационного развития Кировской области. Проведение анализа результатов практико-ориентированной деятельности по внедрению спутниковых навигационных технологий с использованием системы ГЛОНАСС и других результатов космической деятельности в региональных и муниципальных целевых программах социально-экономического и инновационного развития региона и муниципальных образований;

– участие в создании школьных, муниципальных и отраслевых Центров космических услуг в регионе, поддержка и обеспечение их научного и методического сопровождения. Проведение обучающих семинаров, разработка и проведение уроков, компьютерных игр, тематики исследовательских проектов для вовлечения учащихся в освоение программных продуктов использования РКД.

На сегодня в инновационно-образовательном центре космических услуг ВятГГУ установлено программное обеспечение геопортала для отображения картографической и космической информации через сеть Интернет. Центр оснащён современной вычислительной техникой и мультимедийными средствами визуализации графической информации. Компьютеры объединены в локальную вычислительную сеть, подключенную к общеуниверситетской сети и к Интернету.

Такая максимально открытая структура сети позволяет участвовать в работе Центра представителям всех без исключения факультетов, кафедр, научных лабораторий и школ, научной библиотеки и администрации университета.

Ядром информационной системы Центра является мощный сервер, на котором установлено специализированное программное обеспечение, предоставленное в пользование Инновационно-образовательному центру ВятГГУ научно-производственной корпорацией РЕКОД, а также ОАО «Институтом территориального планирования «Кировское архитектурное землеустроительное проектно-изыскательское предприятие».

В тематическом дешифрировании планируется использовать как традиционные методы спектральной классификации, так и инновационные технологии построения искусственных нейронных сетей.

В своей деятельности Инновационно-образовательный центр ориентируется на тесное сотрудничество с научно-производственной корпорацией РЕКОД; региональным Центром космических услуг Кировской области, созданным два года назад при Правительстве области; ОАО «Кировгипрозем», органами регионального управления всех сфер деятельности, в плане переподготов-

ки кадров, помощи в создании отраслевых банков данных и геоинформационных систем, комплексном анализе информации, научном прогнозировании, активном привлечении для этих целей результатов космической деятельности.

Вятский государственный гуманитарный университет, а в прошлом Кировский государственный педагогический институт, имеет давние традиции сотрудничества с космической отраслью. Многие годы на физическом факультете вуза действовала станция визуальных оптических наблюдений искусственных спутников Земли, которая обеспечивала слежение за отслужившими свой срок космическими аппаратами, что было крайне важно для обеспечения безопасности космических полетов. Это была многолетняя рутинная работа. Круглый год каждую ночь в любую погоду студенты-наблюдатели под руководством преподавателей – физиков и математиков отмечали прохождение спутников по звёздному небу, сообщали их координаты в вычислительный центр. На счету станции несколько важнейших обнаружений, потерянных космических аппаратов, в частности, орбитальной станции «Салют-б» после выхода из строя её бортового электрооборудования.

В течение многих лет установлено творческое научное сотрудничество нашего университета с Московским государственным университетом геодезии и картографии (МИИГАиК), где долгие годы работал ректором наш земляк доктор технических наук, профессор, дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт В. П. Савиных. Под руководством ведущих профессоров МИИГАиК В. П. Савиных, В. А. Малинникова, А. В. Садова, С. А. Сладкопевцева выполнены и защищены три кандидатских и докторская диссертация. При подготовке диссертаций использовались аэрокосмические методы экологических исследований.

Год от года возрастает объем данных дистанционного зондирования Земли из космоса, привлекаемых для исследовательской деятельности в области геоэкологии и мониторинга природно-техногенных систем.

В диссертационном исследовании Е. А. Новиковой по теме «Геоэкологическая оценка динамики природно-техногенной системы района строительства и функционирования объекта уничтожения химического оружия» (научный руководитель д.т.н., профессор Т. Я. Ашихмина), проведено картирование устойчивости лесного покрова санитарно-защитной зоны объекта ХУХО «Марадыковский» к атмосферному загрязнению. В работе использованы программные средства геоинформационной системы (ГИС) MapInfo 7.5, а также данные полевых исследований, картографических материалов и космического фотоснимка изучаемой территории со спутника QuickBird, имеющего пространственное разрешение 0,63 м. В зависимости от соотношения хвойных пород к лиственным, на исследуемых участках мониторинга СЗЗ проведено ранжирование лесного покрова по степени устойчивости к атмосферному загрязнению. Составлена карта-схема устойчивости лесов. Дешифрирование снимков позволило более 20% лесов СЗЗ отнести к неустойчивым к регулярному атмосферному загрязнению.

В рамках диссертационного исследования О. С. Ольковой «Разработка технологий оптимизации геоэкологического мониторинга почв района распо-

ложения объекта уничтожения химического оружия (на примере объекта «Марадыковский» в Кировской области)» (научный руководитель д.т.н., профессор Т. Я. Ашихмина) проведена оценка устойчивости почвенного покрова и сделан прогноз его состояния к возможному загрязнению. Результаты дешифрирования космического снимка приведены на карте-схеме устойчивости почв санитарно-защитной зоны объекта «Марадыковский». Чем бледнее цвет на карте-схеме, тем менее устойчива почва к антропогенному воздействию. Установлено, что около 60% территории занято неустойчивыми и малоустойчивыми почвами (рис. 2).

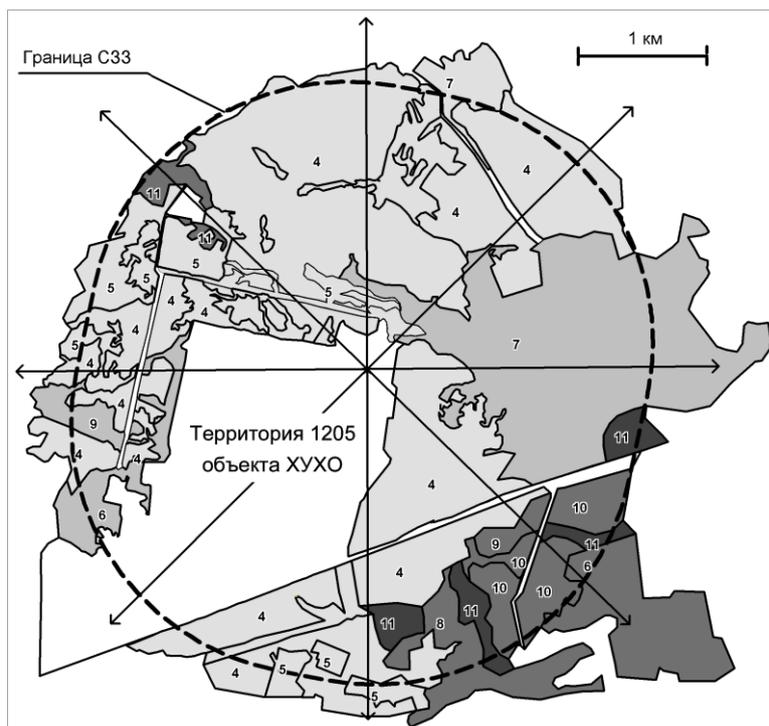


Рис. 2. Карта-схема почвенного покрова санитарно-защитной зоны объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский»

В диссертационном исследовании Т. А. Адамович по теме «Геоэкологическая оценка территории вблизи КЧХК с использованием методов аэрокосмического мониторинга» (научный руководитель д.т.н., профессор Т. Я. Ашихмина) создан банк многолетних (за период с 1973 по 2008 гг.) данных спутниковых наблюдений на исследуемую территорию, проведена обработка разновременных разномасштабных космических снимков с целью проведения геоэкологической оценки и прогноза территории исследования. Выявлена высокая эффективность аэрокосмических, информационных методов, позволяющих провести геоэкологическую оценку и сравнить состояние природно-техногенных систем одновременно всего комплекса, в том числе труднодоступных участков, за большой промежуток времени.

Для оценки экологического состояния водоемов с использованием методов дистанционного зондирования Земли предложен новый нормализованный разностный цианобактериальный индекс, отображающий характер «цветения» водоемов и дающий косвенную оценку степени их техногенного загрязнения.

По материалам космических съемок за период с 1992 по 2002 гг. впервые для исследуемой территории в районе предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса выявлены зоны аккумуляции, размыва берегов, подтопления территории во время паводков, определено смещение русла реки Вятки и изменение площади обводненной территории, что позволяет делать прогноз развития опасных природных и природно-техногенных процессов в районе размещения экологически опасных объектов КЧХК, а также учитывать данные процессы при проектировании и эксплуатации объектов, расположенных в прибрежной зоне.

С использованием космических снимков проводится анализ состояния растительного покрова. Для количественной оценки состояния растительности вблизи объектов ОАО «КЧХК» применён вегетационный индекс NDVI и индекс влагосодержания NDWI как интегральные показатели. По результатам дешифрирования космических снимков были получены индексные карты, выявлены территории с угнетенным состоянием растительности. Расчет индекса позволяет получать карты NDVI и NDWI, по которым можно проследить динамику изменения состояния растительности, оценить разреженность растительного покрова, выявить зоны угнетения и восстановления, содержание влаги в почве и растительности.

Проводится детальная классификация, кластеризация природных объектов, отображенных на композиционном изображении, классификация лесного массива по преобладающим породам леса, изучается динамика изменения состояния растительности в разные годы съемки и разные сезоны года на основе расчета обучающих данных параметров используемых алгоритмов (рис. 3). Подтверждение результатов классификации изучаемых изображений обеспечивается путем проведения наземных маршрутных обследований.

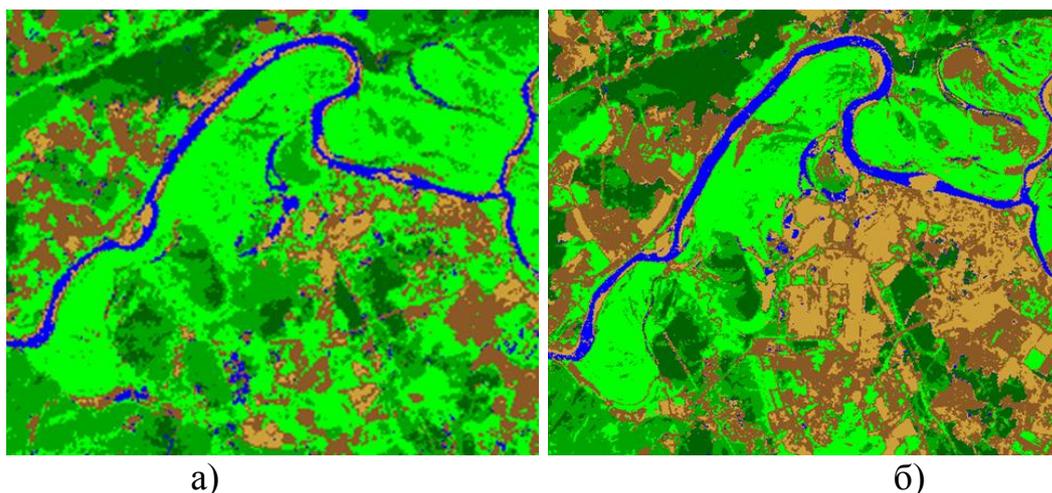


Рис. 3. Обработанные снимки территории в районе г. Кирово-Чепецка с космических аппаратов LANDSAT: а) 1973 г., б) 1992 г.

Сопоставление результатов визуального и автоматизированного дешифрирования, а также результатов полевых исследований позволяет сделать выводы о достоверности проведенной автоматизированной классификации.

Разработан модуль системы геоэкологического мониторинга природно-техногенного комплекса в районе КЧХК с использованием аэрокосмических методов и ГИС-технологий, который может быть положен в основу разработки программы и создания системы комплексного экологического мониторинга исследуемой территории.

Научные лаборатории Вятского государственного гуманитарного университета более 15 лет участвуют в реализации важнейших федеральных целевых программ, таких как «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» и «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности», выполняя различные проекты. Во всех этих работах активно используются средства космической навигации и компьютерных геоинформационных систем, применяются методы математического моделирования для оценки и прогнозирования экологических ситуаций.

Разработана гидродинамическая математическая модель паводковых процессов в пойме р. Вятки в районе Кирово-Чепецкого химкомбината (рис. 4). Создание такой модели необходимо для понимания процессов переноса загрязняющих веществ от производственной деятельности предприятий в районе КЧХК и обоснования мер по защите реки Вятки, в частности питьевой воды в районе Кировского водозабора. В разработке данной модели очень важным инструментом является использование космических снимков, которые позволили уточнить параметры модели.

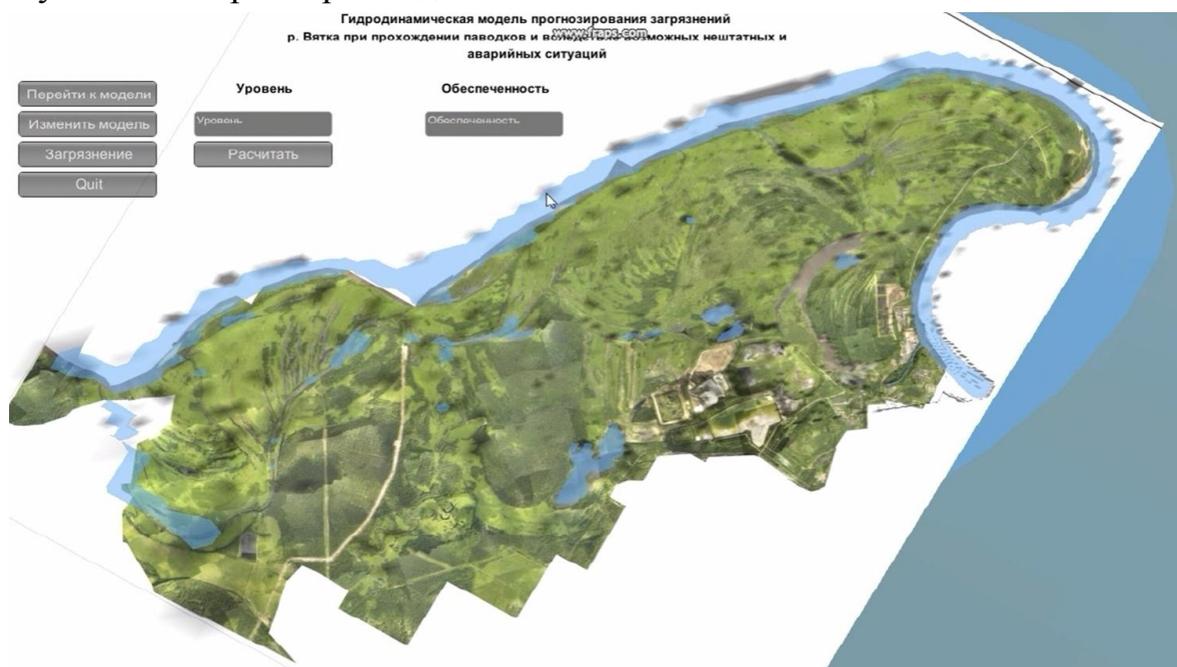


Рис. 4. Гидродинамическая модель прохождения паводка на р. Вятке в районе г. Кирово-Чепецка, созданная специалистами ОАО «Кировгипрозем», Вычислительного центра РАН им. А. А. Дородницына, ВГУ и ВятГГУ

В год открытия инновационно-образовательного центра космических услуг в университете коллективом научной школы «Эколого-биологический мониторинг и сохранение биотического потенциала экосистем» ВятГГУ получен на 2012–2013 гг. грант Президента РФ для государственной поддержки ве-

дущих научных школ по теме «Космический мониторинг, геоэкологическая оценка и реабилитация территорий пострадавших от техногенных воздействий в районе промышленного комплекса Кирово-Чепецкого химического комбината».

В рамках данной темы проводится комплексное обследование территории с использованием полевых и дистанционных методов, выявляются информативные показатели и типичные участки мониторинга для данной территории, делается анализ данных дистанционного зондирования Земли и материалов, хранящихся в фондах по изучаемой территории. Выполняется работа по оценке состояния природно-техногенных систем в районе исследования, прогнозированию тенденций динамики их развития с целью разработки системы мероприятий по реабилитации территорий, загрязненных химическими и радиоактивными поллютантами.

В 2013 году коллектив Инновационно-образовательный центр космических услуг приступил к реализации проекта «Развитие региональной инфраструктуры утилизации и переработки древесных отходов с использованием геоинформационных систем и космических технологий». В рамках проекта на основе статистических данных, геоинформационных и космических технологий определены объёмы древесных отходов и места их размещения, обоснованы и оптимизированы пути их транспортировки, временного хранения и дальнейшей переработки, а также создана карта-схема инфраструктуры переработки древесных отходов на основе методов высокоточной геодезии с использованием технологий ГЛОНАСС/GPS.

Места временного размещения древесных отходов для последующей передачи их на переработку в рамках проекта планируется выбирать с учётом оптимальных маршрутов перевозки от предприятий – источников образования отходов и доставки предприятию по их переработке. Места размещения предприятий по переработке древесных отходов должны быть выбраны с учётом экологических, экономических и социальных факторов. Разработанный проект на примере модельного района предполагается тиражировать на другие районы и территории.



Рис. 5. Защита выпускных работ слушателей курсов повышения квалификации геоинформационные и космические технологии в практической деятельности

Особое место в деятельности инновационно-образовательного центра космических услуг отводится образовательной, консультационной и научно-методической работе со школьниками, учителями, студентами и аспирантами (рис. 5). На базе Центра проводятся обучающие семинары, открытые лекции, круглые столы, выполняются курсовые работы, дипломные проекты, магистерские и кандидатские диссертации. Обеспечивается подготовка обучающейся молодёжи к использованию и внедрению результатов космической деятельности в социально-значимые и природоохранные проекты и программы региона.

Инновационно-образовательный центр на постоянной основе оснащается современными приборами, электронным оборудованием и программным обеспечением. В рамках данной конференции планируется провести круглый стол и презентацию проектов по теме: «Аэрокосмические методы геоэкологического мониторинга в оценке природных и природно-техногенных систем», обсудить проблемы развития данного направления исследований, приобщить к данному виду деятельности студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей различных факультетов.

## СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПОЙМЫ РЕКИ ВЯТКИ

*О. Г. Созинов<sup>1</sup>, В. А. Вахрушев<sup>1</sup>, Н. Г. Кужаров<sup>1</sup>,  
М. Е. Введенский<sup>1</sup>, А. А. Сергеев<sup>1</sup>, Г. Я. Кантор<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> ОАО «КИРОВГИПРОЗЕМ»,  
<sup>2</sup> Лаборатория биомониторинга Институт биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,  
officekgz@kirovgiprozem.ru*

Ежегодно в период весеннего половодья на головном водозаборе системы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кирова наблюдается значительное повышение концентрации иона аммония, которая в некоторые годы превышает предельно допустимые значения, регламентированные действующими гигиеническими нормативами. Источниками загрязнения воды р. Вятки являются пойменные водоёмы вблизи завода минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината, в которые происходит разгрузка грунтовых вод, содержащих нитрат аммония в высокой концентрации вследствие нарушения гидроизоляции технологических водоемов-отстойников.

Для проектирования гидротехнических сооружений, предотвращающих сверхнормативное загрязнение р. Вятки, необходимо иметь детальную информацию о характере течения воды во время половодья и процессах распространения загрязняющих веществ с паводковыми потоками. С целью получения такой информации по заданию Департамента экологии и природопользования Кировской области в ОАО «Кировгипрозем» совместно со специалистами Вычислительного центра РАН им. А. А. Дородницына (г. Москва), ООО «САТЭК» (г. Киров), Вятского государственного университета и Вятского государственного гуманитарного университета была разработана численная гидродинамиче-

ская модель, позволяющая имитировать паводковые процессы при различных вариантах размещения противопаводковых сооружений.

Основой гидродинамической модели является цифровая модель рельефа, для создания которой был взят участок левого берега р. Вятки, примыкающий к северо-западной границе муниципального образования г. Кирово-Чепецк, расположенного в центральной части Кировской области.



Рис. 1. Обзорная карта района работ (пойма р. Вятки в районе Кирово-Чепецкого промышленного комплекса). Масштаб 1:25 000

Обзорная карта района работ показана на рис. 1. Исходный картографический материал представлен двумя топографическими основами: масштаба 1:10000, выполненной «ВИСХАГИ» в 1985 г. и масштаба 1:2 000, выполненной ОАО «КИРОВВОДПРОЕКТ» в 1995 г. Кроме того, был приобретен спектральный снимок территории с космического аппарата «SPOT-5» с пиксельным разрешением 10 м (№ SP5\_126231\_1205160827385\_1J, дата съемки 21.04.2012). Сравнительный анализ информации, отраженной на снимке и картографической основе, показал, что имеющиеся топографические материалы на период

2012 г. практически полностью потеряли актуальность. Для создания модели также использовались данные аэрофотосъемки разрешения 0.107 м/пкс и полевые измерения координат опорных точек на местности (установка временных грунтовых знаков). Координатная привязка грунтовых знаков проводилась методом спутниковых определений в режиме статики с помощью комплекса двухчастотной спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС/GPS Topcon GB-1000.

Для построения рельефа дна пойменных водоемов была произведена эхолотная батиметрическая съемка при помощи эхолота-картплоттера GARMIN GPSmap 251s со встроенным одночастотным приемником GPS. Объекты батиметрической съемки показаны на рис. 2. По данным прошлых лет, наибольший вклад в азотное загрязнение паводковых вод дают озёра Бобровое-1 и Березовое, а также карьер, сообщаящийся с оз. Березовое.

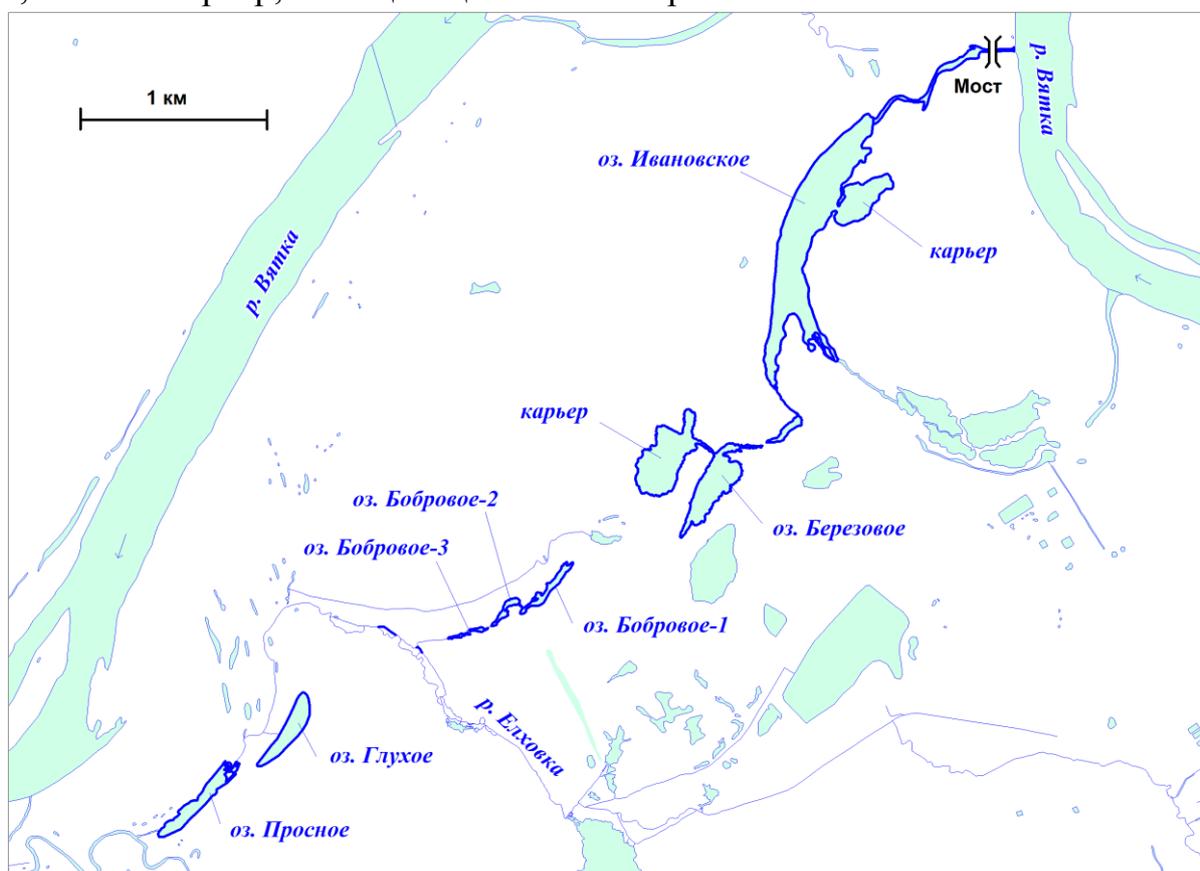
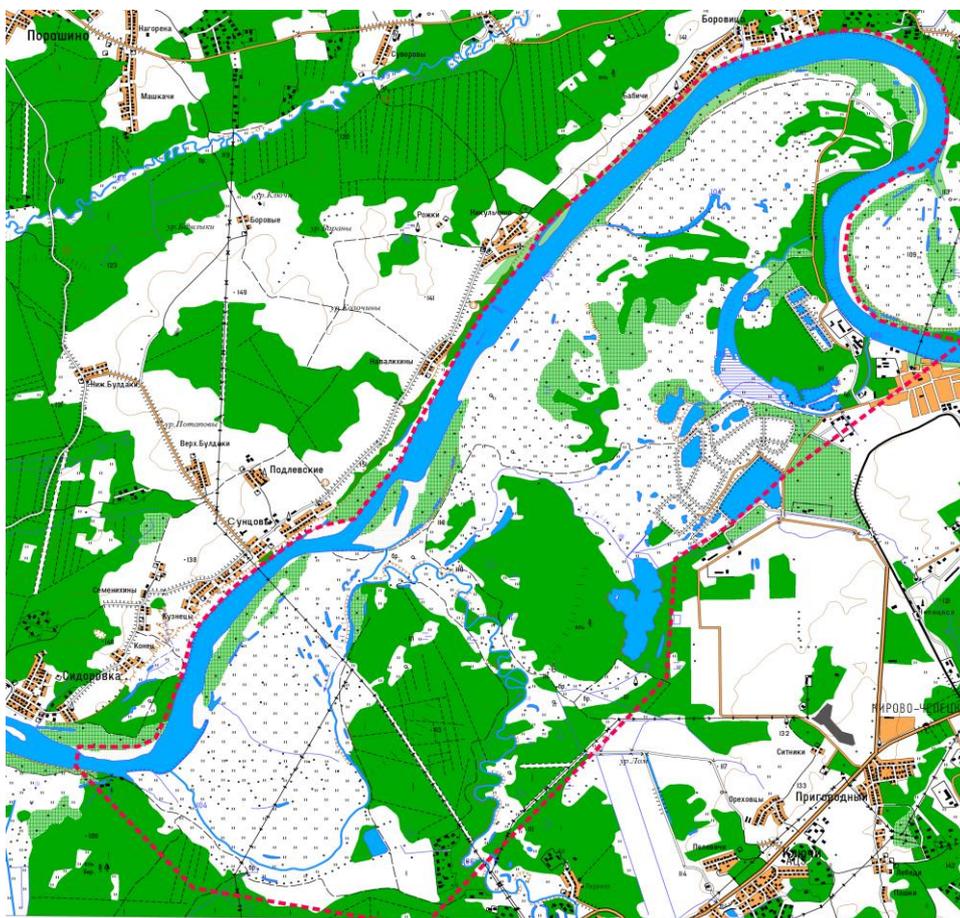


Рис. 2. Схема расположения объектов батиметрической съемки на участке исследований. Масштаб 1:100 000

Принцип работы при создании гидродинамической модели основывается на расчетах параметров русло-пойменного потока в каждой его элементарной ячейке, представляющей собой в плане квадрат со стороной 5 метров. Граница сеточной модели установлена исходя из принципа достаточности для контроля всей территории поймы, затопляемой при максимально возможном паводке (при обеспеченности 0,1%). Схема относительного расположения границы модели представлена на рис. 3.

