

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ

А.С. Киселев (Администрация городского поселения Ногинск Московской области)

В 1974 г. окончил Ленинградское высшее военно-топографическое командное училище. До 1998 г. служил в кадрах ВС РФ. В 2007 г. окончил Международный независимый эколого-политологический университет. С 1999 г. — начальник отдела экологических программ и прогнозов Управления экологии и рационального природопользования Администрации Ногинского района. С 2009 г. по настоящее время работает в Администрации городского поселения Ногинск Московской области.

О.А. Маринина

В 2008 г. окончила факультет прикладной космонавтики и фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия».

Методы аэрокосмического дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) приобретают все большее практическое значение для определения качественных изменений состояния земной поверхности и оценки загрязнения территорий. Они позволяют получать однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных площадей, на удаленные и труднодоступные территории, превосходя в этом отношении любые наземные обследования, основанные на взятии проб почв и идентификации их загрязнения. Применение данных ДЗЗ дает возможность разработки систем автоматического распознавания и анализа почв.

Безусловно, предпочтительней не противопоставлять различные методы, а использовать их в сочетании. В данной статье рассмотрены вопросы идентификации загрязненности почв по данным ДЗЗ в сопоставлении и в дополнение к классическим методам на примере промышленной зоны Ногинского района Московской области.

Авторами данной статьи использованы следующие материалы и сведения:

1. Исследования лаборатории географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова по количественной оценке загрязнения почвенного и снежного покрова территории Ногинского района (1997 г.). Основным материалом для инвентаризации промышленных выбросов в этом исследовании послужила статистическая форма, представленная Ногинской районной СЭС. Данные этой формы позволяют провести оценку величины выброса вредных веществ в зависимости от класса опасности вещества и годового объема его выброса.

2. Материалы «Проекта организации и ведения лесного хозяйства в лесах г. Ногинска» Центрального государственного лесоустроительного предприятия «Центрлеспроект» (2000 г.).

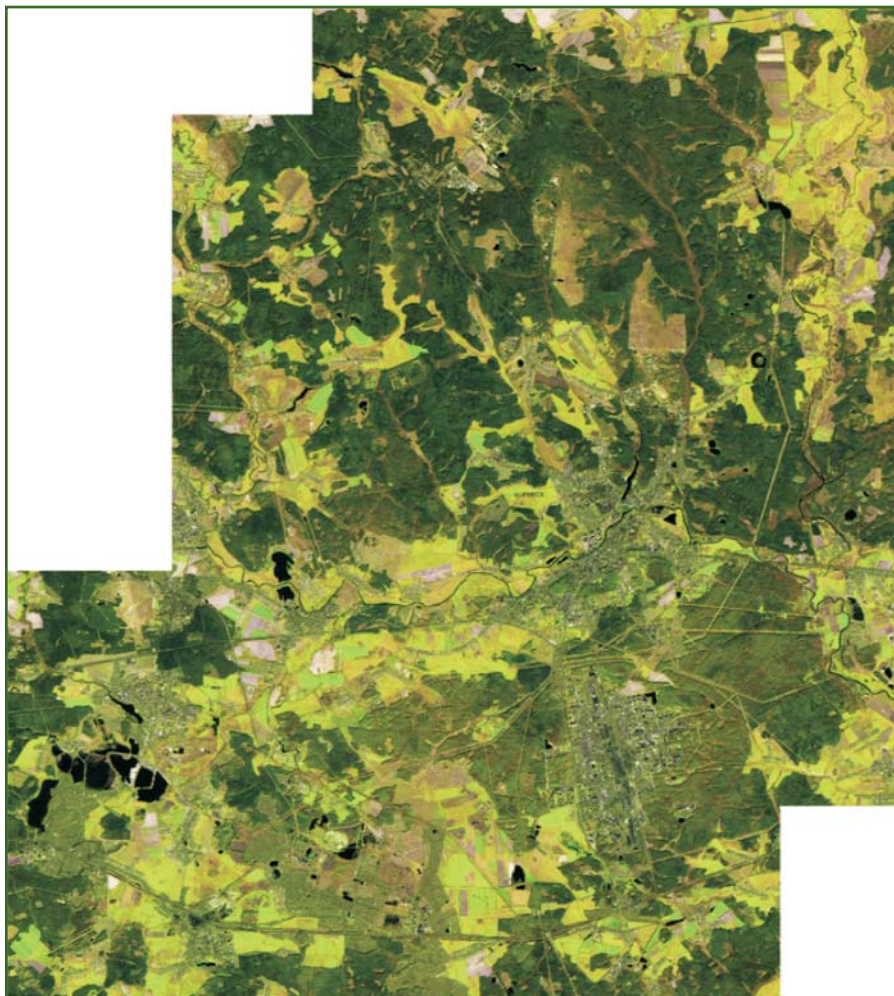
3. Материалы «Проекта водоохраняющих зон и прибрежных защитных полос реки Клязьмы в пределах Ногинского района» Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (2007 г.).