Для формирования сеточной расчетной схемы использовался программный продукт MapInfo Professional. В среде ГИС были созданы два векторных слоя – с площадным объектом, характеризующим границу модели, и с точечными объектами, сформированными после обработки стереопар аэрофотоснимков в программном комплексе PHOTOMOD. Выборка всех точечных объектов, входящих в полигон, с использованием окна MapBasic либо через меню SQL запроса, определила количество элементарных ячеек расчетной сетки. Всего в



выделенной области в границах модели образовано более двух миллионов элементарных ячеек (точное число 2 083 216).

Рис. 3. Схема расположения области цифровой модели рельефа поймы р. Вятки

*Условные обозначения*

--- контур границы области модели рельефа

Высоты всех точек, полученные стереофотограмметрическим методом, характеризуют рельеф и поверхность воды. На участках карты, относящихся к акваториям водных объектов, высоты точек заменялись данными батиметрической съемки. При формировании границ водных объектов учитывались результаты аэрофотосъемки, батиметрические данные и результаты дешифрирования космического снимка. В итоге получается матрица точек с данными по высоте поверхности земли на всей площади модели (рис. 4).

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) были обработаны с использованием лицензионного программного продукта « ScanEx Image Processor» v.3.6.12.

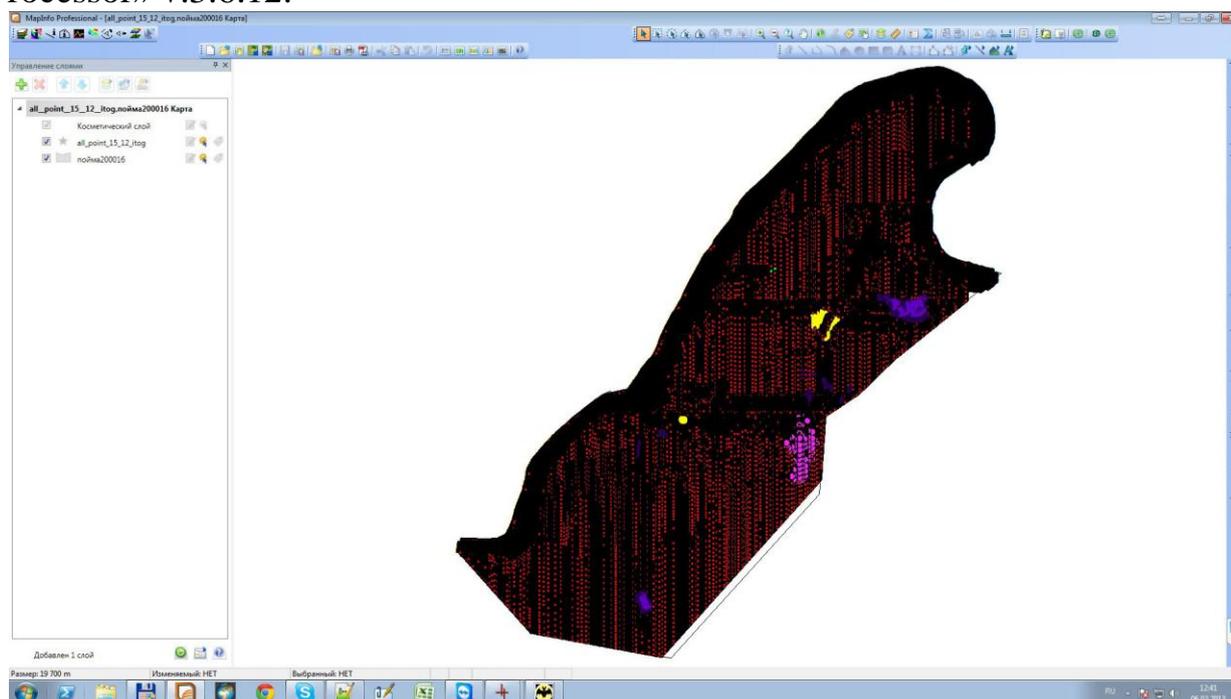


Рис. 4. Сетка точек, соответствующих создаваемой модели

В области дешифрирования снимка, установленной по границе модели с использованием метода ISODATA Classification (необучаемой классификации) по 4 спектральным каналам снимка, выполнена классификация отраженного спектра. Общее количество выявленных спектральных классов составило 30.

Визуально из полученных 30 классов сформировано 7:

- водная поверхность;
- территория, покрытая древовидной растительностью;
- территория, покрытая кустарниковой растительностью;
- территория, покрытая травянистой растительностью;
- затопляемые абразионные участки (лишенные покрова);
- территория открытая (антропогенные ландшафты: дороги, здания и т.д.);
- поля (поверхность, нарушенная сельскохозяйственной деятельностью).

Каждый из выделенных классов был описан как тип объекта в векторном слое, т.е. выполнена оцифровка результатов дешифрирования.

Результаты выполненного дешифрирования использовались для задания параметров шероховатости поверхности затопления.

Кроме того, дешифрирование снимков позволило определить точное число и места расположений всех водных объектов (озера, старицы, карьеры) на поверхности поймы. В соответствии с полученными данными, общее число таких объектов – более 100. Схема, полученная по результатам дешифрирования данных ДЗЗ, представлена на рис. 5.

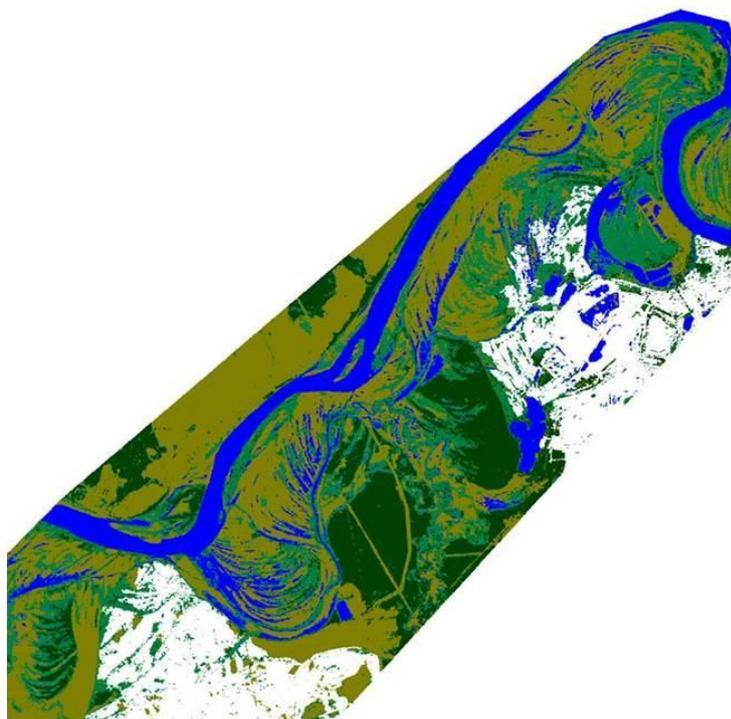


Рис. 5. Схема результатов дешифрирования в границе модели

Интеграция данных дешифрирования с точечной моделью выполнена в формате ГИС « MapInfo Professional» . Была произведена оцифровка зарегистрированного растрового изображения, сформированным полигонам был присвоен атрибут, характеризующий принадлежность к одному из семи выделенных классов. Полученный слой добавлен к уже имеющимся слоям. Используя окно MapBasic (или SQL запрос), делается выборка точечных объектов, попадающих в полигоны с одним типом поверхности, после чего это значение передается в добавленное 4-е поле атрибутивной таблицы точечных объектов. После выполнения всех замен получается слой точечных объектов с соответствующей ему таблицей атрибутов из 4 полей:

- первое поле – значение координаты « X»;
- второе поле – значение координаты « Y»;
- третье поле характеризует высоту в данной точке местности « H»;
- четвертое поле включает в себя значение, характеризующее тип поверхности.

Для создания тематической карты, характеризующей высоту местности, используется соответствующая функция ГИС MapInfo (рис. 6).

На первом шаге выбирается шаблон создаваемой тематической карты (Поверхность стандартная).

На втором этапе выбирается таблица, по которой создаётся тематическая карта (карта с точечными объектами), затем выбирается поле, из которого берутся данные. В данном случае это поле высот точек «H». Выбирается граница тематической карты – карта с площадным объектом границы модели, и выбирается место расположения создаваемой таблицы новой тематической карты.

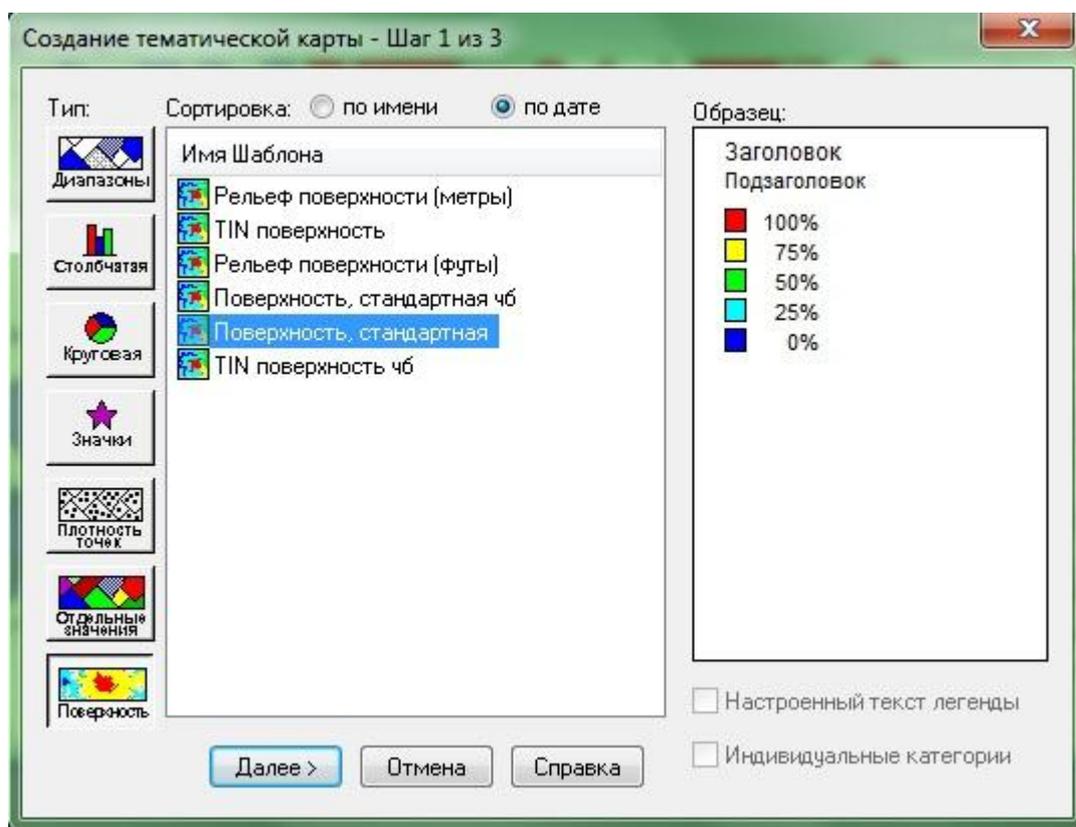


Рис. 6. Создание тематической карты – шаг 1

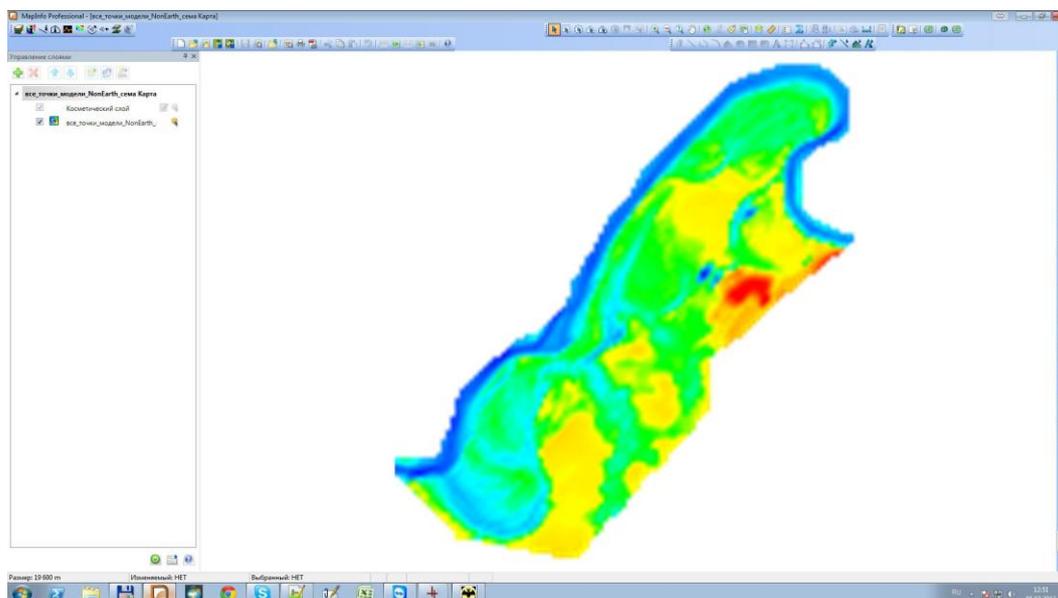


Рис. 7. Тематическая карта модели, характеризующая высоту местности

На третьем шаге выбирается структура карты, легенда и размерность карты. Сформированная новая тематическая карта показана на рис. 7.

Полученная тематическая карта применяется для создания трёхмерной модели, для чего в меню Карта выбирается «Создать 3D карту». На первом шаге выбирается исходная тематическая карта, и размерность создаваемой 3D карты (Лыгин, 2010). В результате получается трёхмерное изображение исследуемого участка местности (рис. 8).

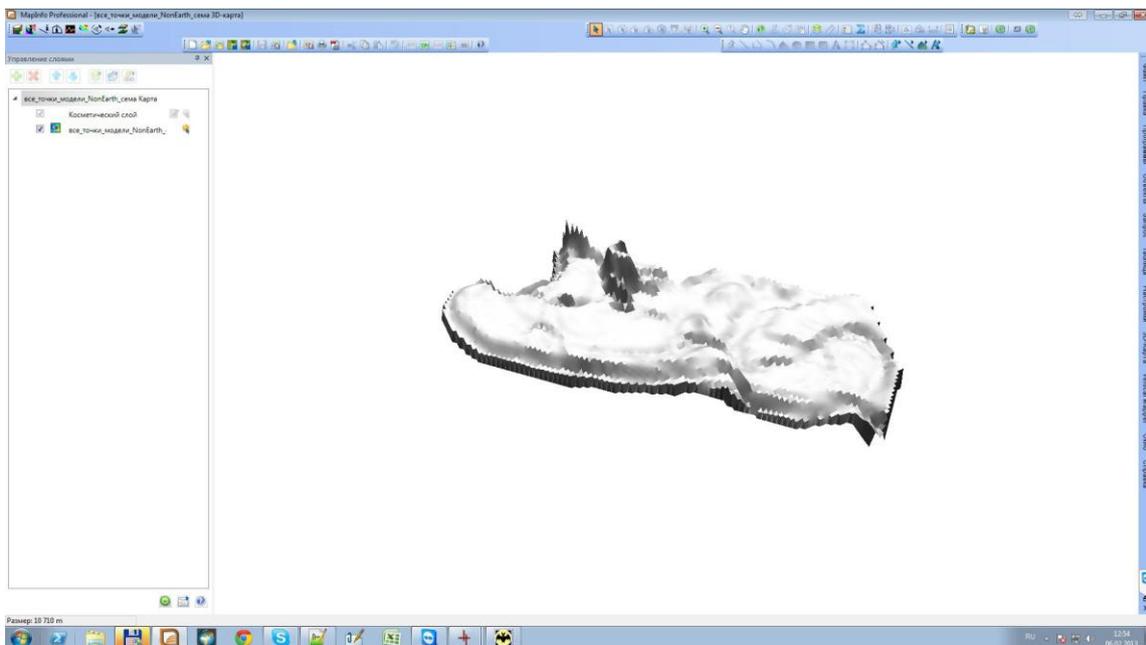


Рис. 8. Трёхмерная модель местности на исследуемой территории

Полученные данные в дальнейшем были использованы для создания реалистичной 3D модели поймы реки Вятки вблизи города Кирово-Чепецка с использованием графического движка Unity 3D Free (рис. 9).

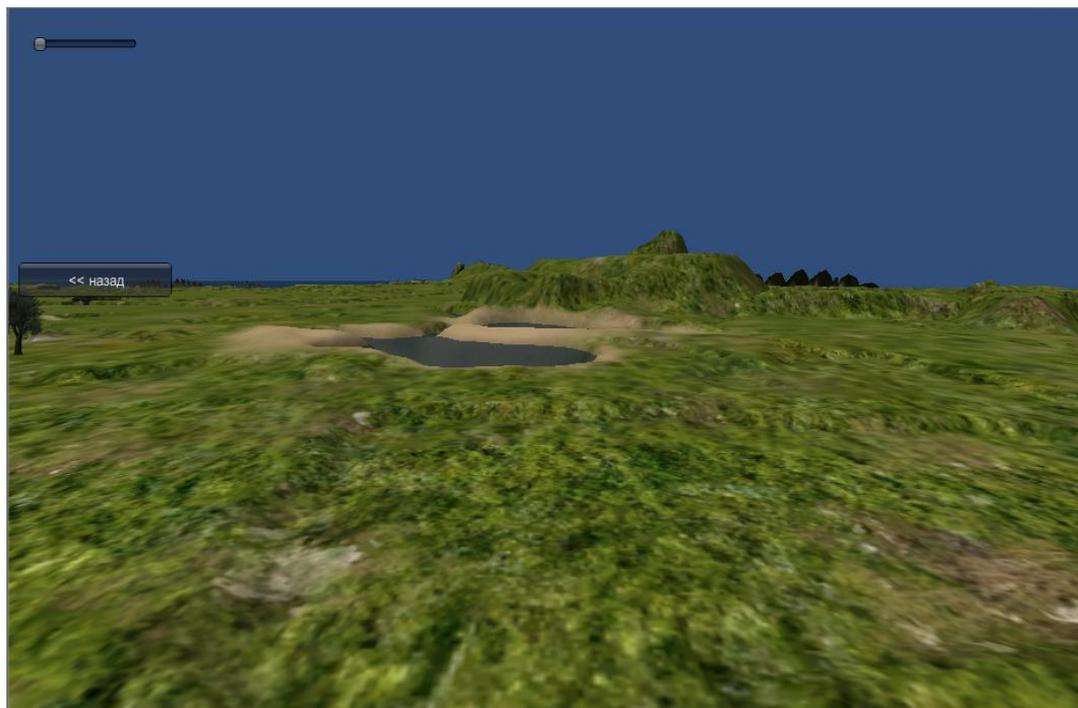


Рис. 9. Трёхмерная модель местности поймы реки Вятки

### Литература

Лыгин А. Н. Лабораторные работы по предмету «Геоинформационные технологии сбора и обработки информации» в среде MapInfo Professional. М., 2010.

# ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ ОБЪЕКТОВ ОАО «КИРОВО-ЧЕПЕЦКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

Т. А. Адамович<sup>1,2</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный гуманитарный университет,

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ecolab2@gmail.com

В течение длительного времени Кирово-Чепецкий химический комбинат являлся в нашей стране одним из ведущих предприятий ядерного комплекса, в дальнейшем он стал лидером по выпуску фторполимеров и минеральных удобрений. В процессе деятельности такого крупного химического предприятия природный комплекс в районе его эксплуатации сильно преобразован.

Для оценки природного комплекса вблизи химкомбината использовались многозональные космические снимки за 1973, 1981, 1987 гг. съемки в 4-х спектральных диапазонах с разрешением 80 м; за 1992, 2002 и 2007 гг. съемки в 8-ми спектральных диапазонах с разрешением 30 м, полученные с аппаратов Landsat. Снимки были сделаны в весеннее-летний период (май–август). При обработке снимков использовали компьютерную программу ENVI 4.5.

Методами автоматизированного дешифрирования проведена *оценка динамики природно-техногенного комплекса* в районе объектов ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат». По результатам обработки космических снимков способом максимального правдоподобия были получены тематические карты исследуемого природно-техногенного комплекса за период с 1973 по 2007 гг. (рис. 1). Проведен сравнительный анализ и обработка полученных материалов, выявлены тенденции изменения ландшафта в результате антропогенного влияния.

На основе результатов тематической обработки космических снимков территории вблизи Кирово-Чепецкого промышленного комплекса за период более 30 лет и проведенного анализа полученных данных (табл., рис. 2) выявлено изменение структуры природно-техногенной системы в районе исследования. В период с 1973 по 1981 гг. площадь урбанизированных территорий возросла в 5,2 раза, площадь распаханых земель – в 1,6 раз. Площади лиственных лесов и лугов в свою очередь резко сократились на 7,3 и 26,6% соответственно. Изменение процентного соотношения занимаемой классами территории в значительной степени связано с увеличением инженерно-строительных сооружений вследствие строительства крупного промышленного предприятия (Завода минеральных удобрений) и других объектов КЧХК.

По результатам дешифрирования космических снимков также можно сделать вывод о том, что луга, места вырубок постепенно зарастают вторичными лесами, возрастают площади лиственных лесов (1981 г. – 16,77%; 2007 г. – 19,08%). Изменения площадей, занимаемых водными объектами на снимках, зависят от сезона съемки и проводимых гидротехнических мероприятий (в частности, создания карьера Завода минеральных удобрений). Полученные результаты автоматизированного дешифрирования космических снимков с ис-

пользованием в качестве областей интереса объектов природно-техногенной системы в районе размещения предприятий КЧХК дополняют данные полевых исследований и хорошо согласуются с ними.

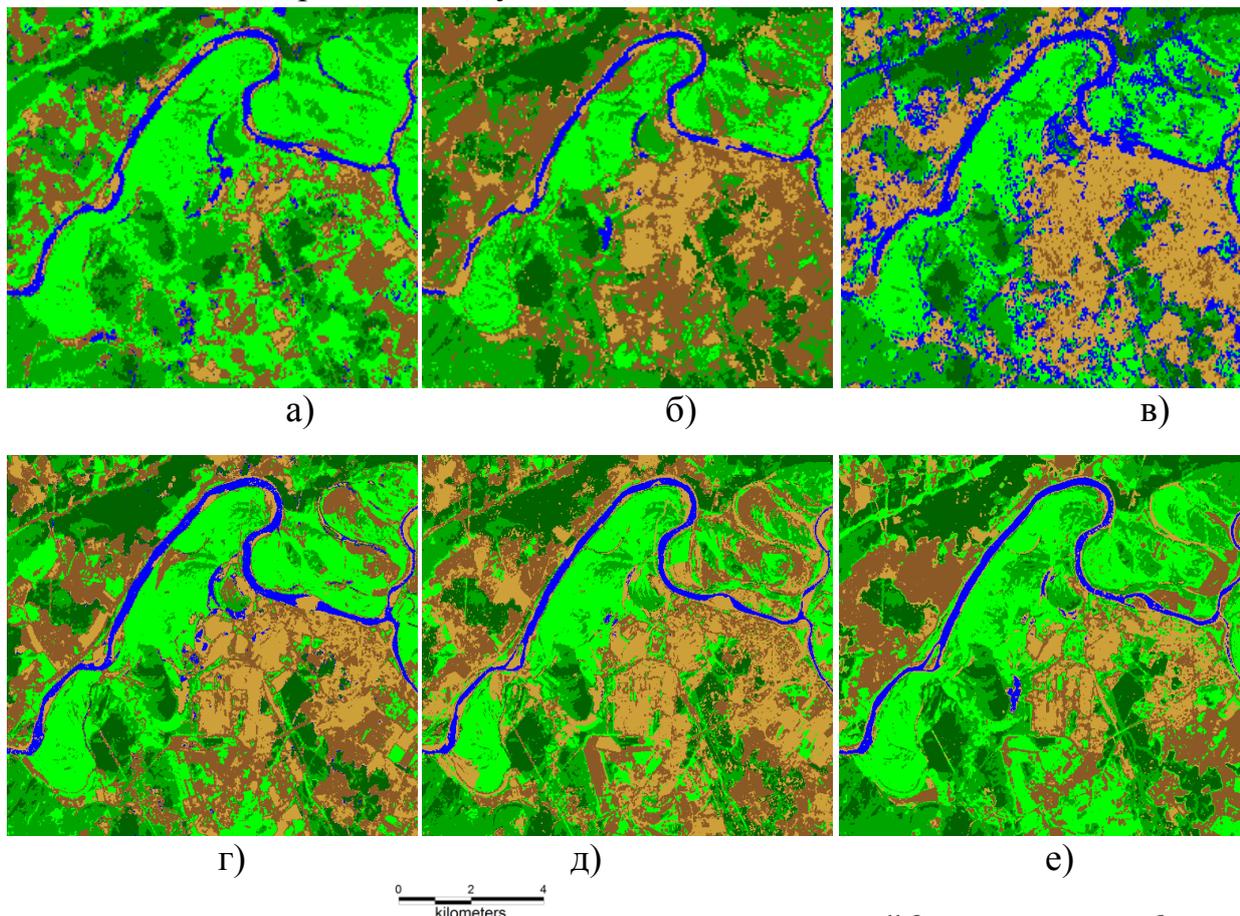


Рис. 1. Результаты автоматизированного дешифрирования космических снимков способом параллелепипедов в районе размещения объектов ОАО «Кирово-Чепецкий химических комбинат» с 1973 по 2007 гг.: а) 20.08.1973; б) 1.07.1981; в) 22.06.1987; г) 12.07.1992; д) 25.07.2002; е) 16.08.2007. Пространственное разрешение: а, б, в – 80 м; г, д, е – 30 м

Набор характеристик класса объектов



Таблица

**Классификация объектов в районе размещения предприятий ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат» по занимаемой площади, %**

| Класс объектов              | Занимаемая классом территория, % |         |         |         |         |         |
|-----------------------------|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                             | 1973 г.                          | 1981 г. | 1987 г. | 1992 г. | 2002 г. | 2007 г. |
| Сосновые леса               | 7,91                             | 8,42    | 9,58    | 13,57   | 14,18   | 15,52   |
| Лиственные леса             | 24,08                            | 16,77   | 19,25   | 12,14   | 15,28   | 19,08   |
| Луга                        | 41,52                            | 14,96   | 20,11   | 26,89   | 19,26   | 29,88   |
| Урбанизированная территория | 4,09                             | 21,23   | 26,21   | 16,01   | 26,10   | 12,28   |
| Пашня                       | 17,69                            | 28,38   | 16,62   | 27,11   | 22,52   | 20,28   |
| Водные объекты              | 4,71                             | 8,26    | 8,23    | 4,25    | 2,67    | 2,96    |

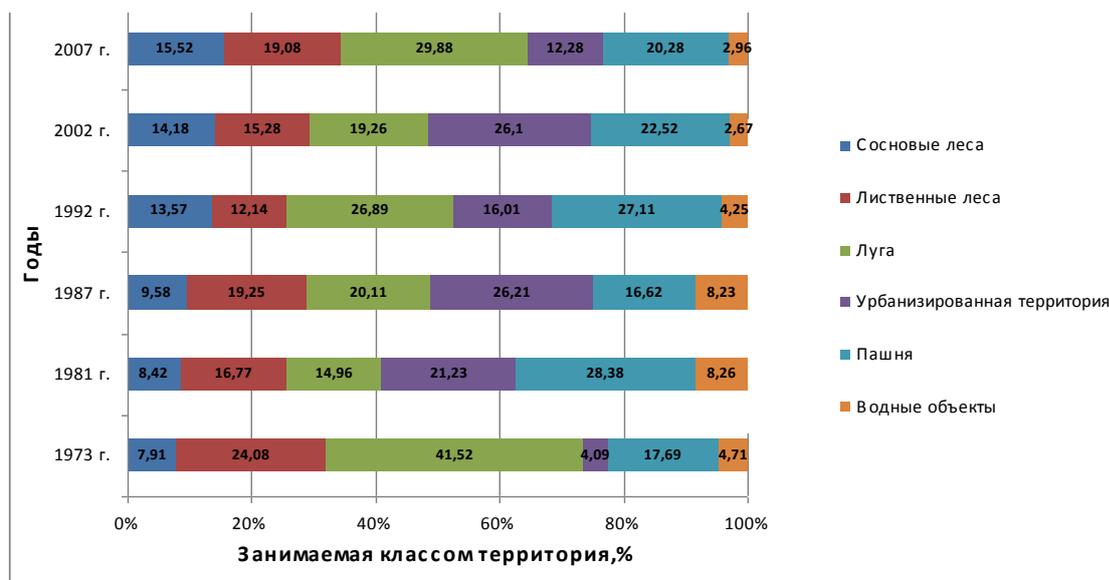


Рис. 2. Динамика соотношения классов объектов в районе размещения объектов ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат» в период с 1973 по 2007 гг.

Таким образом, проведенные нами исследования на территории в районе развития промышленного комплекса КЧХК, с использованием методов автоматизированного дешифрирования, позволили в динамике проследить развитие природно-техногенного комплекса за многолетний период. Установлено, что интенсивная хозяйственная деятельность привела к изменению структуры природного комплекса, к смене породного состава лесов, сокращению лугов, увеличению площади урбанизированных территорий. Выявлены тенденции антропогенного изменения ландшафтного комплекса, сделана оценка и прогноз влияния строительной и производственной деятельности на окружающую природную среду, что чрезвычайно сложно сделать с использованием только наземных методов исследования.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ СВАЛОК ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В РАЙОНАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*В. А. Титова<sup>1</sup>, Г. Я. Кантор<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,  
ecolab2@gmail.com*

В настоящее время по-прежнему одной из основных экологических проблем является рост количества отходов производства и потребления, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятий, организаций и населения, а также проблема их вторичного использования. Объем отходов в России за последние пять лет вырос в полтора раза и превысил 3,5 миллиарда тонн. Наиболее распространённым методом утилизации отходов является захоронение, что ведёт к безвозвратной потере до 90% полезной продукции. В це-

лом по России под мусорные свалки отчуждено около одного миллиона гектаров земель, среди которых не только пустыри, но и плодородные земли. Общее количество учтённых свалок по России составляет 865. Общее количество отходов, размещаемых на свалках, составляет 122,4 миллиона метров кубических (рис. 1).



Рис. 1. Свалка опилок № 13 (территория Орловского района)

Древесными называют отходы деревообрабатывающей промышленности, а также коммунального хозяйства или организаций, занимающихся вырубкой кустарников, деревьев и сучьев. Их спецификой являются большие объемы, занимаемые стволами деревьев, ветками, стружками и опилками, при относительно небольшой их массе. В цехах и на прилегающей территории деревообрабатывающих предприятий отходы часто занимают площади больше, чем производственные мощности.

Лесорубочные отходы и отходы переработки леса составляют до 40% от биомассы осваиваемой лесосеки. При наметившейся тенденции роста производства деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности увеличиваются и объёмы образования древесных отходов. Объём образования древесных отходов в России составляет 60 млн. м<sup>3</sup> в год, утилизируется же только 52,5%.

Среднегодовой объём образования промышленных отходов на территории Кировской области составляет в среднем около 1400 тысяч тонн, из них древесных отходов – более 360 тысяч тонн, которые накапливаются в процессе производства продукции лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Древесные отходы составляют наибольший удельный вес в массе образующихся отходов и занимают первое место по объёму в структуре промышленных отходов. Они накапливаются, горят, чем наносят ущерб окружающей среде. В структуре лесов, наряду с хвойными породами и берёзой, пользующимися устойчивым спросом в сферах традиционного при-

менения деловой древесины, много низкокачественных и практически не находящихся сбыта осины, ольхи и других лиственных деревьев. Нередки случаи, когда низкокачественная древесина остаётся гнить в лесу, увеличивая опасность лесных пожаров.

Кроме того, большие объёмы некачественной древесины образуются в результате отсутствия или несвоевременной санитарной рубки и плохого качества расчистки лесосек после завершения лесозаготовительных работ.

Поэтому решение проблемы сбора, перевозки и утилизации отходов, их вторичного использования крайне важно для всего региона.

Для решения существующей проблемы в регионе необходимо создание системы региональной инфраструктуры, включающей определение мест размещения отходов, их количества и характеристик, сбора, утилизации и переработки.

Актуальной на сегодня остается проблема размещения отходов, места их накопления перенасыщены, а новые не открываются в связи с недостаточностью финансирования и отсутствием подходящих территорий. Большое количество несанкционированных стихийных свалок не поддается достоверному учёту. Продукты деструкции отходов загрязняют прилегающие земли и подземные воды, особенно первого водоносного горизонта. Ведение учёта бесхозных отходов возложено на местные органы исполнительной власти и органы местного самоуправления, которые несут ответственность за условия обращения с ними и предотвращение негативного влияния на окружающую среду и здоровье людей. Но, как показывает практика, существующие пути и методы обращения с отходами не удовлетворяют потребности пользователей информации и органов государственного управления в сфере обращения с отходами. Существует потребность в картографических моделях пространственного распределения мест размещения отходов. Возникает необходимость в применении геоинформационных систем (ГИС) в сочетании с методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Применение ДЗЗ позволяет оперативно получать достоверную информацию о текущем экологическом состоянии исследуемой территории, которая помогает своевременно обнаруживать, контролировать и прогнозировать развитие негативных явлений и процессов.

С 2013 г. специалистами Инновационно-образовательного центра космических услуг Вятского государственного гуманитарного университета реализуется проект « Развитие региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий (на примере модельных районов)». В рамках проекта на основе статистических данных, геоинформационных и космических технологий планируется определить объёмы древесных отходов и места их размещения, обосновать и оптимизировать пути их транспортировки, временного хранения и дальнейшей переработки, а также создать карту-схему инфраструктуры переработки древесных отходов на основе методов высокоточной геодезии с использованием технологий ГЛОНАСС/GPS. В качестве модельного района был взят Орловский район. Достоверных статистических данных получить от природоохранных организаций Кировской области и админи-

страции Орловского района об объёмах накопленных древесных отходах и местах их размещения не удалось. Для выявления свалок древесных отходов в Орловском районе были использованы космические снимки с разрешающей способностью 0,6 м, которые позволили определить местонахождение свалок древесных отходов и их объёмы (рис. 2). Данные космических снимков были подтверждены наземными исследованиями.

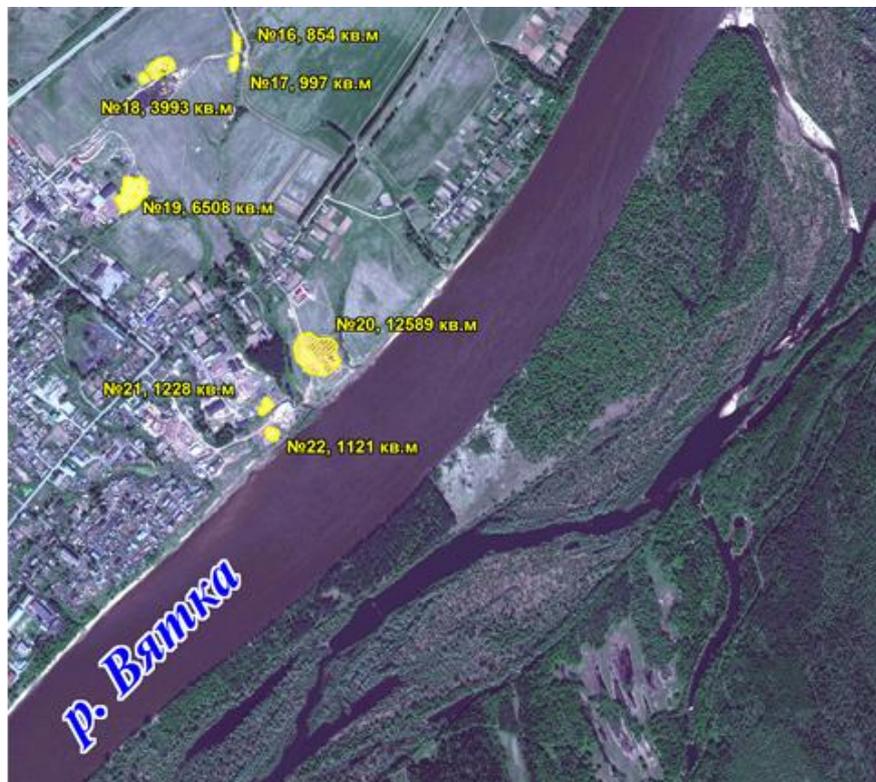


Рис. 2. Пример дешифрированного космического снимка окрестностей г. Орлова с указанием положения свалок древесных отходов и занятых ими площадей

Таким образом, использование космических снимков позволяет определить местонахождение свалок отходов, их состояние, объёмы, самовоспламенение отходов, какие-либо другие угрозы на полигонах. Как показали результаты работы, ГИС- и ДЗЗ-технологии целесообразно применять как один из эффективных путей выявления несанкционированных стихийных свалок и мест накопления отходов.

На космических снимках хорошо различается внутренняя «структура» свалок: отработанные участки, закрытые слоем почвы; участки, где в настоящее время складываются отходы; подъездные пути, канавы и т. п. (рис. 3–5).

По спектротрическим характеристикам и текстуре изображения можно дешифровать участки свалки и подъездные пути к полигону, которые использовались в разное время, заметны также изменения растительности на окружающей территории. Определение указанных изображений может производить компьютер путем автоматизированного обнаружения и распознавания класса объектов, нахождения их местоположения, изменений и анализа.

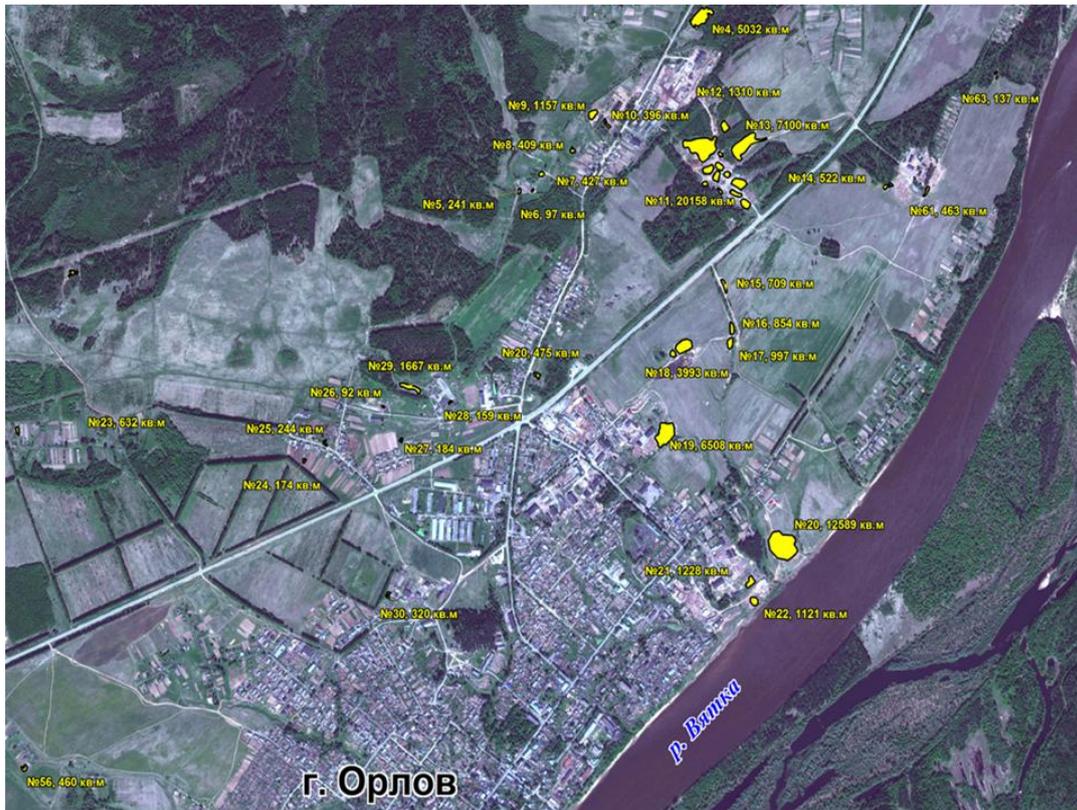


Рис. 3. Карта-схема размещения свалок древесных отходов на северо-восточной окраине г. Орлова

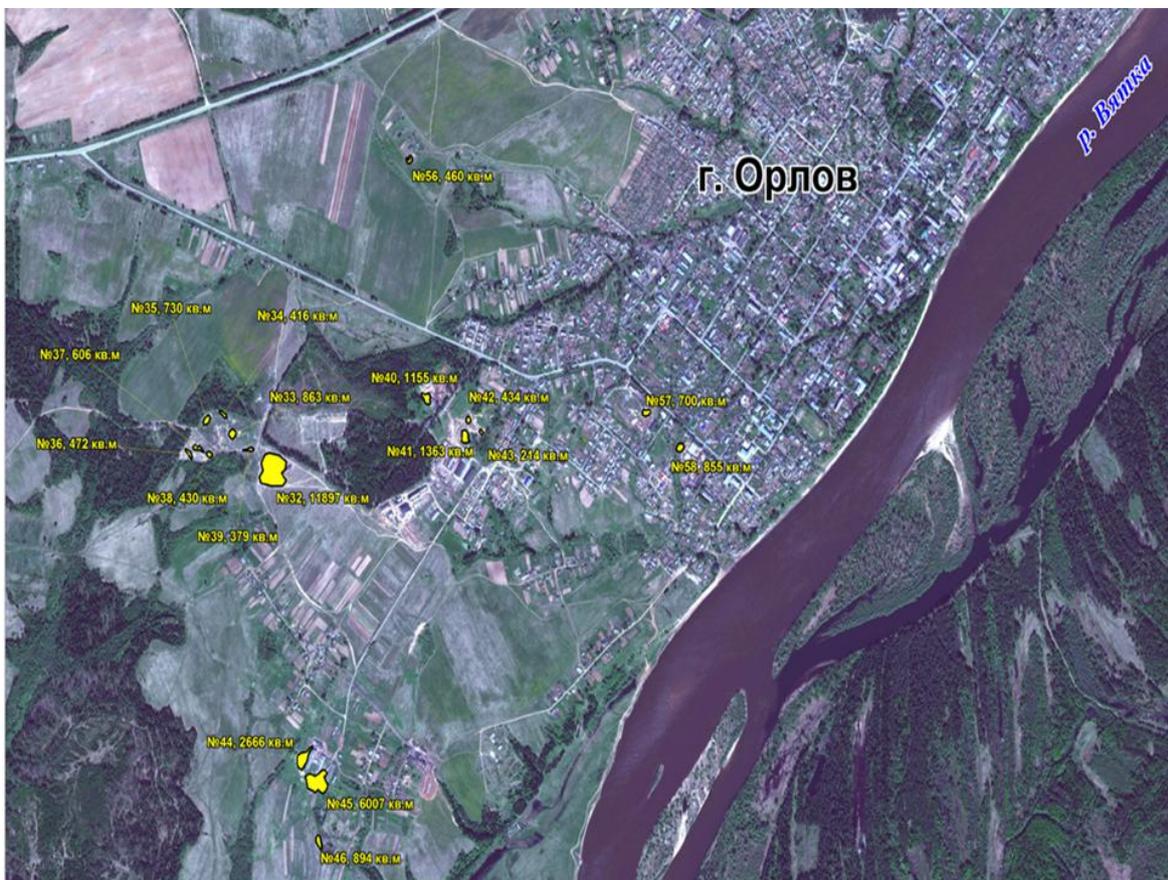


Рис. 4. Карта-схема размещения свалок древесных отходов на юго-западной окраине г. Орлова



Рис. 5. Карта-схема размещения свалок древесных отходов в Орловском районе, уточненная по результатам полевых работ

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

*Г. Я. Кантор*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Проблема утилизации отходов деревопереработки остро стоит во всех регионах, где получила развитие лесная промышленность. Накопленные объемы отходов весьма велики, их точная оценка затруднена по целому ряду причин. Хорошо известно, что значительная часть отрасли работает в «теневом секторе» экономики и не представляет данных об отходах региональным статистическим службам. Сами объекты размещения отходов (свалки опилок, щепы, реек, горбыля, сучьев и т.д.), как правило, имеют сложную неправильную форму, что делает процесс измерения их объема традиционными геодезическими методами трудоемким и малопродуктивным.

На наш взгляд, наиболее перспективным методом определения объема объектов размещения древесных отходов является стереофотограмметрический, который заключается в фотосъемке объекта с различных ракурсов и специальной математической обработке снимков, позволяющей воспроизвести точную форму и размеры объекта, сформировать его трехмерную модель и таким образом определить требуемые параметры, включая объем.

Такой подход к решению задачи был апробирован в Инновационно-образовательном Центре космических услуг Вятского государственного гуманитарного университета (ЦКУ) при выполнении проекта « Развитие региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий (на примере модельных районов)».

Площади, занятые свалками опилок, хорошо выявляются на цветных (мультиспектральных) космических снимках высокого разрешения, однако по снимкам практически невозможно определить высоту свалки и, следовательно, её объем. Поэтому с целью определения объема древесных отходов на территории модельного Орловского района были проведены полевые работы, в ходе которых, в частности, выполнялась стереофото съемка свалок опилок. По причине отсутствия специальной съемочной аппаратуры съемка производилась цифровой фотокамерой Olympus 440 с разрешением 4 Мрх (размер снимка 2272×1074). Для калибровки (внутреннего ориентирования) камеры в поле зрения размещались реперные объекты, представляющие собой трубки из алюминиевого сплава, на которые были нанесены цветные метки на расстоянии 1,00 м. Три трубки устанавливались по вершинам прямоугольного треугольника со сторонами 3, 4 и 5 м. Для обработки фотографий была разработана специальная программа, позволяющая из отдельных снимков формировать стереопару в конфигурации « Top&Bottom» , пригодную для просмотра на 3D-телевизорах с пассивной чересстрочной поляризационной технологией разделения ракурсов (типа LG Cinema 3D и аналогичных). Конфигурация « Top&Bottom» была выбрана вместо более распространенной SBS (Side by Side), поскольку она обеспечивает более высокое горизонтальное разрешение, что особенно важно для точного позиционирования объектов съемки по глубине.

Пример стереопары в конфигурации « Top&Bottom» приведен на рис. 1.



Рис. 1. Стереоскопическая фотография объекта размещения древесных отходов в Орловском районе Кировской области

Разработанная программа позволяет рассматривать объемное изображение на стереомониторах с пассивной поляризационной технологией при разрешении Full HD (1920×1080 пикселей), например, ASUS VG23A, которые используются в ЦКУ ВятГГУ. Для трехмерного позиционирования объектов съемки программа формирует стереокурсор, который можно перемещать манипулятором «мышь» по ширине, высоте и глубине изображения. Зрительно курсор выглядит как маленький ярко-красный кружок, аналогичный световому пятну от лазерного дальномера. Особенностью алгоритма формирования курсора является то, что его можно позиционировать с субпиксельной точностью (теоретически с разрешением 1/256 пикселя), что позволяет получить сантиметровое разрешение по глубине для объектов переднего плана.