4. Цветные космические изображения на территорию Ногинского района с космического аппарата (КА) WorldView-1

(DigitalGlobe, США) в видимом диапазоне с (низким для современных возможностей) разрешением до 50 м, свободно распространяемые в Интернет (2000–2001 г.).

Следует отметить, что в течение последних 15 лет объемы вредных выбросов в атмосферу в результате производственной деятельности ряда предприятий значительно снизились. Например, к 2002 г. общие объемы выбросов предприятий г. Электроугли сократились примерно втрое (хотя и остаются высокими). Поэтому исследования 10–15-летней давности, на первый взгляд, могут показаться не актуальными. Но при рассмотрении вопросов загрязнения почв такой временной интервал не столь важен, поскольку почва является депонирующей (накапливающей) средой для атмосферных загрязнителей и может служить индикатором долговременной экологической обстановки.

На рис. 1 представлено изображение мозаики всей территории Ногинского района, полученное с помощью ГИС «Карта 2008» (КБ «Панорама») путем объединения отдельных космических снимков с КА WorldView-1. Этот

**Рис. 1**

Изображение Ногинского района по данным с КА WorldView-1

регион восточной части Подмосковья густо населен — его численность превышает 375 тыс. человек. В районе расположены крупные предприятия легкой промышленности, химической промышленности, машиностроения и др. Широко развита сеть сельскохозяйственных предприятий и предприятий по производству строительных материалов. Промышленные центры прилегают к городам: Ногинск, Электросталь, Старая Купавна, Электроугли.

Города Ногинск и Электросталь образуют одну из агломераций «второго порядка» — типичной формы расселения городского населения на территории Московской области. Агломерация объединяет районный центр Ногинск (120 тыс. жите-

лей) и город областного подчинения Электросталь (150 тыс. жителей). Оба города — промышленные центры и транспортные узлы. Эта агломерация образует один из важных промышленных узлов на территории восточной части Подмосковья, для которой характерна высокая концентрация промышленности. Природная среда региона испытывает сильную техногенную нагрузку, достигающую максимальных значений на территории населенных пунктов. К основным источникам загрязнения относятся промышленные предприятия, котельные и автотранспорт.

Приоритетными веществами, требующими мониторинга в природных средах на территории района, являются тяжелые

металлы — свинец, медь, никель, цинк и др. и вещества группы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) — 3,4-бензпирен и др. Накопление тяжелых металлов в природной среде связано с выбросами, прежде всего, предприятий городов Электросталь и Электроугли. Поступление углеводородов группы ПАУ обусловлено выбросами в атмосферу, главным образом, предприятий г. Электроугли. Источниками поступления в атмосферу ПАУ являются также бытовые отопительные системы.

Вредное воздействие выбросов промышленных предприятий, таких как сернистый ангидрид, оксиды азота, никеля, хрома, фтористые соединения, углеводороды и др., прямое и косвенное, через почвенные растворы, отражается на состоянии растительности. Происходит выщелачивание тканей растений и почвы, что вызывает «голодание» растений; снижается фотосинтез, повреждается листва и хвоя.

Техногенное воздействие выбросов автотранспорта увеличивает содержание тяжелых металлов в почве. Растения вдоль магистралей накапливают свинец, молибден, медь, цинк и др. Избыток микро- и макроэлементов ослабляет их жизнестойкость, особенно у хвойных пород.