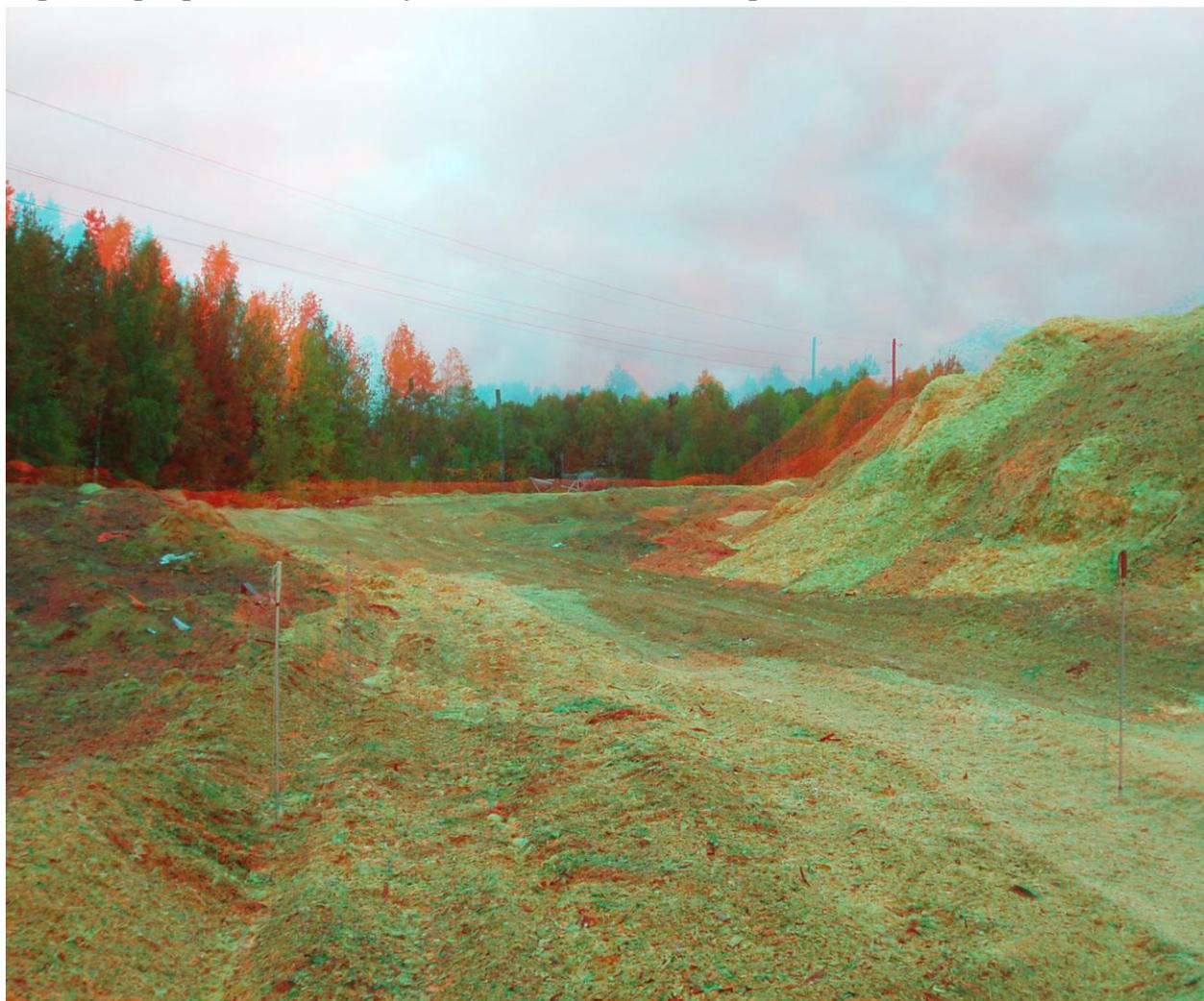


Рис. 2. Стереоскопическая фотография объекта размещения древесных отходов в виде цветного анаглифа

Кроме того, имеется возможность преобразования стереопары в стереоскопический цветной фотоанаглиф, который можно рассматривать на обычном цветном видеомониторе или в виде цветной распечатки на бумаге через специальные цветные очки «Red+Сyan». Пример стереоанаглифа для той же сцены приведен на рис. 2.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЦЕЛЯХ КОНТРОЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

*В. А. Титова, Е. А. Новикова*  
*Вятский государственный гуманитарный университет,*  
*ecolab2@gmail.com*

Важной составляющей водохозяйственного комплекса является система гидротехнических сооружений, которая предназначена для регулирования, аккумуляции и перераспределения стока рек, снижения максимальных расходов половодий и паводков, защиты территорий от затоплений. Гидротехнические сооружения (ГТС) служат для использования водных ресурсов и предотвращения негативного воздействия вод. При осуществлении водохозяйственных мероприятий ГТС, объединённые общим назначением и располагаемые в одном месте, составляют комплексы, называемые гидроузлами. Водонапорные, или напорные, ГТС состоят из плотины, водосбора и искусственного водоёма (пруд, водохранилище). Искусственные водоёмы являются ключевыми элементами напорных ГТС, так как они позволяют осуществлять регулирование водных ресурсов. Эффективное управление системой ГТС должно обеспечивать удовлетворение нужд населения и экономики в воде, предупреждение негативного воздействия вод, устойчивое и безопасное функционирование ГТС.

Со временем происходит старение гидроузлов, и вероятность аварий увеличивается до 10–19% (Шавнина, Пьянков, 2011).

Геоинформационные системы являются мощным современным инструментом анализа и отображения пространственных данных, в том числе и гидротехнических сооружений. Создание цифровых моделей рельефа дна, прибрежной зоны и водосбора водохранилищ, а также атрибутивные базы данных, содержащие информацию результатов мониторинга, позволяют оценить территорию водосбора водоёма и определить источники загрязнения в пределах водосбора, смоделировать процесс затопления территории в период прохождения половодий и паводков, рассчитать площадь и объём водохранилища при различных подпорных уровнях, определить объём иловых отложений, их пространственное распределение.

Проведение оценки современного технического состояния напорных ГТС Кировской области является крайне актуальным направлением исследований в связи с тем, что при сроке эксплуатации без реконструкций и ремонта более 30–40 лет многие из них значительно изношены и выработали свой ресурс.

Работы по инвентаризации ГТС на территории области осуществляются на основании постановления Правительства РФ « Об обеспечении безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений» (Постановление Правительства РФ ..., 1996) и соответствующего распоряжения администрации Кировской области (Распоряжение администрации Кировской области ..., 1996).

По состоянию на 1 января 2008 г. в банк данных водохозяйственных систем, сформированный Управлением Росприроднадзора по Кировской области

МПР России, включено 662 гидроузла прудов и водохранилищ с полным объемом более 8–10 тыс. м<sup>3</sup>. При инвентаризации, проведенной КОГБУ «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования» (КОГБУ ВятНТИЦМП), в 2011–2012 гг. учтено 692 гидроузла прудов и водохранилищ с суммарным полным фактическим объемом 233 млн.м<sup>3</sup> при их общей фактической площади зеркала 111,32 км<sup>2</sup> (Годовой отчет ..., 2012).

Среди обследованных ГТС в настоящее время 83 гидроузла (что составляет 12%) находятся в предаварийном и аварийном состоянии, 50 (8%) – в разрушенном и требуют проведения капитального ремонта, реконструкции или восстановления. При этом 45% общего количества гидроузлов не имеют юридически зарегистрированных владельцев. На большинстве гидроузлов отсутствует служба эксплуатации, вследствие чего не осуществляется регулярный контроль их технического состояния.

Основная причина аварий ГТС – разрушение (размыв) неукрепленного грунтового русла траншейных водосбросов (рис.) и недостаточная пропускная способность трубчатых водосбросов (труб-переездов).



Рис. Размыв неукрепленного русла траншейного водосброса

Частично решить проблемы организации и осуществления мониторинга состояния ГТС может применение аэрокосмических методов, дополняемое наземными исследованиями. Достоинством данных методов в этих условиях, несомненно, являются возможность с заданной регулярностью получать оперативные данные об исследуемых объектах, включая труднодоступные и отдаленные районы.

Таким образом, для оценки динамики ГТС и прогноза ситуаций на перспективу актуально применение геоинформационных технологий, базирующихся на материалах многолетних полевых исследований и аэрокосмических снимков.

#### Литература

Годовой отчет «Результаты ведения территориального мониторинга водных объектов в Кировской области в 2012 г.» / Отв. исп. Ю. С. Иванов. КОГБУ «ВятНТИЦМП», Киров, 2012. 150 с.

Постановление Правительства Российской Федерации от 23 апреля 1996 г. N 519 « Об обеспечении безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений» (Собрание законодательства Российской Федерации) 1996. N 18. 2167 с.

Распоряжение администрации Кировской области от 22 августа 1996 г. № 1069 « Об обеспечении безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений» .

Шавнина Ю. Н., Пьянков С. В. Анализ системы водоподпорных гидротехнических сооружений с использованием геоинформационных технологий. Пермь, 2011. С.11.

## **РАНЖИРОВАНИЕ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ» ПО СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ К АТМОСФЕРНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ**

*Е. А. Новикова<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Вятский государственный гуманитарный университет,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Растительность является интегральным показателем структуры природных систем в пространстве и во времени. Следовательно, картирование территории, занимаемой растительным покровом, можно рассматривать как основное звено комплексного изучения и картографического отображения динамики состояния природной среды в целом [1, 2]. Решение задач картографии прямо связано с общей изученностью растительности и ее ресурсного и экологического (средоформирующего и средозащитного) потенциалов. В настоящее время данным вопросам уделяется все больше внимания. На первый план выходит необходимость оценки экологической значимости растительности в рамках конкретных природных комплексов (геосистем), определение устойчивости ее к различным факторам антропогенного воздействия, выявление пределов допустимых антропогенных нагрузок. Картографический материал создает необходимую информационную основу для разработки прогнозов и рекомендаций по рациональному использованию растительных ресурсов конкретной осваиваемой территории. Крупномасштабные универсальные и оценочные карты растительности занимают важное место в системе управления природными ресурсами и качеством окружающей среды. Вместе с другими картами природных сред они необходимы при разработке различных хозяйственных проектов и проведении экологической экспертизы, а также являются частью систем мониторинга состояния окружающей среды [3].

В ходе уничтожения отравляющих веществ на объекте уничтожения химического оружия (УХО) « Марадыковский» в Кировской области возможно поступление в атмосферу около 100 различных органических и неорганических соединений (диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, фтористые соединения газообразные, неорганические соединения мышьяка, пиррофосфат натрия и др.) [4].

Известно, что загрязнение атмосферы приводит к значительному повреждению растительности. Вредное влияние загрязненного воздуха на растения происходит как путем прямого действия газов на ассимиляционный аппарат, так и путем косвенного воздействия через почву [5]. Поэтому является актуаль-

ным ранжирование лесной территории в районе расположения функционирующего объекта уничтожения химического оружия по степени устойчивости к атмосферному загрязнению.

В 3-километровую зону объекта « Марадыковский» входит долина р. Вятки, где боровая терраса занята сосновыми лесами брусничного типа, а пойма и первая терраса заболочены. В пойме р. Вятки имеются луга, заросли кустарников, низинные и верховые болота. Рельеф водоразделов здесь представлен пониженной равниной, где также широко развито заболачивание, поэтому значительные площади заняты сырыми черничными и заболоченными лесами. Лесопокрытая площадь составляет здесь более 50%, большая часть которой представлена вторичными лесами (с сосной, березой, осиной) [6].

В лесных комплексах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) объекта УХО « Марадыковский» хвойные породы в основном представлены сосной обыкновенной и елью гибридной, иногда с участием пихты сибирской, а лиственные – березой повислой, пушистой с встречающимися примесями ольхи клейкой, серой и осины дрожащей. Коренными породами деревьев в Оричевском лесхозе являются ель и пихта. Однако в настоящее время большинство лесов по составу древостоя являются производными (вторичными), сформированными на месте коренных в результате вырубki или пожаров. Особенностью породного состава лесов района является абсолютное преобладание сосняков, в большинстве случаев ель составляет лишь незначительную примесь к другим породам. Современное состояние растительного покрова на исследуемой территории [6] выявляет значительную степень нарушенности коренной растительности в результате хозяйственного освоения и свидетельствует о существенном снижении ресурсного и биосферного потенциала сохранившихся лесов, их пониженной буферной способности и значительной уязвимости против внешних неблагоприятных факторов.

Следует также отметить, что участок в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия « Марадыковский» представляет собой полого-склонную котловину рельефа, перепады высот незначительные. Слабая расчлененность рельефа речной сетью затрудняет дренаж на большей части данной территории. В условиях влажного климата в понижениях развивается заболачивание, что способствует аккумуляции загрязняющих веществ [4]. Почвы практически на всей территории СЗЗ относятся к категории неустойчивых или малоустойчивых к загрязнению [7]. Эти почвы быстро « насыщаются» загрязняющими веществами вследствие их малой емкости поглощения.

Отдельные виды, сорта и особи одного и того же вида растений по-разному реагируют на загрязнение воздуха [8, 9]. В настоящее время установлено, что на атмосферное загрязнение воздуха более остро реагируют хвойные, по сравнению с лиственными породами [10–13]. Наиболее подвержены воздействию загрязняющих веществ хвойные породы: кедр, лиственница, сосна, ель.

Одной из причин повышенной чувствительности хвойных является длительный срок жизни хвои, а также снижение массы хвои при повреждении (дефолиация, ожог, уменьшение ее длины). Наблюдения показывают, что при частых или постоянных воздействиях загрязняющих веществ в тканях растений

постепенно накапливаются токсичные соединения. Отмечается, что под влиянием промышленного загрязнения происходит повреждение хвои всех возрастов [14]. Лиственные породы деревьев в этих условиях более устойчивы, поскольку ежегодно сбрасывают листву и освобождаются от вредных соединений [15, 16].

Большинство газов активно поглощается растениями и участвует в метаболизме. Для многих растений отмечаются нарушения жизнедеятельности при очень малых концентрациях загрязнителей. Например, фитотоксичными веществами являются фторсодержащие соединения, хлор, оксиды серы и азота [17].

Газоустойчивость растительности зависит от многих факторов (эндогенных, метеорологических, эдафических, влияния рельефа местности, хозяйственной деятельности и др.). Однако в результате того, что хвойные породы менее устойчивы к атмосферному загрязнению, чем лиственные, некоторые авторы для ранжирования экосистем по степени устойчивости к техногенному загрязнению в качестве одного из критериев предлагают использовать динамику относительного содержания хвойных насаждений в лесном покрове [18], изменение состояния хвойных пород под влиянием выбросов [19], сокращение радиального годичного прироста у хвойных деревьев [20].

При ранжировании лесов СЗЗ действующего объекта УХО « Марадыковский » по степени устойчивости к атмосферному загрязнению в качестве критерия мы воспользовались соотношением породного состава лесов, так как при функционировании данного техногенного объекта с промышленными выбросами в атмосферу поступают различные фитотоксичные соединения (серы, азота, фтора и др.). Диагностировать ухудшение состояния лесных экосистем в результате действия данных загрязняющих веществ в первую очередь помогут наиболее уязвимые к атмосферному загрязнению хвойные насаждения.

Создана карта-схема устойчивости лесной территории санитарно-защитной зоны объекта УХО « Марадыковский » к атмосферному загрязнению при помощи программных средств геоинформационной системы MapInfo 7.5 с использованием данных полевых исследований за 2005–2010 гг. [21], картографических материалов и космического фотоснимка изучаемой территории со спутника QuickBird, имеющего пространственное разрешение 0,63 м (дата съемки 2 июня 2007 г.).

Дешифрирование производилось по спектрально-фотометрическим характеристикам растительности. Отмечены техногенные территории (объект УХО, воинская часть, дороги), безлесные участки и лесные массивы. В зависимости от соотношения хвойных пород к лиственным на исследуемых участках мониторинга в СЗЗ проведено ранжирование лесного покрова по степени устойчивости к атмосферному загрязнению (табл. 1) и выделено пять контуров на лесопокрытой территории.

Состав древостоя определялся, прежде всего, по характеру зернистости рисунка, который образуют на фотоснимке различные по форме и размерам кроны древесных пород. Для распознавания видового состава древостоя учитывалась и окраска крон деревьев, очертание теней; по интенсивности тона окраски на первое место следует поставить березу, далее осину, сосну, пихту, ель.

Хвойные леса характеризуются более темными тонами, чем смешанные. По мере осветления тона и укрупнения зернистости распознавалось увеличение доли лиственных пород в лесных массивах, контролируемое по результатам наземных исследований.

Таблица 1

**Устойчивость лесов в зависимости от процентного содержания хвойных пород**

| Содержание хвойных пород, % | Устойчивость, балл | Содержание хвойных пород, % | Устойчивость, балл |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|
| 90–100                      | 1                  | 40–49                       | 6                  |
| 80–89                       | 2                  | 30–39                       | 7                  |
| 70–79                       | 3                  | 20–29                       | 8                  |
| 60–69                       | 4                  | 10–19                       | 9                  |
| 50–59                       | 5                  | 0–9                         | 10                 |

В результате комплексирования имеющихся материалов составлена карта-схема устойчивости лесного покрова к атмосферному загрязнению по соотношению хвойных и лиственных пород (рис. 1). Легенда к карте-схеме устойчивости лесной территории СЗЗ приведена в таблице 2.

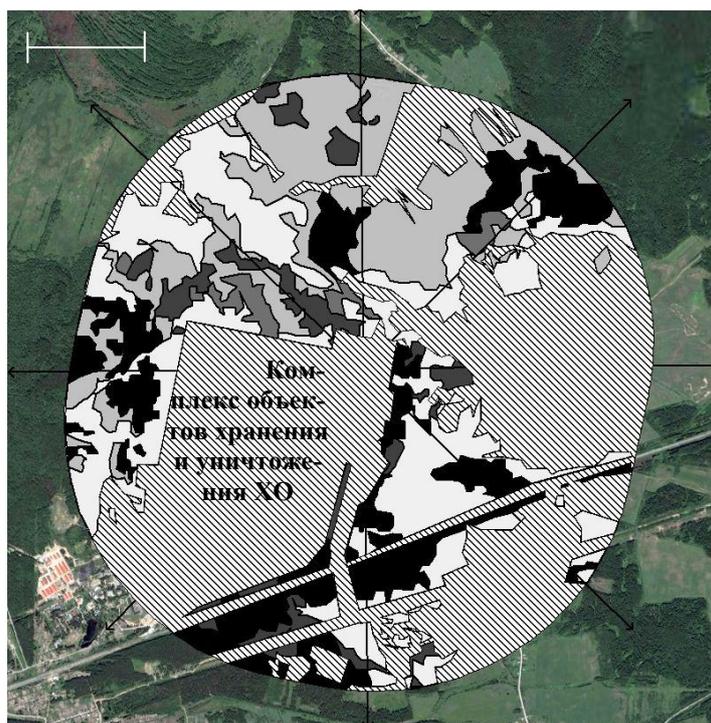


Рис. Карта-схема устойчивости лесного покрова СЗЗ объекта УХО «Марадыковский» к атмосферному загрязнению по соотношению хвойных и лиственных пород, М 1:70000

Полученная карта-схема (рис.) отображает соотношение хвойных и лиственных пород в лесном покрове территории СЗЗ объекта УХО «Марадыковский» и категории устойчивости лесных массивов к атмосферному загрязнению по данному критерию. Применение такого подхода позволило установить, что

более 20% лесов СЗЗ можно отнести к неустойчивым в условиях регулярного атмосферного загрязнения (табл. 2).

Таблица 2

**Легенда к карте-схеме устойчивости лесного покрова СЗЗ объекта УХО «  
Марадыковский»**

| Раскраска | Категория устойчивости | Баллы устойчивости | Площадь                |                              |
|-----------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|
|           |                        |                    | Всего, км <sup>2</sup> | % от общей площади лесов СЗЗ |
|           | Высоко устойчивые      | 9–10               | 3,153                  | 36,5                         |
|           | Относительно устойчи-  | 7–8                | 2,535                  | 29,4                         |
|           | Средней устойчивости   | 5–6                | 0,261                  | 3,0                          |
|           | Малоустойчивые         | 3–4                | 0,725                  | 8,4                          |
|           | Неустойчивые           | 1–2                | 1,959                  | 22,7                         |

Примечание: территория без лесного покрова и объекта хранения и уничтожения химического оружия обозначена на карте-схеме штрихом

Результаты полевых исследований, проведенных в 2005–2008 гг. лабораторией биомониторинга и биотестирования Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области и лабораторией биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ [6, 21], свидетельствуют о том, что лесной покров санитарно-защитной зоны имеет нормальное развитие, соответствующее конкретным лесорастительным условиям и возрастному состоянию древостоев, его биологическое и санитарное состояние является хорошим.

Однако по данным биоиндикационных исследований растительного покрова за 2009–2010 гг. [21] установлено увеличение содержания загрязняющих веществ в природном комплексе. По результатам лишеноиндикационного обследования выявлены участки с ухудшившимся состоянием атмосферного воздуха, которые находятся в северо-, северо-восточном направлении от объекта. Результаты, полученные по комплексу показателей хвойных (сосны обыкновенной) также свидетельствуют о загрязнении атмосферы в данном районе.

Представляется актуальным отслеживать состояние лесного покрова, и особенно хвойных лесов, в районе расположения действующего объекта уничтожения химического оружия с использованием полученной карты-схемы в целях своевременной диагностики загрязнения атмосферного воздуха и проведения природоохранных мероприятий.

#### Литература

1. Мельцер Л. И. Фитоценотические аспекты устойчивости ландшафтов Ямала // Западная Сибирь – проблемы развития. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1994. С. 128–141.
2. Сочава В. Б. Карты растительности в серии карт среды обитания // Геоботаническое картографирование 1974. Л.: Наука, 1974. С. 3–11.
3. Волкова Е. А., Храмов В. Н., Макарова М. А. Картографическая оценка экологического состояния растительного покрова побережья Финского залива // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. СПб.: Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН, 2000. С. 42–43.

4. Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.
5. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука. 1979. 278 с.
6. Марадыково на Вятке (по материалам научных исследований) / Под ред. Т. Я. Ашихминой, А. Н. Васильевой, Г. Я. Кантора. Киров: ВятГГУ, 2005. 164 с.
7. Олькова А. С., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. Картирование почвенного покрова и оценка устойчивости почв на территории санитарно-защитной зоны комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. М.: МИИГАИК, 2009. № 2. С. 39–45.
8. Кулагин Ю. З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. М: Наука, 1980. 116 с.
9. Шепятене Я., Вяцкус А. Методика оценки состояния хвойных лесов в процессе лесоустройства при локальном загрязнении среды // Лесное хозяйство. 1986. № 10. С. 47–49.
10. Николаевский В. С. Некоторые анатомо-физиологические особенности древесных растений в связи с их газоустойчивостью в условиях медеплавильной промышленности Среднего Урала: Автореф. дис... канд. биол. наук. Свердловск, 1964. 40 с.
11. Подзоров Н. В. Некоторые причины усыхания сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения в Охтинской лесной даче: Автореф. дис... канд. биол. наук. Л., 1966. 22 с.
12. Любавская А. Я. Селекционно-генетическая оценка ассортимента древесных пород для зеленых насаждений Москвы, как фактор повышения их устойчивости и полезных функций // Городское хозяйство и экология. Известия Жилищно-коммунальной академии. М., 1996. С. 17–19.
13. Жидков А. Н. Оценка состояния хвойных лесов с помощью применения лишеноиндикации. // Экология, мониторинг и рациональное природопользование / Науч. тр. Вып. 302 (1) М.: МГУЛ, 2000.
14. Шарифуллин Р. Н. Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в условиях нефтехимического загрязнения (характеристика проводящей корневой системы): Дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2005. 124 с.
15. Приступа Г. К., Мазепа В. Г. Анатомо-морфологические изменения хвои сосны в техногенных условиях // Лесоведение. 1987. № 1. С. 58–60.
16. Прокопьев Е. П. Экология растений (особи, виды, экогруппы, жизненные формы). Томск, 2001. 340 с.
17. Бурков Н. А. Прикладная экология: учеб. пособие. Киров, 2005.
18. Барталев С. С. Оценка индикаторов состояния лесов Московской области по данным спутниковых наблюдений. // Электронный многопредметный научный журнал «Исследовано в России» Т. 9.С. 948–958.
19. Мартынюк А. А. Сосновые экосистемы в условиях аэротехногенного загрязнения, их сохранение и реабилитация: Автореф. дис... докт. сел.-хоз. наук. М., 2009. 37 с.
20. Быков А. А., Неверова О. А. Моделирование загрязнения атмосферы и экологическое зонирование территории г. Кемерово // Инженерная экология, 2002. № 6. С. 25–32.
21. Итоговый отчет РЦГЭКиМ по Кировской области «Обеспечение проведения мониторинга растительного и животного мира (биоэкологического мониторинга) на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий 1205 объекта по хранению и уничтожению химического оружия в Кировской области» / Научный руководитель Т. Я. Ашихмина. Киров, 2005. 177 с.; 2006. 223 с.; 2007. 218 с.; 2008. 242 с.; 2009. 153 с.; 2010. 249 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ЗОНЕ ВЫБРОСОВ СЫКТЫВКАРСКОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*М. И. Василевич, В. В. Елсаков*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*  
*mvasilevich@ib.komisc.ru*

В настоящее время данные дистанционного зондирования (ДДЗ) являются наиболее важным источником информации при оценке пространственно-временных закономерностей распределения структурных и функциональных параметров естественных и нарушенных антропогенной деятельностью природных систем и для получения оперативных данных экологического мониторинга.

Хвойные древесные фитоценозы, доминирующие в северном полушарии, благодаря значительной листовой поверхности являются хорошим поглотителем аэрозольных загрязнений атмосферного воздуха, служа естественным аккумулятором и препятствуя распространению загрязнения в окружающей среде. Однако при длительном воздействии выбросов изменяется ход роста, снижается устойчивость и ухудшается санитарное состояние лесов, меняется их структура, уменьшается сомкнутость крон (Лесные ..., 1990).

Для исследования была выбрана залесенная территория вблизи Сыктывкарского лесопромышленного комплекса (СЛПК) – одного из крупнейших предприятий целлюлозно-бумажного производства в европейской части России. Преобладающие компоненты в выбросах комбината – карбонатно-сульфатная пыль, оксиды серы, углерода, азота. Основными показателями загрязнения в жидкой фазе являются  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (при условии перехода сульфата натрия при эмиссии в растворимые сульфаты),  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ . Исследователями Института биологии КНЦ УрО РАН (Торлопова, 2003) проводилась оценка структуры и состояния сосновых и еловых фитоценозов в зоне действия СЛПК в период 1995–2001 гг. Результаты этих наблюдений показали снижение прироста стволовой древесины и жизненного состояния древостоев, ухудшение состояния подроста и растений напочвенного покрова, наблюдается дехромация хвои и дефолиация кроны деревьев.

Для оценки состояния древостоя в зоне влияния выбросов СЛПК использовались летние и зимние снимки спутников Landsat TM 4, 5 и Landsat 8 OLI с пространственным разрешением 30 м за период с 1986 по 2013 гг. Предобработку материалов спутниковых изображений высокого разрешения Landsat провели общепринятыми методами, включая пространственную, радиометрическую и топо-коррекцию (Liang, 2008). Выделение основных классов растительного покрова для анализа особенностей их пространственной приуроченности проводилось по изображению Landsat TM 5 от 22.06.2011 методом решающих правил или «пороговой» классификации. Проверка классификации проведена по контрольным точкам, выделенным при полевых исследованиях.

При обработке изображений использованы принципы декомпозиции спектральных смесей (метод SMA, *Spectral Mixed Analysis*), исходя из положения, что доля компонент при этом принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность (Елсаков, 2005; Epstein, 2009). Это позволяет количественно оценить вклад отдельных компонент в отражательную способность элементов изображения. В качестве «чистых компонент» использовали параметры, полученные для открытых пологих заснеженных участков (сомкнутость крон равна 0) и характеристики участков с максимально сомкнутым древостоем (сомкнутостью крон 0,9–0,95). Калибровка построенной модели и проверка её точности выполнена на основании анализа сходимости полученных величин и пространственно привязанных данных. Между дистанционными и полевыми показателями отмечена значимая положительная коррелятивная связь ( $r=0,93$ ), максимальное отклонение значений 10% (среднее 6%). Приблизительную оценку распределения запасов фитомассы и их изменение в фитоценозах проводили на основании расчета и сравнения значений нормализованного вегетационного индекса (NDVI). Отмечена связь между величинами NDVI и наземной фитомассой в виде логарифмических и линейных зависимостей (Елсаков, 2005; Epstein, 2009).

В ходе выполнения управляемой классификации выделено 18 классов земной поверхности, из них 16 приходится на разные типы растительного покрова на выделенной территории площадью 119 тыс.га. Сообщества растительности – типичные для средней подзоны тайги, местами нарушенные сплошными вырубками и другими видами деятельности. Растительностью покрыто 90% исследованной территории. Значительную долю занимают лиственные леса (15,9%), это связано с высокой освоенностью территории – рубками, что помимо возможного влияния выбросов СЛПК определяет высокую антропогенную нагрузку на растительный покров территории исследования. Сосновые ассоциации доминируют и в сумме составляют 39% от всей растительности данного района. Еловые ассоциации представлены на 25% выделенной территории с ельником чернично-зеленомошным с примесью сосны в большей доле. Точность классификации проверена по контрольным полевым точкам с составлением матрицы ошибок, получено совпадение в 83% случаев ( $N=41$ ).

Применение индекса NDVI для расчета распределения запасов фитомассы и их изменение в фитоценозах проводили на основании 10 летних снимков (конец июня–начало июля) за период 1987–2011 гг. Средние отрицательные изменения  $k$ -тренда показали, что на исследованной территории наибольшие изменения наблюдаются на заболоченных участках вблизи СЛПК, а также в ельниках. Средние значения уменьшения запасов биомассы составили для этих сообществ 0,2% в год, т.е. за 24 года на 4,8% соответственно.

Анализ сомкнутости древостоя методом SMA проводили для двух временных интервалов: 1986/1987–2002/2003 гг. и 2002/2003–2013 гг. Первый период – с 1986 по 2003 гг. связан с временем работы СЛПК до проведения реконструкции газоочистных сооружений. Второй период представлен интервалом времени после реконструкции и до настоящего момента. Изменение сомкнутости древостоя для первого периода было рассчитано на основе усред-

нения четырех растров изображений 1986–2002, 1986–2003, 1987–2002, 1987–2003. Были выделены нетронутые участки леса с уменьшением сомкнутости древостоя без влияния каких-либо видов хозяйственной деятельности. Участки расположены в северном и северо-западном направлении от предприятия, что согласуется с преобладающими направлениями ветра, с наибольшим уменьшением сомкнутости крон местами до 25–35%. Участки приурочены в основном к еловым и заболоченным сосновым фитоценозам в зоне наибольшего воздействия выбросов. Среднее значение уменьшения сомкнутости древостоя на выделенных участках составило 6%. На выделенных участках наибольшие изменения отмечены для ельников зеленомошных (30%), сосняков чернично-зеленомошных с примесью ели (24%) и ельников чернично-зеленомошных с примесью сосны (19%).



Отрицательные изменения сомкнутости крон



Рис. Отрицательные изменения сомкнутости крон, основанные на расчетах индекса сомкнутости за 1986–2013 гг. с изолиниями, отражающими кратность превышения над фоном содержания в снеге сульфат-ионов в 2002–2007 гг.

Оценка изменений сомкнутости крон за период 2003–2013 гг. показала, что изменения сомкнутости за десять лет в этих участках продолжают. В заболоченных фитоценозах уменьшение этого значения достигает 50%. На тех же

выделенных участках среднее значение уменьшения сомкнутости составило за десять лет 10%. Анализ изменений сомкнутости крон за весь период исследования показал, что среднее значение уменьшения сомкнутости за весь период с 1986 по 2013 гг. составило 15,3%. Согласно расчету изменения сомкнутости методом SMA, возможное негативное влияние выбросов на состояние древостоя достигает на выделенных участках расстояния 15 км от основного источника выбросов данного предприятия.

Одним из основных компонентов выбросов СЛПК в жидкой фазе, негативно влияющих на жизненное состояние древостоя являются сульфат-ионы, которые в составе кислых атмосферных осадков вызывают разреженность крон, усыхание верхушек и ветвей, негативно влияют на состояние подростка. Анализ химического состава снежного покрова вокруг СЛПК показал, что максимум поступления сульфат-ионов находится непосредственно вблизи от источника выбросов, а трехкратное превышение над фоном отмечено на расстоянии до 15 км (рис.). Отмечено, что большая часть выделенных участков расположена в зоне 3-х-кратного превышения содержания сульфат-ионов, где возможно негативное влияние на состояние древостоя.

Таким образом, результаты обработки космоснимков позволили оценить изменения состояния растительных фитоценозов в зоне воздействия выбросов СЛПК. Данная территория на протяжении всего периода, помимо действия выбросов, была подвержена интенсивному воздействию хозяйственной деятельности: сплошным рубкам, деградации в результате строительства промышленных сооружений, дорог и др.

Расчет индекса NDVI позволил установить снижение запасов биомассы в среднем на 0,2% в год на участках леса, где не обнаружено другого антропогенного воздействия помимо эмиссии промышленных выбросов. Среднее значение уменьшения сомкнутости за весь период с 1986 по 2013 гг. составило 15,3%. По результатам исследования возможное воздействие выбросов предприятия может достигать расстояния 15 км от основного источника выбросов по доминирующему направлению розы ветров, что практически совпадает с оценкой распространения выбросов по анализу химического состава снежного покрова.

### Литература

Елсаков В. В., Щанов В. М. Особенности спектральных характеристик приморских лугов восточного побережья Малоземельской тундры // Биоразнообразие наземных и водных экосистем охраняемых территорий Малоземельской тундры и прилегающих районов. Сыктывкар, 2005. (Труды Коми научного центра УрО РАН, № 178). С. 148–159.

Алексеев В. А. и др. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38–53.

Торлопова Н. В., Робакидзе Е. А. Влияние поллютантов на хвойные фитоценозы. Екатеринбург, 2003. 139 с.

Epstein H. E. Vegetation biomass, leaf area index, and NDVI patterns and relationships along two latitudinal transects in arctic tundra // Abstract GC31A-0697, presented at AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, December 14-18, 2009, 90:gc31A-0697.

Liang T., Zhang X., Xie H. Toward improved daily snow cover mapping with advanced combination of MODIS and AMSR-E measurements // Remote Sensing of Environment, 2008. P. 3750–3761.

# АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОСИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

*В. С. Бирюкова<sup>1</sup>, В. В. Елсаков<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Сыктывкарский государственный университет,*

<sup>2</sup> *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, studenten111@gmail.com*

В работе представлены результаты оценки интенсивности деградации экосистем Большеземельской тундры под влиянием антропогенных факторов. Большеземельская тундра занимает территории Ненецкого автономного округа и Республики Коми, представляя собой холмистую равнину.

Целью данной работы является выявление изменений экосистем территорий Большеземельской тундры под влиянием антропогенного воздействия. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- сбор и организация архива спутниковых снимков за последние десятилетия (1973–2011 гг.);
- разработка методики оценки площади нарушений на примере модельного участка;
- создание системы измерений площади нарушений за разные временные периоды на территории Большеземельской тундры.

Анализ степени нарушенности экосистем позволяет оценить возможные изменения природных характеристик компонентов естественных ландшафтов для проектных организаций, увидеть изменения во временном аспекте.

Для проведения анализа изменений территории был создан архив космических снимков на основе снимков американского спутника Landsat заказанные с сайта Глобального фонда земельного покрова ([glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov)). Заказанные космоснимки подвергались разархивированию, обработке в программе ERDAS IMAGINE 9.1 и непосредственному созданию архива с анализом их временной представленности. Далее шли процедуры, связанные с топографической обработкой (привязка космоснимков) к соответствующей территории по нумерации Path/Row в программе ArcView.

За модельный участок была взята территория Северо-Харьягинского месторождения. Красным цветом выделены антропогенно-нарушенные участки. В черном контуре обозначены местоположения самих месторождений, все остальные антропогенно-нарушенные участки являются коридорами движения вездеходного гусеничного транспорта, которые представлены в большом количестве (рис. 1).

При однократном проезде гусеничной техники наиболее сильные повреждения испытывает мохово-лишайниковый покров. Ширина такой дороги может иметь значительные размеры (рис. 2).

Для количественного учета изменений нарушенных площадей территории, находящейся рядом с Северо-Харьягинскими месторождениями, изображения каждого года были подвергнуты векторизации (ArcView 3.2a, UTM 83, зона 40), для чего была произведена оцифровка антропогенно-трансформиро-

ванных участков. Затем у полигональных объектов измерялась площадь, у линейных – длина, а также толщина линий, соответствующая таковым на снимках (рис. 3).

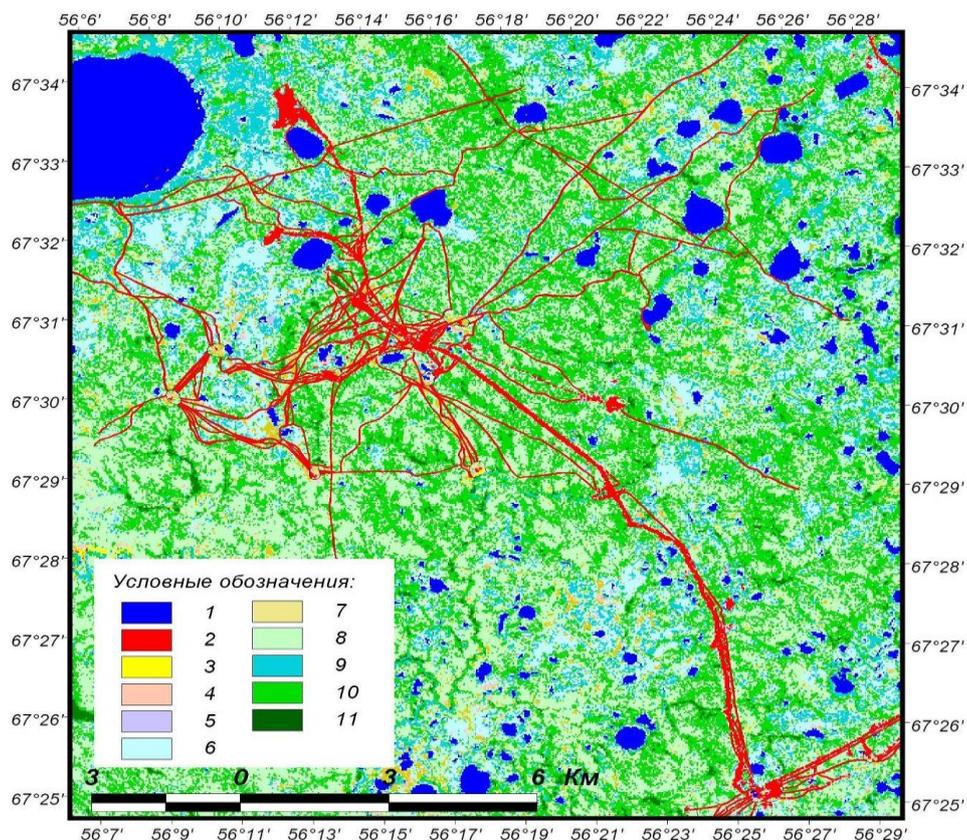


Рис. 1. Растительный покров района Северо-Харьягинского месторождения. Цифрами обозначены: 1 – водные поверхности, 2 – антропогенно-нарушенные участки, коридоры движения вездеходного гусеничного транспорта, 3 – нивальные и склоновые прирусловые луга, 4 – мелкоерниковая мохово-лишайниковая тундра, 5 – травянистые болота, 6 – багульниково-моховые тундры на плоскобугристых торфяниках, 7 – ерники травыные, 8 – ерники моховые, 9 – бугристо-мочажинные болота, 10 – ерnikово-ивняково моховые тундры, 11 – ивняки травыные



Рис. 2. Вездеходная дорога

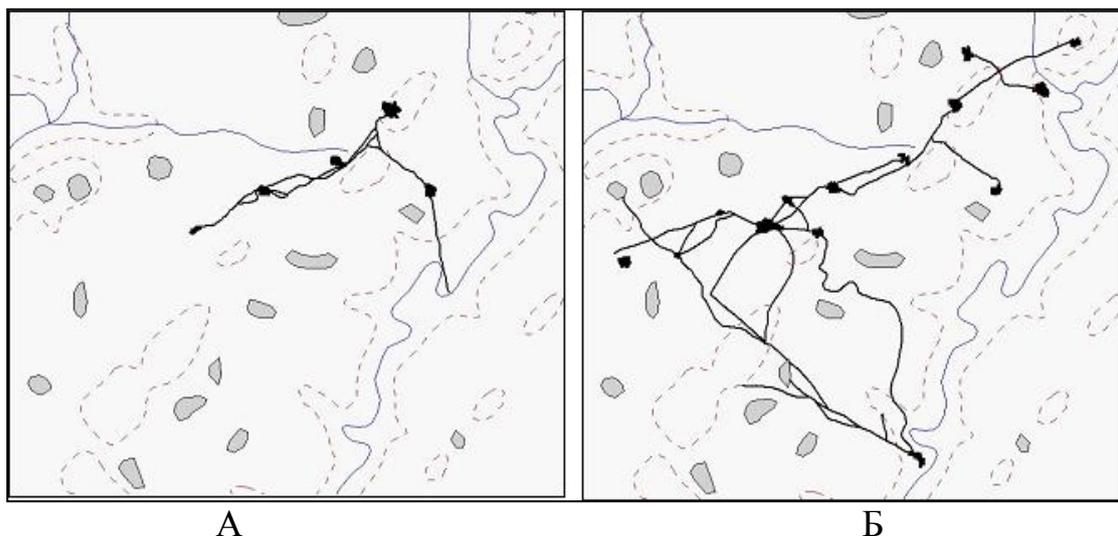


Рис. 3. Изменения площадных нарушений растительного покрова (1:100 000), выявленные на основании анализа космических снимков 1987 г. (а) и 2000 г. (б). Для удобства данные спроецированы на схему района (1:1 000 000), содержащую рельеф, озера, основные водотоки

Проведенная работа показала широкие возможности использования ГИС-технологий для развития системы анализа компонентов природных экосистем Большеземельской тундры, подверженных наиболее важными факторами трансформации: влиянию объектов добычи и транспортировки нефти, а так же выпасу оленей различной интенсивности. Так, на модельном участке Большеземельской тундры в 2000 г. отмечено значительное увеличение общей площади нарушенных земель. Более чем в два раза увеличились площади, отведенные под буровые скважины, доля линейных объектов (дороги, нефтепровод) выросла примерно в три раза по сравнению с данными 1987 г.

Использование дистанционных методов позволяет проводить пространственную и временную оценку трансформации растительных сообществ.

### **О РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ И СВЯЗИ**

*И. М. Гизатуллин*

*Управление Роприроднадзора по Кировской области*

Во всем мире экологическим проблемам уделяется повышенное внимание. Бурное развитие хозяйственной деятельности людей создало все предпосылки реальной возможности экологического кризиса. В этой связи большое значение приобретает направление, связанное с количественной оценкой антропогенных воздействий, созданием систем комплексной оценки состояния экологической обстановки, а также моделированием и прогнозированием развития ситуации. Создание подобных систем в настоящее время невозможно без

использования современных компьютерных инструментов. Одним из важных инструментов являются ГИС-технологии.

Оценка состояния сложных природных объектов подразумевает всесторонний анализ воздействия различных факторов. Получение комплексных оценок затруднено многообразием характеристик объектов, разнотипностью доступной информации, что повышает актуальность задачи обеспечения метрологической сопоставимости разнородных данных.

Очевидна необходимость создания геоинформационной системы комплексной оценки, моделирования и прогнозирования состояния окружающей среды, объектов природопользования, основанной и интегрированной, в том числе, с результатами контрольной и надзорной деятельности государственных инспекторов. Она должна базироваться на топографической основе с единой системой координат, на базах данных, имеющих единую организацию и структуру и являющихся хранилищем всей информации об анализируемых объектах, на наборе программных модулей для получения оценок по ранее разработанным алгоритмам.

Система должна позволять:

- осуществлять сбор, классификацию и упорядочивание экологической информации по объектам природопользования;
- исследовать динамику изменения состояния экосистемы данных объектов в пространстве и во времени;
- по результатам анализа строить тематические карты;
- моделировать природные процессы в различных средах;
- оценивать ситуацию и прогнозировать развитие экологической обстановки.

Топографическая основа системы комплексной оценки служит для визуализации результатов исследований и пространственного анализа. Основной информационной единицей топоосновы, как мы считаем, должны являться листы цифровых карт масштаба 1:10000, но также реально должны использоваться и детализированные карты масштаба до 1:500. Вопросы допуска к работе с такими картами необходимо решать в установленном порядке, в том числе и посредством создания режимно-секретных органов (РСО).

Топографическая основа представляет собой набор структурированных в виде отдельных слоев данных о местности и природных объектах: реки, озера (водные объекты), гидротехнические сооружения, леса, ООПТ, и др.

База данных системы комплексной оценки включает:

- базу характеристик природных объектов;
- базу характеристик источников загрязнения (объектов контроля и надзора);
- базу результатов мероприятий по контролю (актов проверок, предписаний и т.д.), включая автоматизированное рабочее место инспектора государственного контроля в сфере природопользования (АРМ госконтроль) и контрольных измерений (результатов анализов, экспертиз и др.);
- нормативную базу.

База результатов мероприятий по контролю и контрольных измерений является основой системы мониторинга состояния окружающей среды, позволяющей оперативно оценивать экологическую ситуацию в заданном районе и представлять ее на карте.

Система позволяет исследовать динамику нарушений в области природопользования, загрязнения – в пространстве и во времени, в том числе:

- проводить анализ в заданной точке для выбранных показателей по датам наблюдений (временной анализ);
- получать нормирование оценки;
- формировать усредненные оценки по заданному показателю по перечню пунктов наблюдения или объектов природопользования (пространственный анализ) и строить тематические карты;
- оценивать интегральные оценки.

Единая база природных объектов и источников загрязнения обеспечит возможность моделирования распространения вредных загрязняющих веществ в природной среде с целью исследования сложившейся обстановки и выработки рекомендаций по ликвидации последствий кризисных ситуаций и по рациональному природопользованию. Модели распространения загрязняющих веществ в водных объектах, в природной среде должны учитывать технологические характеристики предприятий (экологический паспорт), географическое расположение, метеорологические условия (например, при паводке, лесных пожарах). Результатами работы конкретной модели видится поле концентраций, представленное в виде слоя ГИС.

Для водных объектов можно реализовать модель конвективно-диффузионного переноса загрязняющих веществ. Моделирование распространения загрязняющих веществ осуществляется от группы водовыпусков в пределах участка или целого водного бассейна с учетом их специфики. Рассчитывается предельно допустимый сброс сточных вод в водные объекты, результатом работы модели должно являться поле концентраций, импортируемое в ГИС.

Комплексная оценка состояния сложных природных объектов должна строиться на основе результатов контроля характеристик в различных средах (например, концентрации примеси вредных веществ, площади загрязнения, вырубки лесов, размеры ущерба природным объектам, состояние ГТС и др.), результатов проверок, обследований и экспертиз, а также моделирования различных ситуаций техногенного характера или природного происхождения.

Геоинформационная система комплексной оценки, моделирования и прогнозирования состояния окружающей среды, объектов природопользования должна иметь возможность автоматического подключения к мобильным и стационарным GPS- и GLONASS- приемникам, для работы инспекторов государственного контроля, экспертов на местности в реальных условиях.

Создание автоматизированной системы по ведению мониторинга объектов природопользования на территории Кировской области, включающей создание комплексного автоматизированного рабочего места (АРМ) инспектора государственного контроля, базы данных объектов контроля и средств анализа, сбора, систематизации и дальнейшей работы с данными о результатах деятель-

ности по государственному контролю и надзору в сфере природопользования и охраны окружающей среды, необходимо для обеспечения в первую очередь:

- получения оперативной информации для принятия управленческих решений;
- полноты сведений и достоверности результатов представляемых природопользователями;
- репрезентативности перечня контролируемых объектов;
- своевременного выявления и прогнозирования развития факторов антропогенного влияния;
- осуществления государственного контроля и надзора за природопользованием;
- возможности отслеживания ситуации в режиме реального времени при помощи средств дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и спутниковой съемки.
- решения комплексного подхода в области использования и охраны природных ресурсов.

Указанная цель должна достигаться путем поэтапного решения комплекса научно-исследовательских, проектных, практических и организационных задач.

Текущей задачей (в 2014 г.) является проектирование технических средств и ввод в эксплуатацию ядра будущей системы мониторинга, создание технического задания и условий для внедрения автоматизированной системы.

На последующих этапах (2015–2016 гг.) создание пространственных и семантических баз данных, подключение к проектируемой системе всех основных природопользователей и органов управления, расположенных в Кировской области, внедрение автоматизированной системы (например, «Госконтроль» или «Госинспектор») в органах исполнительной власти, уполномоченных на осуществление государственного контроля и надзора в сфере охраны окружающей среды и природопользования.

Применение геоинформационной системы (ГИС) мониторинга объектов природопользования, с применением автоматизированных средств контроля и связи позволит определить место и время совершения правонарушения, масштабы и сумму ущерба, оперативно решить вопросы предъявления и взыскания причиненного ущерба, нанесенного окружающей среде.

В заключение необходимо отметить, что разработанная геоинформационная система, основанная на результатах контрольных мероприятий, может служить для построения многоуровневых информационно-измерительных систем для принятия управляющих решений по охране окружающей среды и рационального природопользования, использована при проектировании различных территорий.

Внедрение геоинформационной системы упростит нелегкий труд инспекторов государственного контроля, так как позволит не только прогнозировать различные экологические ситуации, чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера, но и позволит работать в режиме реального времени на месте проверки, получать необходимую информацию, формировать базы дан-

ных по объектам природопользования, а также отчеты, установленные законодательством.

## ПРИМЕР СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА

*В. А. Вахрушев, Н. Г. Кужаров*  
ОАО «КИРОВГИПРОЗЕМ», officekgz@kirovgiprozem.ru

Основой построения 3D модели может являться геоинформационная система, которая позволяет интегрировать разнородные данные (карты, снимки, фотографии, планы и др.) за счет пространственной составляющей и имеет богатый функционал аналитических возможностей. Непосредственное проектирование и создание зданий и сооружений, а так же предметов интерьера и экстерьера строений производится в графическом программном пакете САПР для архитекторов «ArchiCAD», разработанном фирмой «Graphisoft».

При работе в программном пакете используется концепция виртуального здания. Суть её состоит в том, что проект «ArchiCAD» представляет собой выполненную в натуральную величину объёмную модель реального здания. Для её выполнения проектировщик на начальных этапах работы с проектом фактически «строит» здание, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности: стены, перекрытия, окна, лестницы, разнообразные объекты и т. д. После завершения работ над «виртуальным зданием», проектировщик получает возможность извлекать разнообразную информацию о спроектированном объекте: поэтажные планы, фасады, разрезы, экспликации, спецификации, презентационные материалы (рис. 1).

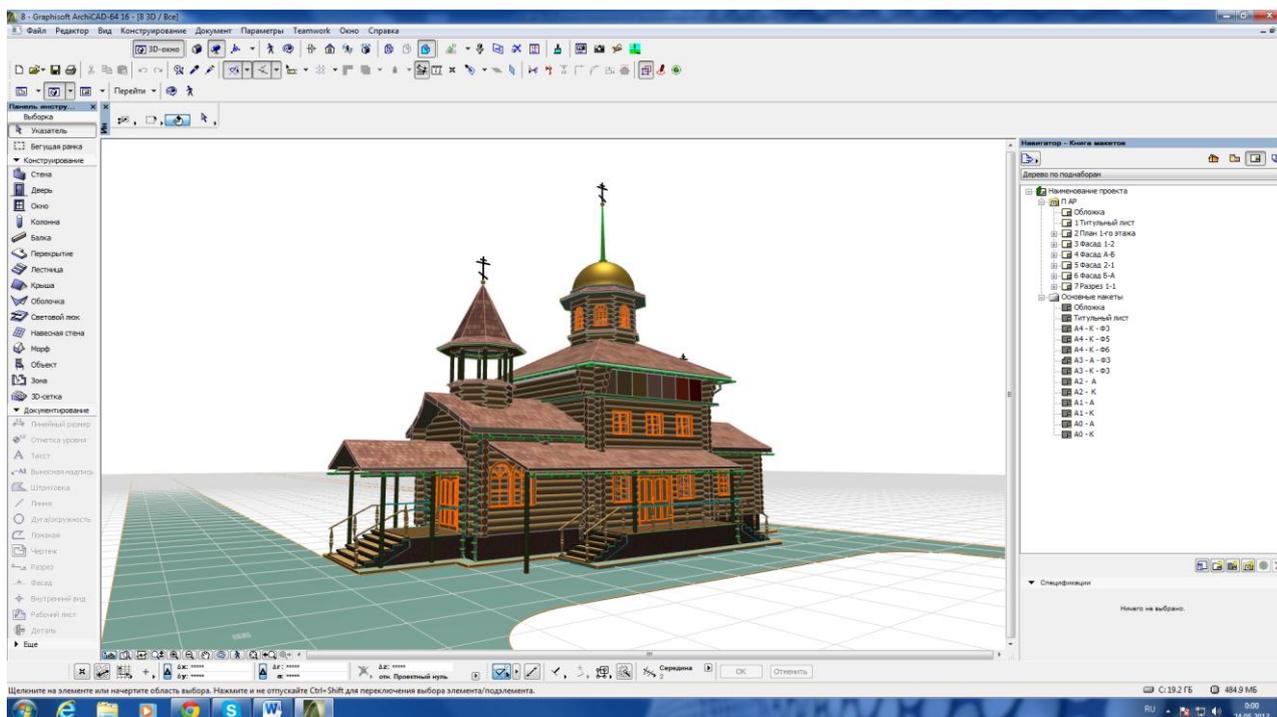


Рис. 1. Фрагмент рабочего поля программы «ArchiCAD»

После создания 3D модели, её необходимо доработать с точки зрения визуализации. Из «ArchiCAD» экспортируем модель виртуального здания в формате \*.atl с помощью специального расширения, для дальнейшей обработки в программе «Artlantis». Она позволяет быстро получать высококачественные фотоизображения проекта, сцены и панорамы виртуальной реальности (Quick-Time VR/Panoramas) и анимации (рис. 2).

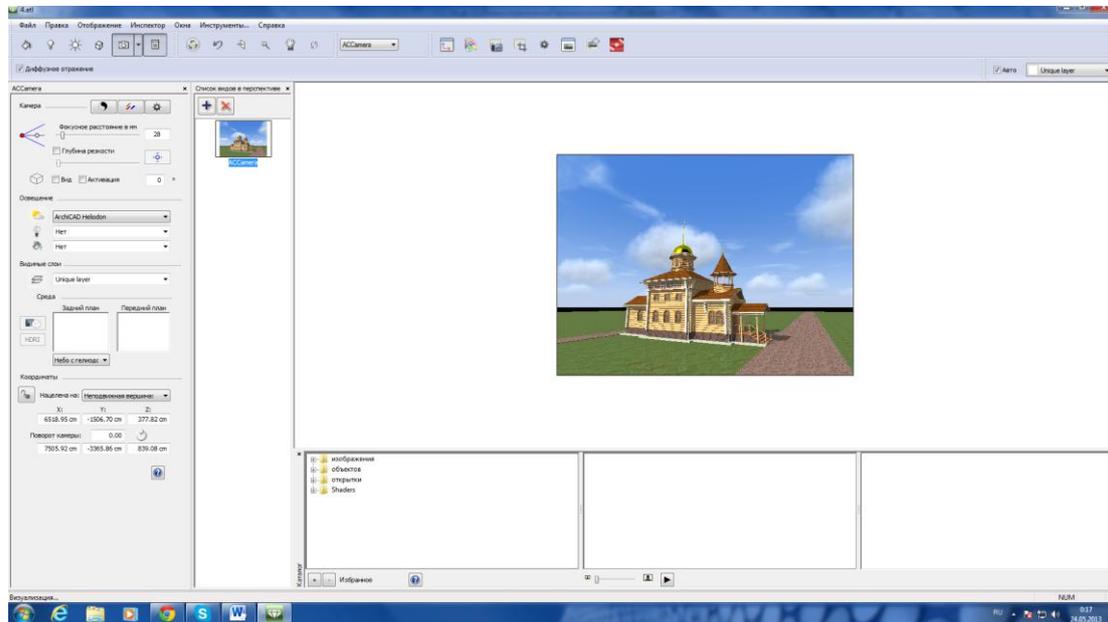


Рис. 2. Фрагмент рабочего поля программы «Artlantis»



Рис. 3. Трехмерная модель жилого микрорайона в г. Кирове

Применяя данные программные продукты можно в результате получить как 3D модель одного здания, одного жилого района так и модель города в целом. Для подготовки презентационных материалов и для наглядности принятых решений возможности перечисленных программ незаменимы. Они были использованы в создании реалистичной 3D модели жилого микрорайона в г. Кирове, расположенного вблизи торгового центра «Грин Хаус», полученный результат изображен на рис. 3.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В РАБОТЕ ШКОЛЬНОГО ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ**

*М. А. Кислицына*

*МБОУ средняя школа № 27 г. Кирова,  
kirov\_planetarum@mail.ru*

В апреле 2013 г. на базе нашей школы при участии НПК «РЕКОД» и поддержке департамента информационных технологий и связи Кировской области был открыт школьный Центр космических услуг.

В школе ГИС-технологии и аэрокосмические снимки можно использовать в учебных целях и в исследовательских работах школьников. Знакомство учащихся с новыми космическими технологиями и возможностями их применения значительно повысит интерес к работе в этом направлении, будет стимулировать учебно-исследовательскую активность школьников и ориентировать на приобретение в дальнейшем профессии.

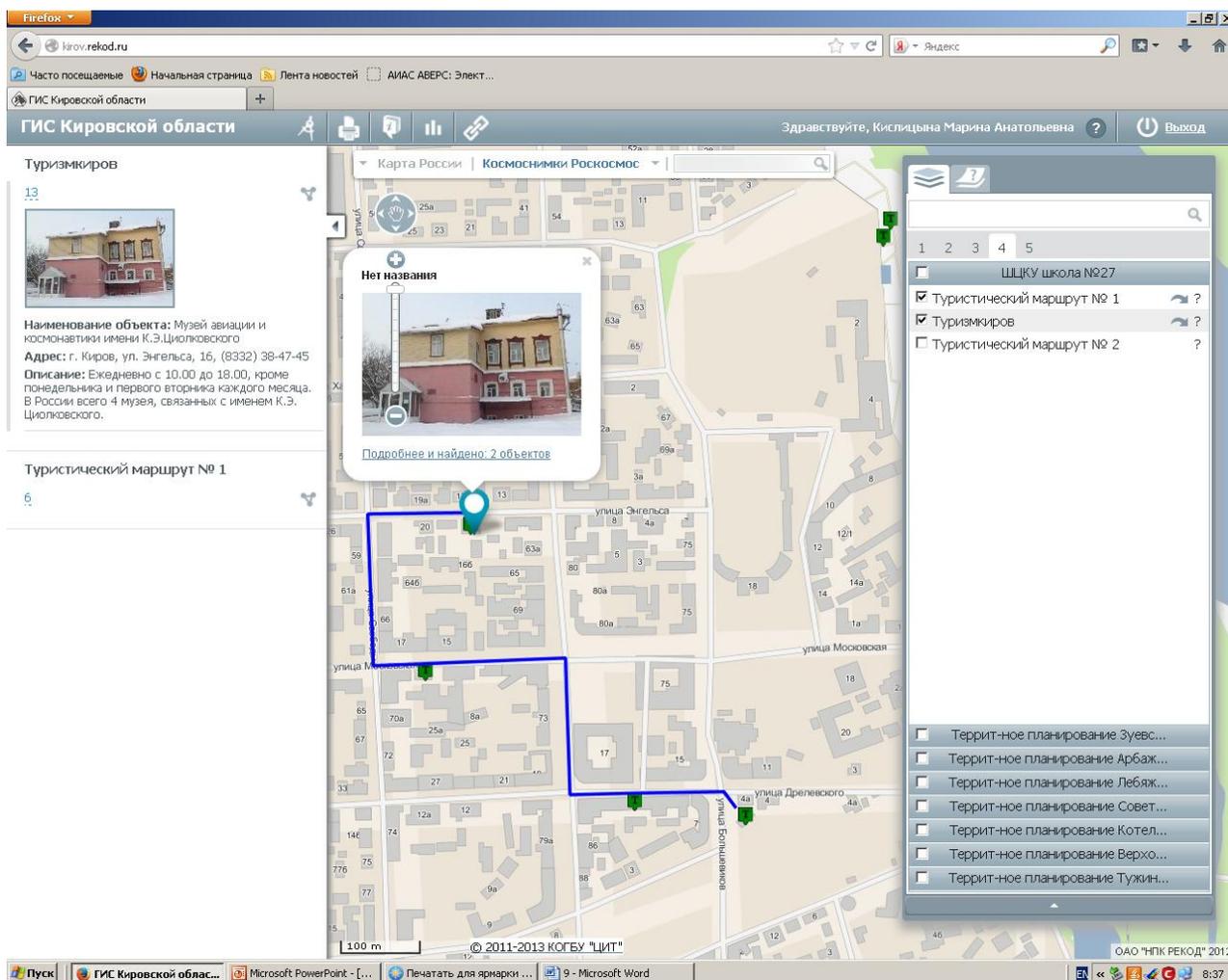
В настоящее время мы применяем ГИС-технологии в системе дополнительного образования, а именно во внеучебной деятельности в работе Школьного Центра Космических Услуг.

В начале своей деятельности мы ознакомили учащихся с работой КОГБУ «Центр информационных технологий» и Центра космических услуг ВятГГУ.

На нескольких занятиях в ШЦКУ учащиеся ознакомились с Геопорталом Кировской области и его возможностями, приняли участие в работе «Творческой лаборатории» ИОЦКУ ВятГГУ.

Работа с программой «Геоинформационная система Кировской области» заключалась в следующем: знакомство с программным обеспечением «РЕКОД-Доступ-ЦКУ» и «РЕКОД-Инфраструктура», создание нового слоя «Туризм», создание новых объектов и прикрепление к ним дополнительной информации, разработка возможных туристических маршрутов.

Для повышения туристической привлекательности нашего края в рамках практической деятельности учащиеся нанесли на карту Кировской области туристические объекты (музеи, памятники). Для этого были выбраны интересные объекты, собрана информация о них, сделаны их фотографии.



В качестве примера можно привести пеший туристический маршрут посещения музеев центральной части города. Слой «Туризм» будет в дальнейшем пополняться новыми объектами, новыми маршрутами. Увидеть результаты работы можно будет на сайте <http://kirov.rekod.ru>.

## КОСМИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ ШКОЛЫ №10 г. КИРОВА

*Н. Г. Малых*  
 МОАУ СОШ с УИОП № 10 г. Кирова

Наша школа в ноябре 2013–2014 учебного года празднует 75-летний юбилей. В 1962 г. школе присвоено имя выдающегося ученого К.Э. Циолковского. С учащимися постоянно ведется активная работа по изучению истории космонавтики. С 1972 г. создан и работает музей Космонавтики. К работе музея было привлечено большое количество учащихся. В настоящее время работает сайт музея (<http://muskez.ucoz.ru/>), где отражаются все события и мероприятия связанные с его деятельностью.

В рамках XI Молодёжных Циолковских чтений состоялось открытие школьного музея истории космонавтики им. К. Э. Циолковского, на котором в

качестве почетного гостя присутствовал Депутат Законодательного Собрания Кировской области В. П. Савиных.



Рис. 1. Открытие школьного музея истории космонавтики им. К. Э. Циолковского (28 октября 2011 г.)

Учащиеся и педагоги школы традиционно успешно участвуют в Молодежных Циолковских Чтениях, которые неоднократно проводятся и на базе школы №10.



Рис. 2. Участники XII Молодёжных Циолковских чтений (22 октября 2013 г.)

Дипломы I степени в 2-х секциях по итогам Молодежных Циолковских Чтений 2013 года завоевали ученицы нашей школы.

В апреле 2013 г. на базе школы был открыт Центр космических услуг – это уникальный комплекс, направленный на организацию практических и факультативных занятий для школьников с использованием геоинформационных и космических технологий. Комплекс позволяет разнообразить учебный процесс при изучении различных дисциплин, таких как география, история, природоведение, экология, физика, основы безопасности жизнедеятельности. Это новый подход к автоматизации и визуализации учебного процесса, базирующийся на совместном использовании в школьном образовании геоинформационных и

космических технологий. На факультативах по астрономии, дети имеют возможность погрузиться в увлекательный трехмерный мир звезд и планет.



Рис. 3. Открытие школьного Центра космических услуг (15 апреля 2013 г.)

В школе ежегодно проводятся мероприятия:

- 17 сентября в день рождения Константина Эдуардовича Циолковского по традиции проходит открытие Дней Циолковского;
- с 4 по 10 октября проводится Всемирная космическая неделя;
- 12 апреля в День космонавтики проходит Научно-практическая конференция школьников;
- 18 мая международный – праздник «Ночь музеев».



Рис. 4. День Циолковского в школе № 10 (17 сентября 2013 г.)

Современная школьная жизнь, как и Космос очень насыщена! Приятно, что в ней сохраняются и приумножаются традиции, находятся дополнительные возможности для приобретения новых знаний.

# ПРЕЗЕНТАЦИИ ПРОЕКТОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

## О ПЕРСПЕКТИВАХ РЕАЛИЗАЦИИ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА В РАЗВИТИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*А. С. Федоров*

*Департамент информационных технологий и связи Кировской области*

**Геоинформационный кластер «ГЕОКИРОВ».** В рамках работы московского международного форума новейших технологий «Открытые инновации-2013» Губернатор Кировской области Никита Юрьевич Белых провел совещание с руководителями ведущих компаний геоинформационной и IT-отрасли, итогом которого стало подписание меморандума о намерениях по созданию на территории Кировской области кластера геоинформационных технологий «ГЕОКИРОВ».

Меморандум подписан компаниями ОАО «НПК РЕКОД» (уполномоченная организация Роскосмоса на внедрение результатов космической деятельности на территории Российской Федерации), КОГБУ «ЦИТ» (региональный оператор по внедрению геоинформационных технологий на территории Кировской области), ОАО «НИИ СВТ» (организация, входящая в холдинг ОАО «Российская Электроника», специализирующаяся на проведении НИОКР в области создания средств вычислительной техники, автоматизированных систем и средств связи), ОАО «Кировгипрозем» (институт территориального планирования и градостроительного проектирования).

Объединяясь в кластер, его участники ставят перед собой цель создать опорный центр развития региональной экономики и повышения ее конкурентоспособности на основе опережающего развития геоинформатики. Приоритетным направлением деятельности кластера является широкое использование передовых геоинформационных технологий в практической деятельности государственных и муниципальных органов власти и в реальном секторе экономики.

Объединение ресурсов компаний, имеющих соответствующие компетенции на рынке геоинформатики, позволит увеличить объем продукции, произведенной участниками кластера, повысить ее конкурентоспособность на российском и международном рынке. Создание кластера геоинформационных технологий «ГЕОКИРОВ» должно обеспечить прорывное развитие IT-отрасли в Кировской области, что, в конечном итоге, станет одним из ключевых условий устойчивого развития региональной экономики. «ГЕОКИРОВ» является первым кластером в сфере геоинформатики, не имеющим аналогов в субъектах РФ. На сегодняшний день каждая организация – участник кластера – имеет свою уникальную компетенцию, занимает ведущие позиции на рынке. Объеди-

нение их в кластер позволит получить значительный синергетический эффект как для каждого из участников, так и для региона в целом.

## ПРЕЗЕНТАЦИЯ IT-кластера «ГЕОКИРОВ»



Кировская область



Кировская область

### Основная цель и ожидаемые результаты

**Создание опорного центра развития региональной экономики и повышения ее конкурентоспособности на основе опережающего развития и эффективного использования космических геоинформационных продуктов, услуг и технологий**

#### Положительная динамика следующих показателей:

- ✓ отношение темпа роста использования космических геоинформационных продуктов, услуг и технологий к темпу роста валового регионального продукта;
- ✓ объем продукции на основе использования космических геоинформационных продуктов, услуг и технологий в Кировской области, разработанной участниками Кластера.
- ✓ объем дополнительных налоговых поступлений в консолидированный бюджет области от участников Кластера;
- ✓ объем привлечения федеральных средств на поддержку использования результатов космической деятельности;
- ✓ объем инвестиций в IT-отрасль.



## Кировская область

# Основные задачи и ожидаемый рост показателей



3



## Кировская область

# Участники IT-кластера – члены НП

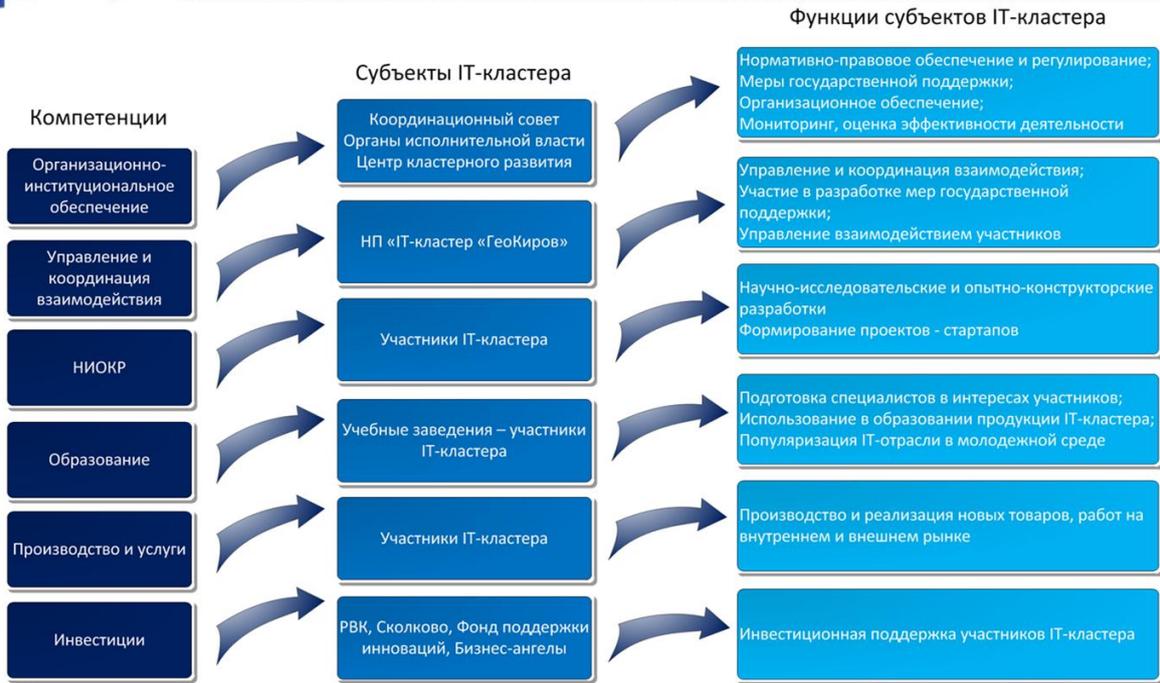


4



## Кировская область

## Функциональная модель ИТ-кластера

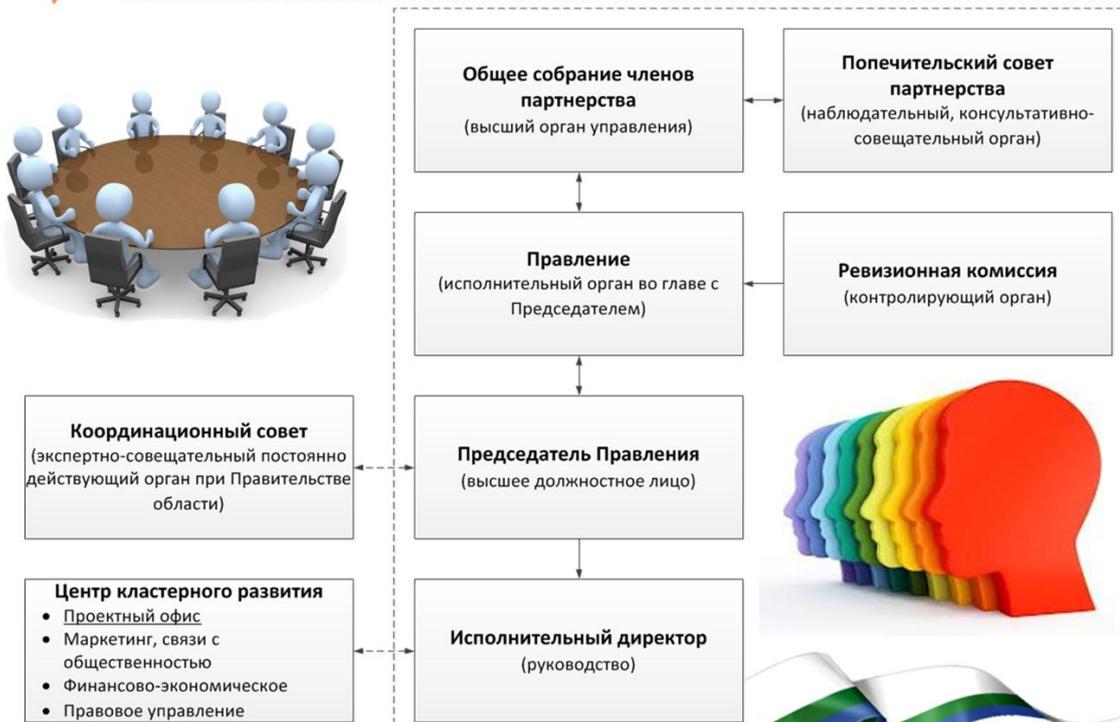


5



## Кировская область

## Организационная структура Партнерства



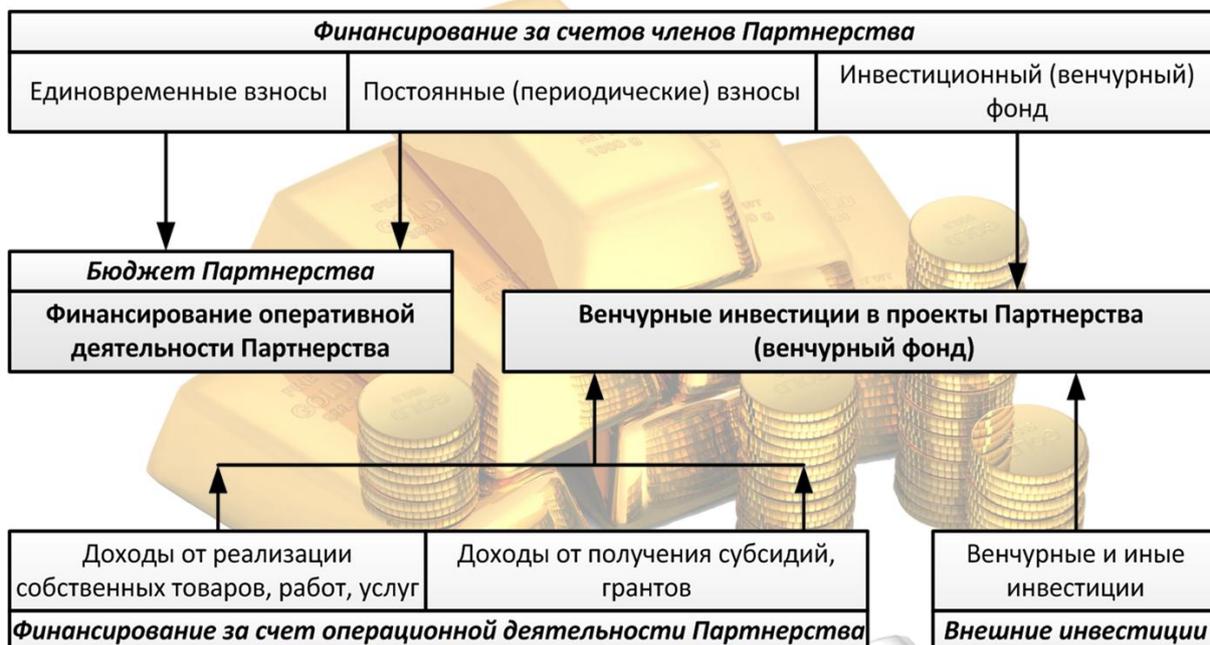
6





Кировская область

## Финансовая модель Партнерства



7



Кировская область

## План первоочередных мероприятий

| № | Название задачи  | Начало     | Окончание  | 2013 | 2014 |    |    |    |
|---|--|------------|------------|------|------|----|----|----|
|   |  |            |            | Q4   | Q1   | Q2 | Q3 | Q4 |
| 1 | Учреждение некоммерческого партнерства   | 21.10.2013 | 02.12.2013 | ■    |      |    |    |    |
| 2 | Утверждение текущего бюджета Партнерства, структуры, штатного расписания и иных организационно-финансовых документов | 04.11.2013 | 16.12.2013 | ■    |      |    |    |    |
| 3 | Кадровое обеспечение деятельности Партнерства  | 02.12.2013 | 23.12.2013 | ■    |      |    |    |    |
| 4 | Разработка и утверждение стратегии развития Партнерства, формирование кейса приоритетных проектов                    | 04.11.2013 | 23.12.2013 | ■    |      |    |    |    |
| 5 | Последовательное проектирование каждого проекта из утвержденного кейса проектов                                      | 13.01.2014 | 30.04.2014 |      | ■    |    |    |    |
| 6 | Реализация проектов из пула кейсов проектов  | 01.04.2014 | 22.12.2014 |      |      | ■  | ■  | ■  |

8



## Основные направления деятельности IT-кластера

**Приоритетные направления** - отраслевые научно-прикладные IT-решения для государственного (муниципального) и реального секторов экономики, в т.ч.:

✓ **Прикладное использование результатов космической деятельности**

✓ **Разработка, развитие и оказание услуг (работ) в сфере телекоммуникаций и связи**

✓ **Информатизация государственного сектора**

✓ **Научно-исследовательская, опытно-конструкторская и образовательная деятельность**

9



## Пул первоочередных проектов Партнерства



10

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ КОГБУ  
«ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

*Е. В. Огородников*



# **Правительство Кировской области**



Кировское областное  
государственное  
бюджетное учреждение  
«Центр информационных технологий»



Кировское областное государственное бюджетное  
учреждение «Центр информационных технологий»

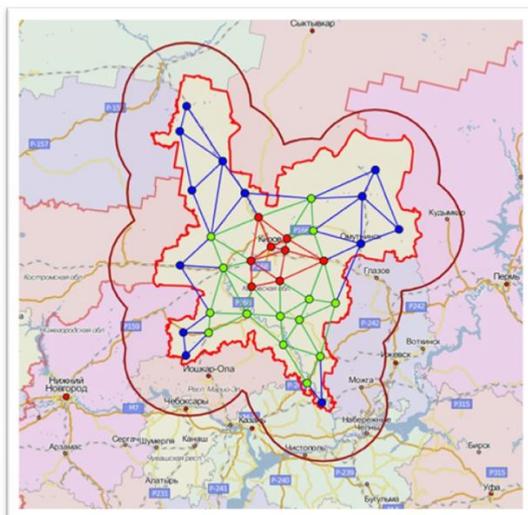
## **Функции КОГБУ «ЦИТ»:**

- 1 Создание и развитие географической информационной системы Кировской области;**
- 2 Эксплуатация и развитие спутниковой опорно-межевой сети;**
- 3 Создание и развитие региональной системы логистики и мониторинга транспорта;**
- 4 Создание региональной системы космического мониторинга на основе данных дистанционного зондирования Земли.**



## Спутниковая опорно-межевая сеть Кировской области (СОМС)

**СОМС - аппаратно-программный комплекс, состоящий из постоянно работающих приемников спутниковых сигналов ГЛОНАСС/GPS с жестко фиксированными антеннами, объединенных каналами связи с вычислительным центром, предназначенный для решения следующих задач:**



- **межевание, землеустройство, геодезия, картография;**
- **обеспечение высокоточной навигации;**
- **промышленное и гражданское строительство;**
- **высокоточное позиционирование в дорожном строительстве;**
- **обеспечение точного земледелия в сельском хозяйстве;**
- **поддержка и наполнение географических информационных систем;**
- **мониторинг особо значимых зданий и сооружений.**



## Региональная система логистики и мониторинга транспорта на базе ГЛОНАСС/GPS

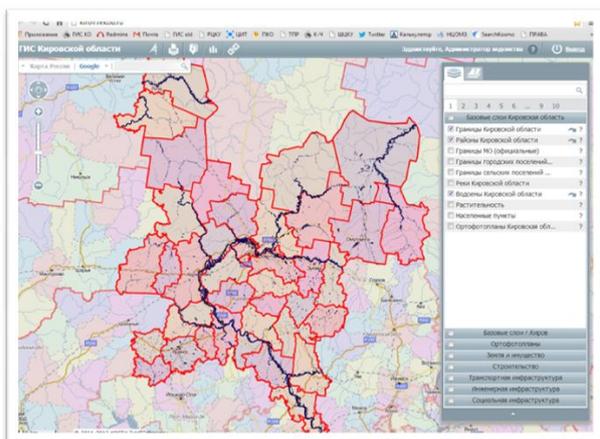
### Функциональное назначение системы





## Геоинформационная система Кировской области

Геоинформационная система Кировской области – программно-аппаратный комплекс, решающий задачи по сбору, хранению, отображению, обновлению, анализу пространственной, атрибутивной информации по объектам:



- административно-территориальное устройство Кировской области;
- документы территориального планирования Кировской области;
- кадастровые сведения;
- лесной фонд;
- водное хозяйство;
- природные ресурсы;
- территории с установленным особым режимом использования;
- базовый картографический слой.



## Региональная система тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли

### Функциональное назначение системы

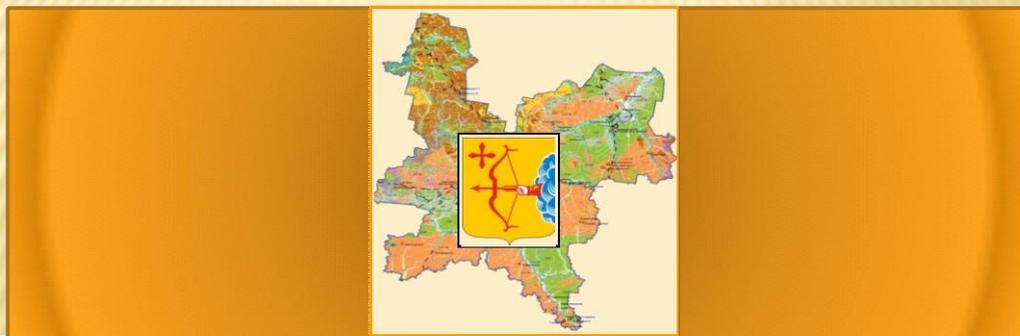


# ПРЕЗЕНТАЦИЯ ИНСТИТУТА ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ «КИРОВГИПРОЗЕМ»

*О. Г. Созинов*

## «Стратегия развития геоинформационного IT – кластера в Кировской области»

**Использование ГИС-технологий и  
аэрокосмических снимков в инновационной  
деятельности**



ОАО «Кировгипрозем» 2013 г.

**Использование ГИС-технологий и аэрокосмических  
снимков в инновационной деятельности**

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**ГИС** - это географический информационный ресурс, объединяющий информацию из множества разрозненных источников и связывающий ее с конкретным географическим положением, моментом или периодом времени

**Дистанционное зондирование Земли** - наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры, для получения данных, способных оптимизировать управление территориями и выработать стратегические направления развития различных отраслей народного хозяйства

ОАО «Кировгипрозем» 2013 г.

# Использование ГИС-технологий и аэрокосмических снимков в инновационной деятельности

Из практики Института территориального планирования  
«Кировгипрозем»

Геопортальные решения

Технология «Облако точек»

Дистанционное зондирование Земли

Точное земледелие

## ГЕОПОРТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

The screenshot shows a web browser window displaying the homepage of the Geoportal for the Kirov region. The page features a green and white color scheme with a central map of the region. A compass rose is positioned in the center of the map. Navigation links are arranged around the map, including 'Новости' (News), 'Личный кабинет' (Personal account), 'Проекты' (Projects), 'Документы' (Documents), 'Справочный центр' (Reference center), 'Карта портала' (Portal map), 'Визитка' (Business card), 'Контакты' (Contacts), and 'О геопортале' (About the portal). The top of the page includes a header with the portal's name and logo, and a footer with contact information and social media links.

# ГЕОПОРТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

Файл Правка Вид Журнал Закладки СgarBook Инструменты Справка

spatial factory - Поиск в Google Геопортал Кировской области phpPgAdmin

geoportal43.ru/account/welcome spatial factory

**Геопортал Кировской области**  
© "Кировгипрозем" (ОАО)

На главную  
Сменить проект

» | Поиск

» | Содержание карты  
август 2002 г.)

- Границы земель
- Вятской губернии, 1870г
- Слой
- Гибрид
- Административно-территориальное деление
- Кадастровое деление
- Камеры
- Фотокомментарии
- Спутниковая опорная
- межевая сеть
- Геология

» | Легенда

500 m  
2000 ft

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
о государственной регистрации программы для ЭВМ  
№ 2012612691

Географическая информационная система  
«Геопортал Кировской области»

Правообладатель(и): *Открытое акционерное общество «Институт территориального планирования «Кировское архитектурное, землеустроительное проектно-изыскательское предприятие» (RU)*

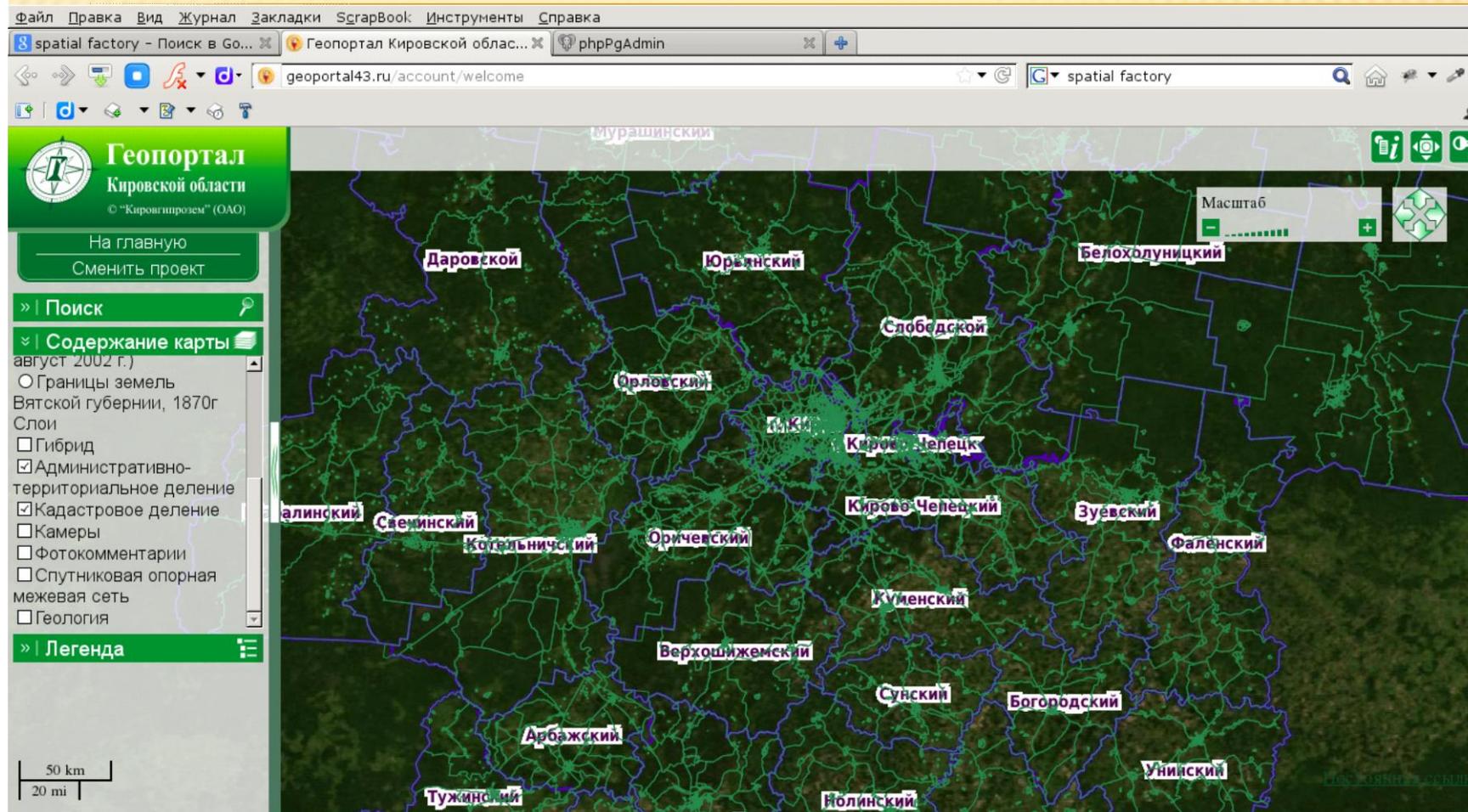
Автор(ы): *Сергеев Павел Анатольевич (RU)*

Заявка № 2011619190  
Дата поступления 1 декабря 2011 г.  
Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ  
15 марта 2012 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности  
*Б.Л. Симонов*

ОАО «Кировгипрозем» 2013 г

# Применение ГИС-технологий и аэрокосмических снимков в создании ГИС различного уровня



ОАО «Кировгипрозем» 2013 г

# ГИС МО «Орловский район Кировской области»

Орлов, улица Сокованова

Орлов, улица Василия Сокованова, 37,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 33,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 31,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 28,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 30,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 32,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 34,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 55,  
Орлов, улица Василия Сокованова, 51

Содержание карты

Базовые слои

- Ортофотоплан
- ГосЛесфонд
- Проект перераспределения земель (199)
- Пустой слой
- Спутниковая
- Карта-схема

Кадастровая справка

- Кадастровое деление (сведения о правах)
- Кадастровое деление

Прочее

- Планшеты ВИСХАГИ (1:10000, 1987г)
- Планшеты Орлов (1:2000, 2002г)
- Лесные планшеты (1:10000)
- Почвенные карты (1:10000, 1989г)
- Гибрид
- Административно-территориальное деление
- Зарастание с/х земель

АТД

Легенда

Орловский

10 km  
5 mi

ОАО «Кировгипрозем» 2013 г

Кировская область

43

Региональный геопортал

## ГЕОПОРТАЛ Кировской области - БАЗОВАЯ ПЛАТФОРМА РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

## ГЕОПОРТАЛ Кировской области - ИНТЕГРАТОР, КООРДИНАТОР, АНАЛИТИК

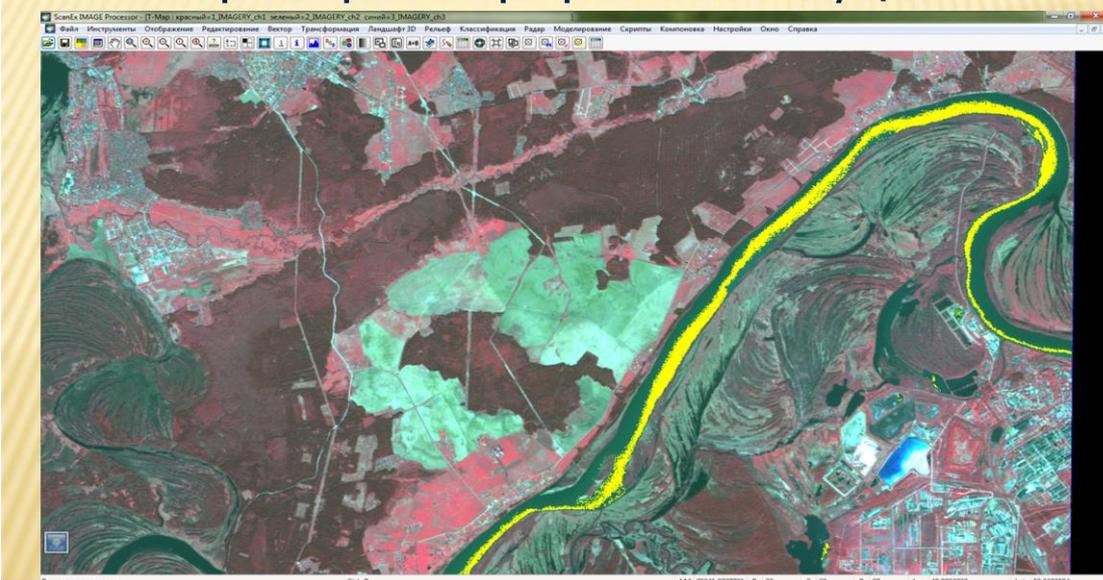
ПОТРЕБИТЕЛИ - ИНТЕГРАТОРЫ: ВЛАСТЬ. БИЗНЕС. НАУКА.

- ❑ Власть – управление территорией
- ❑ Бизнес – аналитика, инвестиции, оптимизация
- ❑ Наука – базовая платформа для концентрации научно-исследовательских и производственных ресурсов, для создания конкурентоспособных продуктов, сервисов и услуг с использованием системы ГЛОНАСС, РКД и ДЗЗ
- ❑ Физические лица - проводник для пользователей с возможностью он-лайнного доступа к базовым ПД, информации и электронным услугам

Именно эти принципы лежат в основе позиционирования Стратегии развития ГИС-кластера



## Применение дистанционного зондирования Земли на примере создание моделей геоэкологического прогнозирования при чрезвычайных ситуациях

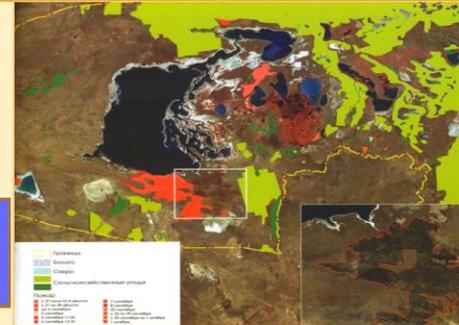
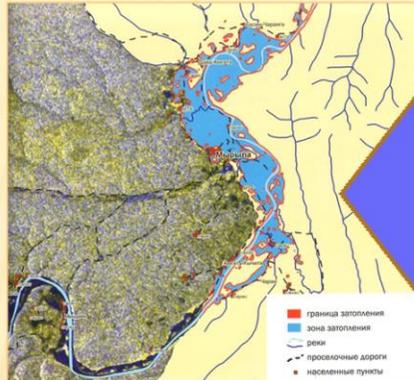


Результат спектрального анализа воды в реке Вятка

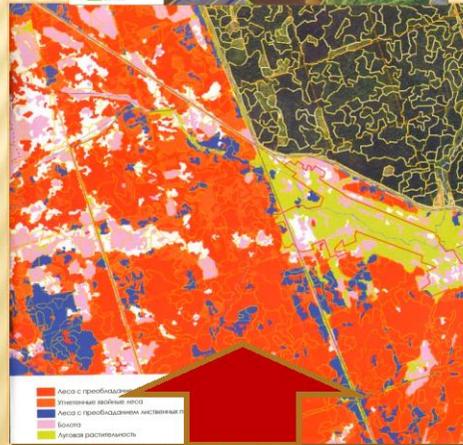


# Географические информационные технологии и дистанционное зондирование Земли

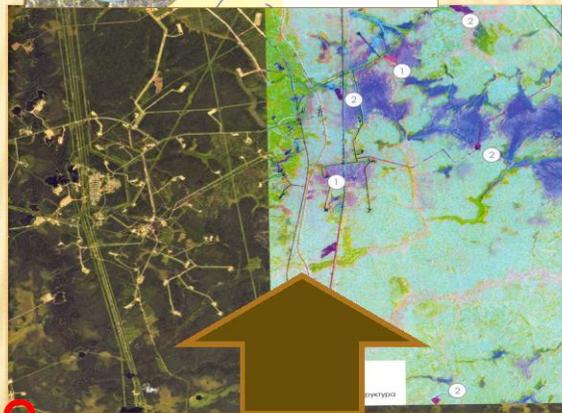
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ГРАНИЦЫ ЗАТОПЛЕНИЙ



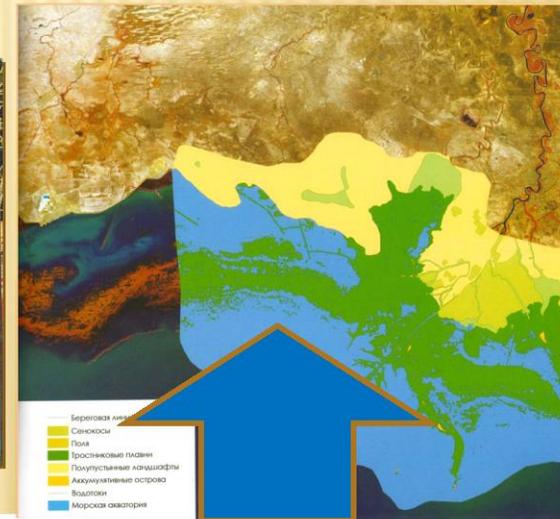
ПОЖАРЫ



ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

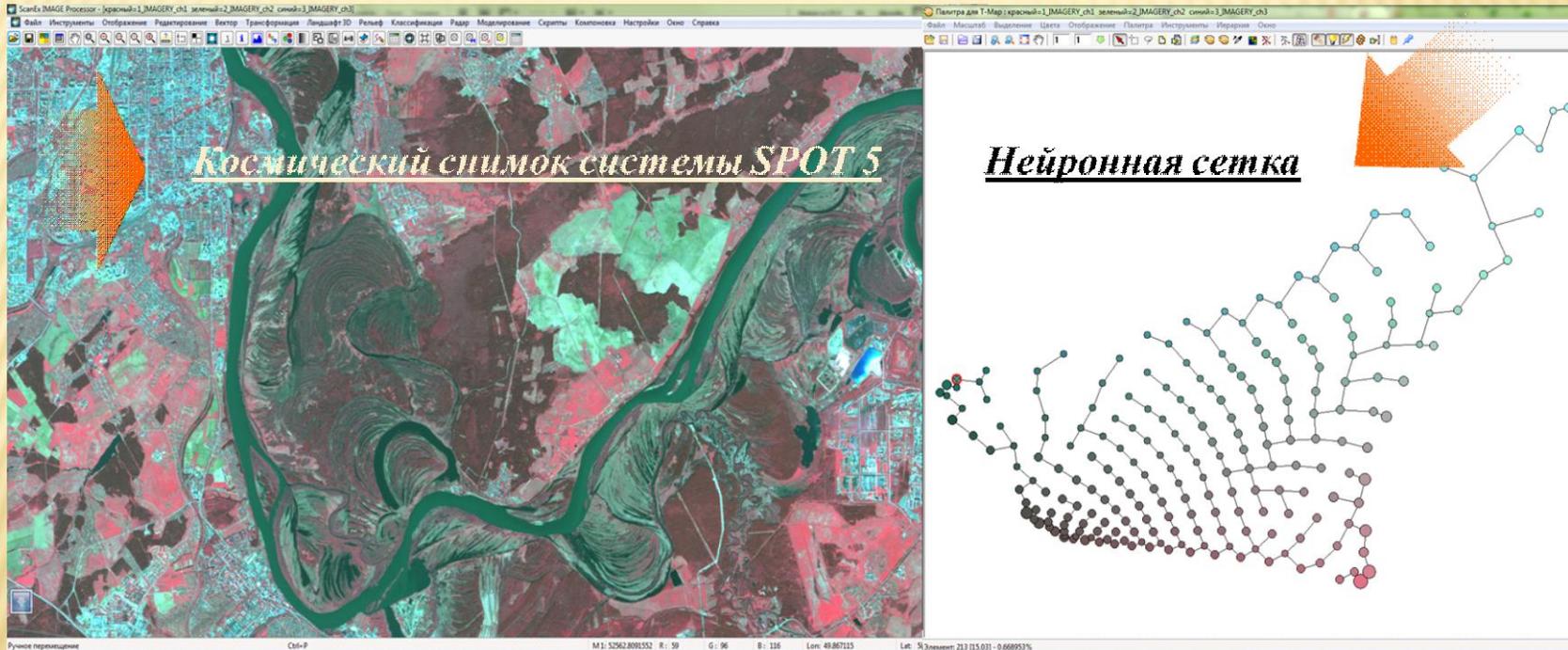


НЕФТЯНЫЕ РАЗЛИВЫ



АНАЛИЗ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ

# Применение дистанционного зондирования Земли на примере создание моделей геоэкологического прогнозирования при чрезвычайных ситуациях

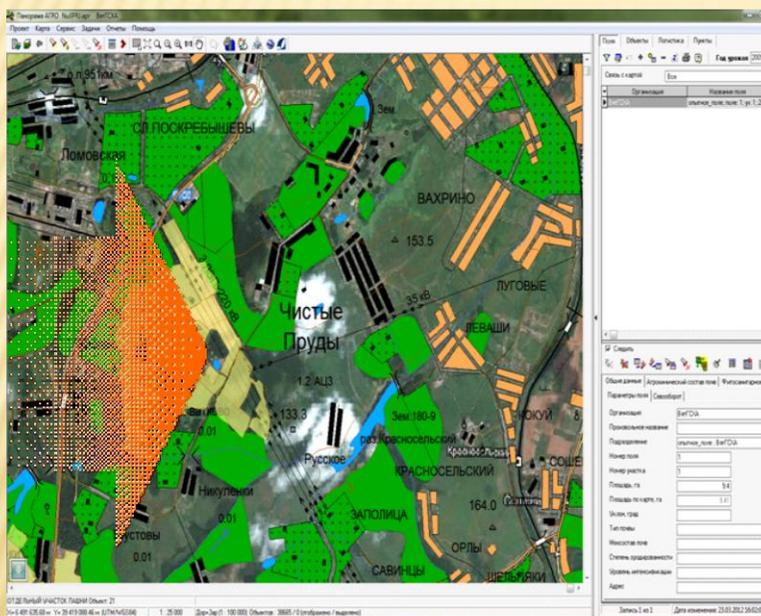


Результат спектрального анализа воды в реке Вятка

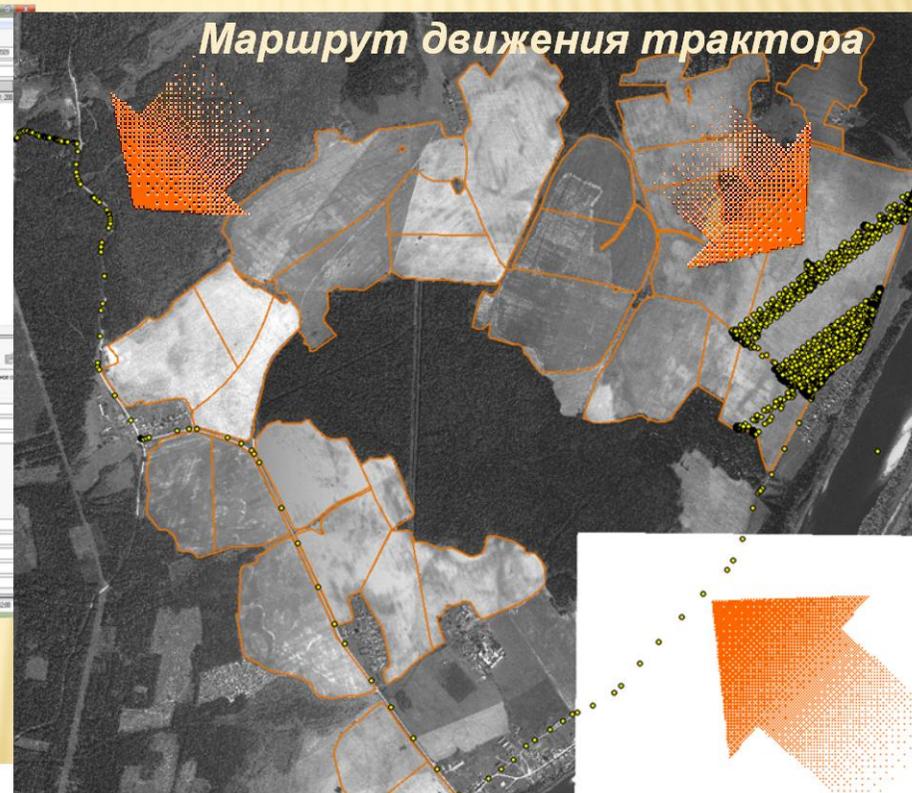


# ГИС-технологии и точное земледелие

## Применение технологии точного позиционирования в сельском хозяйстве



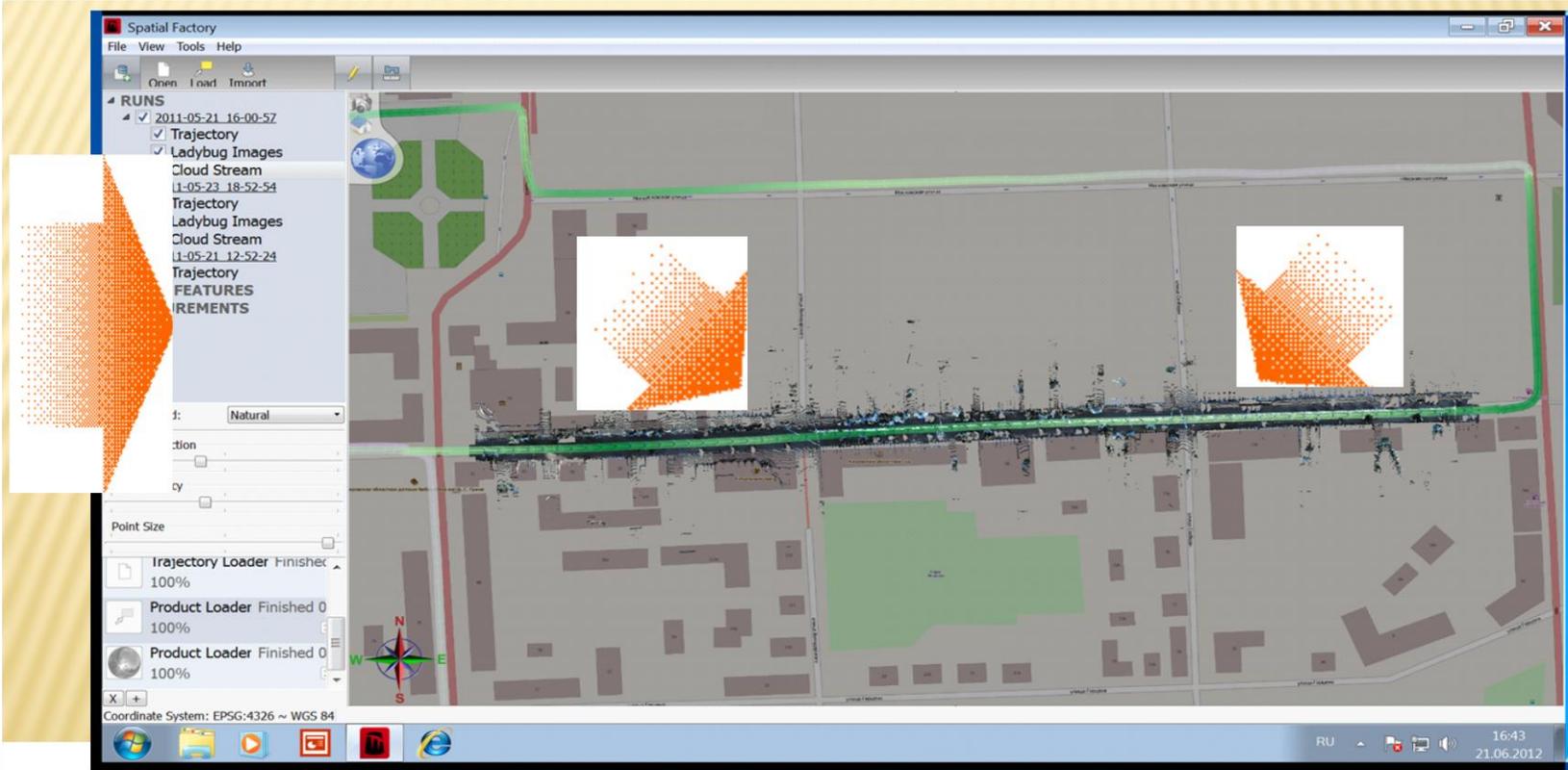
**ПАНОРАМА-АГРО**



ОАО «Кировгипрозем» 2013 г

# Технология «ОБЛАКО ТОЧЕК»

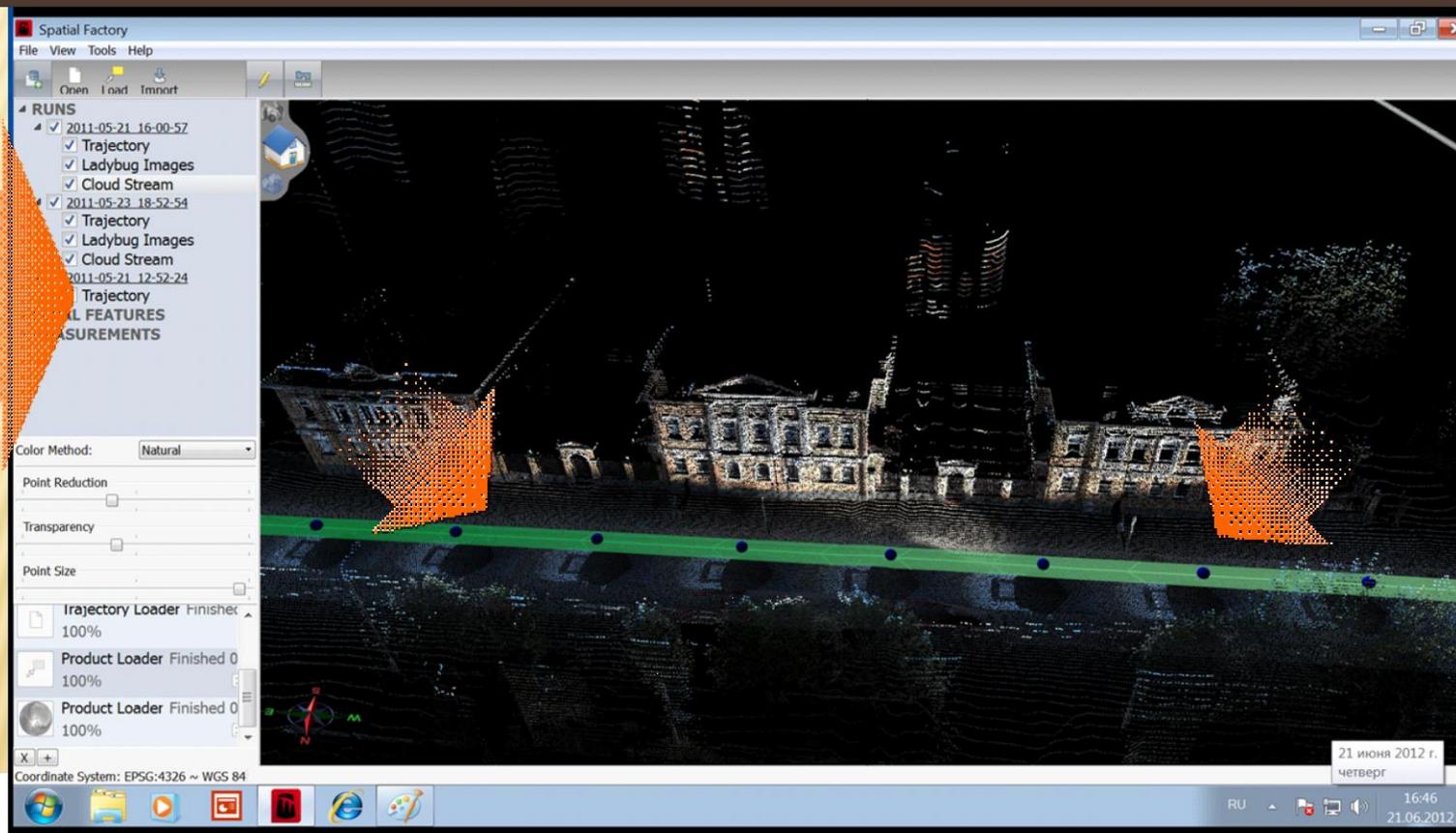
Лазерное сканирование территории с точной геопривязкой до 1-3 сантиметров



ОАО «Кировгипрозем» 2013 г

# Технология «ОБЛАКО ТОЧЕК»

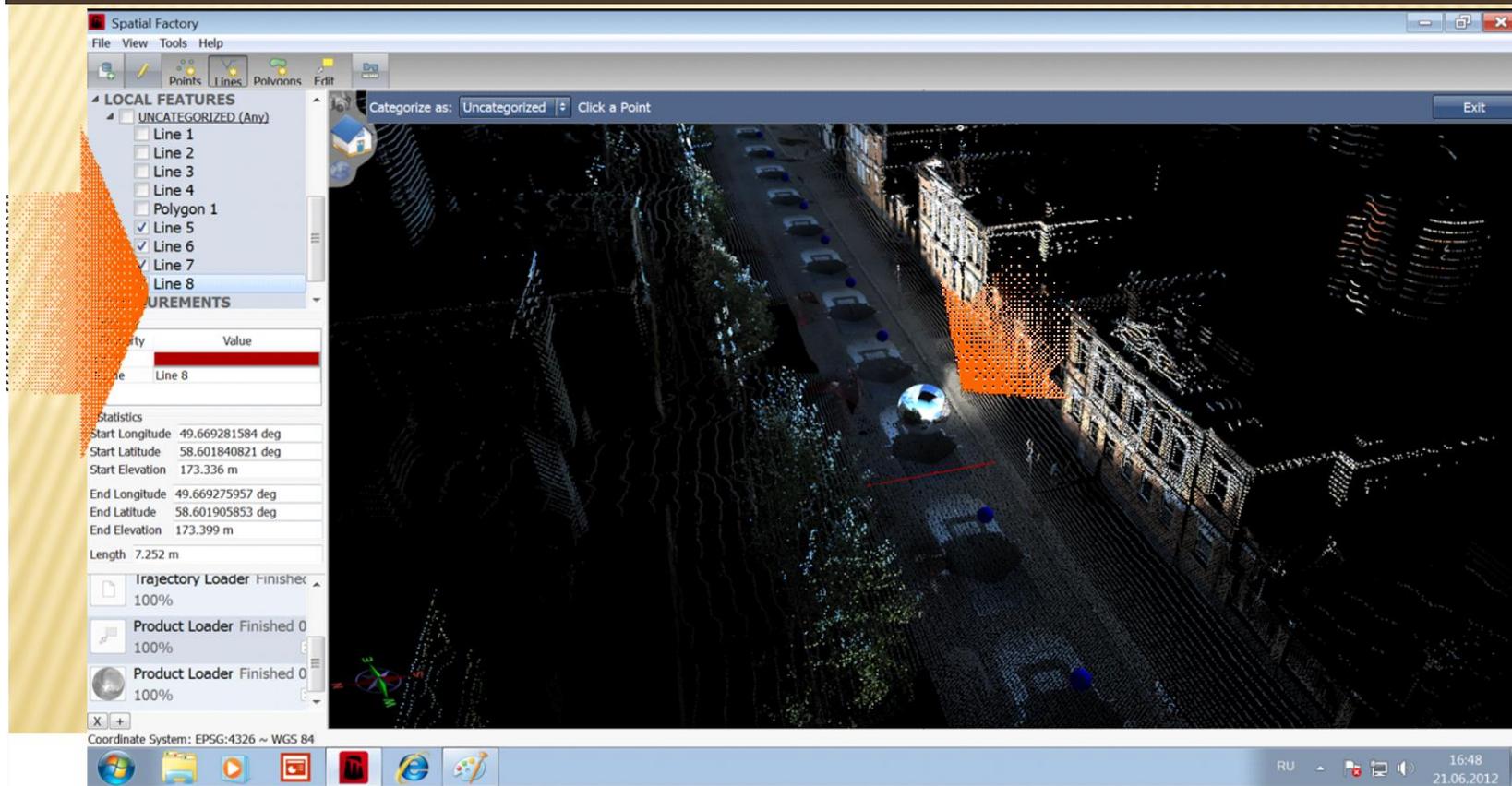
Лазерное сканирование территории с точной геопривязкой до 1-3 сантиметров



ОАО «Кировгазпром» 2013 г.

# Технология «ОБЛАКО ТОЧЕК»

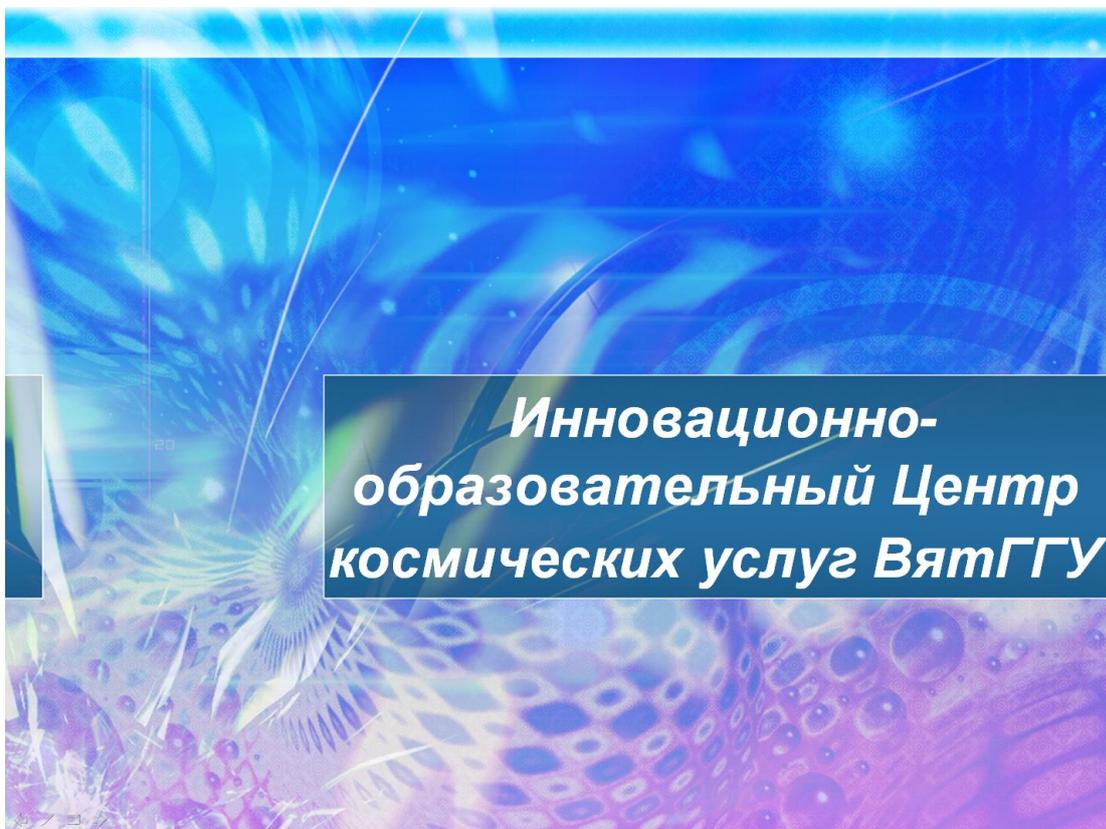
Лазерное сканирование территории с точной геопривязкой до 1-3 сантиметров



ОАО «Кировгипрозем» 2013 г

# ПРЕЗЕНТАЦИЯ ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ ВЯТГГУ

*В. А. Титова*



## **Инновационно-образовательный Центр космических услуг ВятГГУ**

### ***Основная задача ИОЦКУ ВятГГУ:***

***оптимизация научно-исследовательской деятельности, совершенствование инновационной инфраструктуры ВятГГУ, обеспечивающей включение университета в научно-образовательные сети, эффективное развитие инновационного предпринимательства и трансформация научных знаний в конкурентоспособные товары и услуги***

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

- **образовательная деятельность по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов по эффективному использованию геоинформационных систем (ГИС) и результатов космической деятельности (РКД) в интересах государственного управления, производственной деятельности, научных исследований, охраны окружающей среды, рационального природопользования, мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций, образования, здравоохранения, культуры и спорта**

- **развитие инновационно-образовательной инфраструктуры использования результатов космической деятельности (РКД) в интересах социально-экономического развития Кировской области;**
- **разработка инновационных тематических проектов в интересах социально-экономического развития Кировской области с использованием ГИС и РКД.**

## Структура Инновационно-образовательного центра космических услуг ВятГГУ

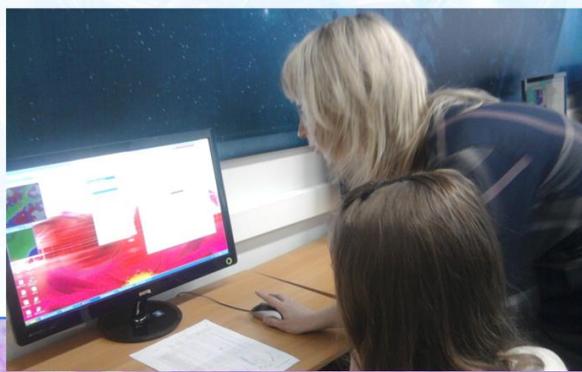
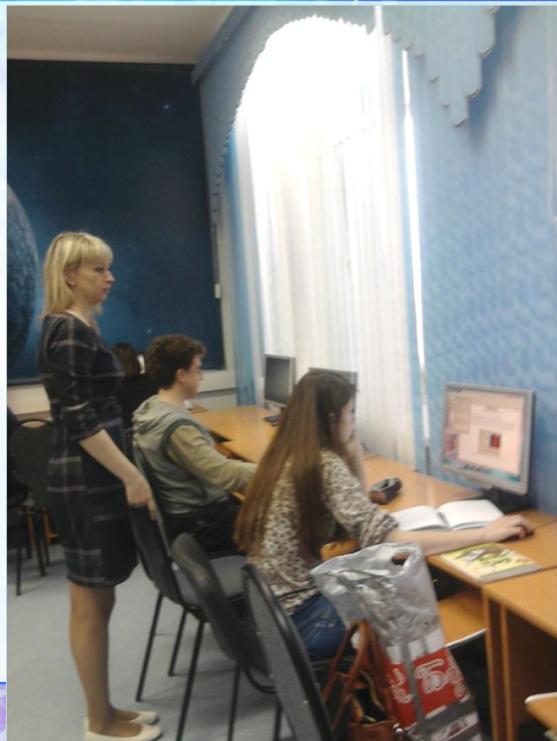


*Открытие Инновационно-образовательного Центра космических услуг ВятГГУ 26 апреля 2012 г.*



*Учебные аудитории Инновационно-образовательного  
Центра космических услуг ВятГУ*

*Обучение студентов, магистрантов и аспирантов специальности «Экология», «Экология и природопользование» по дисциплине «Геоинформационные системы».*



*Работа творческих лабораторий для учащихся средних общеобразовательных школ г. Кирова по применению ГИС и РКД в научно-исследовательской и практической деятельности*

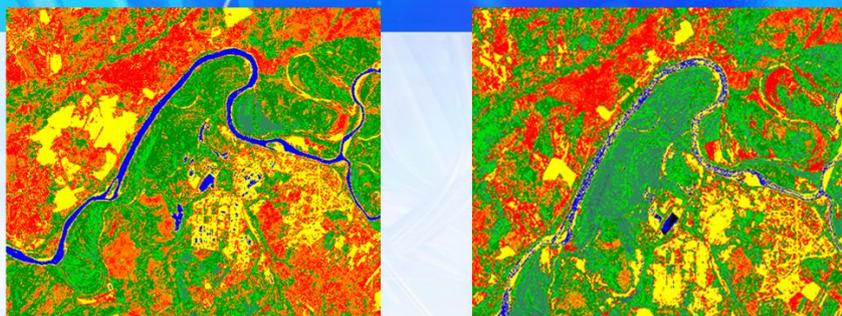


**Проведение курсов  
повышения  
квалификации  
«Применение  
геоинформационных  
систем (ГИС) и  
методов  
дистанционного  
зондирования Земли в  
научно-  
исследовательской  
и практической  
деятельности  
организаций»**

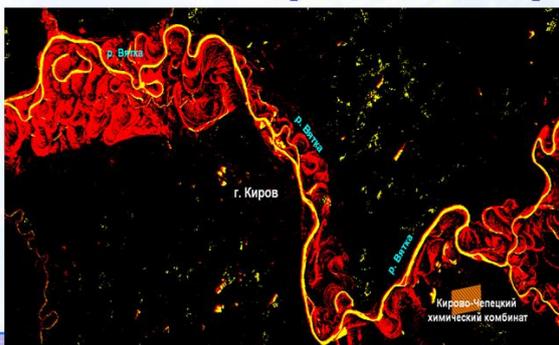
**С использованием данных дистанционного зондирования Земли сотрудниками научной школы ВятГГУ защищены кандидатские диссертации:**

- 2011 г. - аспирантом Е. А. Новиковой по теме «Геоэкологическая оценка динамики природно-техногенной системы района строительства и функционирования объекта уничтожения химического оружия»,**
- 2012 г. - аспирантом Т. А. Адамович по теме «Геоэкологическая оценка и оптимизация системы мониторинга территории вблизи КЧХК с использованием методов аэрокосмического мониторинга».**

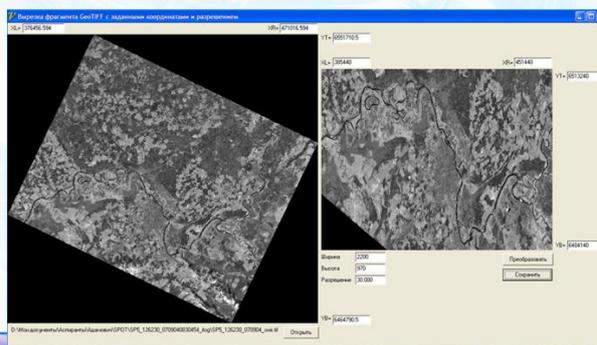
*Работа по Гранту Президента РФ «Космический мониторинг, геоэкологическая оценка и реабилитация территорий, пострадавших от техногенных воздействий»*



*Расчет значений вегетационного индекса территории в зоне влияния Кирово-Чепецкого промышленного комплекса*

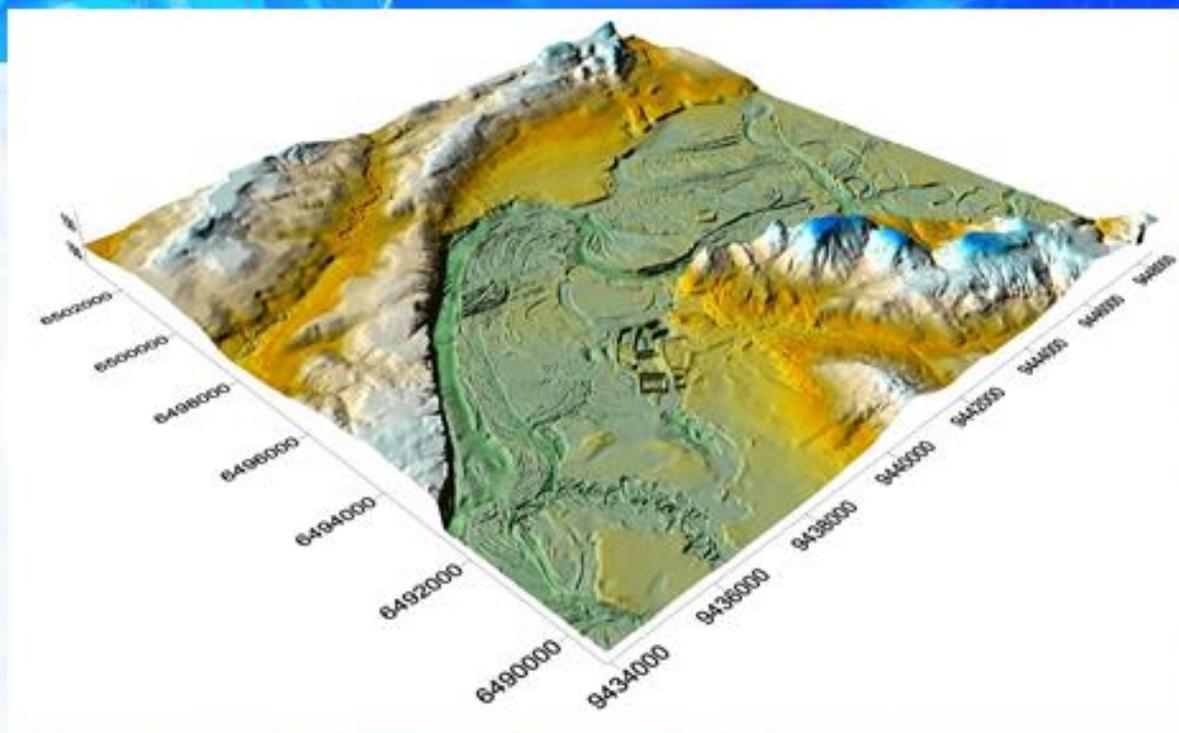


*Оценка динамики русловых процессов р. Вятка*



*Разработана программа Geofit*

**Цифровая модель рельефа района КЧХК**



*Инновационный проект « Развитие региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий (на примере модельных районов)»*



Свалка опилок № 13  
Орловский район

Научное издание

Использование геоинформационных и  
космических технологий в научной,  
образовательной и практической деятельности

Материалы

XI Всероссийской научно-практической конференции-выставки  
инновационных экологических проектов с международным участием

«Актуальные проблемы региональной экологии и  
биодиагностика живых систем»

26–28 ноября 2013 г.

*Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Г. Я. Кантор, В. А. Титова*

*Верстка: Е. М. Кардакова*

Издательство ООО «ВЕСИ»  
610000, г. Киров, ул. Московская, 52  
тел. 8(8332) 69-50-15  
E-mail: ooovesy@yandex.ru

Подписано в печать 19.11.2013 г.  
Гарнитура Times. Формат 60x84 1/16.  
Усл. п. л. 5,46 Тираж 200 экз. Заказ 638

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ООО «Лобань»,  
г. Киров, ул. Московская, 52, тел./ф.: (8332) 69-50-15