Жилая и промышленная застройка, коттеджное и дорожное строительство, зоны отдыха у воды также являются негативными факторами состояния почвы и растительности и приводят:

- к механическому уплотнению почвы;
- захламленности территории, загрязнению почв и подземных вод бытовыми отходами;
- к дигрессии насаждений;
- к изменению рельефа, нарушению естественного поверхностного стока.



Рис. 2

Изображение территории г. Электросталь

В настоящее время существует множество современных аэрокосмических методов дистанционного зондирования Земли, позволяющих оценить состояние окружающей природной среды. К основным из них относятся: визуальные наблюдения, фотографирование в видимом диапазоне спектра, многозональная и мультиспектральная съемки, цветная и спектральная съемки, инфракрасная съемка, телевизионная съемка, радиолокационная съемка, спектрометрическая съемка, лазерное сканирование и др. Каждый вид дистанционного зондирования информативен по-своему.

В данной статье рассматривается наиболее простой и доступный вариант — визуальные исследования изображений, полученных по данным ДЗЗ из космоса в видимом диапазоне спектра электромагнитных излучений. Использование других видов и их комбинаций может существенно дополнить возможности анализа и оценки состояния загрязнения земной поверхности.

На рис. 1 отчетливо видно, что территория района может быть условно разделена на сельскохозяйственный север и промышленный юг. Здесь представлено несколько генетичес-

ких типов почв, формирующихся в различных природных ландшафтах. На высоких террасах наибольшее распространение получили торфяно-подзолистые, дерново-подзолистые, болотно-подзолистые почвы в различной степени оглеенные и измененные в процессе хозяйственной деятельности человека. К ним приурочены сосновые леса с примесью ели, березы и дуба. На низких террасах формируются аллювиальные почвы, дерновые луговые почвы и почвы низинных болот. Заболоченные ложбины покрыты зарослями ольхи и ивы древовидной. Верхняя часть почвенного профиля на освоенных территориях нарушена и окультурена (пахотные и мелиорированные почвы).

Как видно, большая часть территории района покрыта лесными массивами, но вокруг г. Электросталь дешифрируются более редкие, угнетенные леса (рис. 1, 2). Четко выделяется промышленная зона, которая протянулась вдоль железной

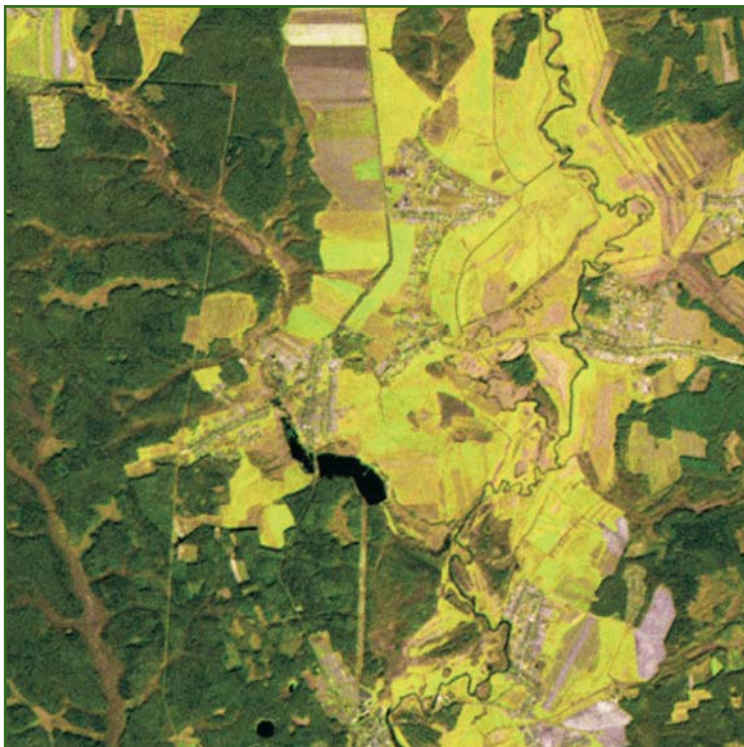


Рис. 3

Изображение поймы р. Вори и ее притока — р. Дубенки с запрудой

дороги, высотные дома, кварталы. Вокруг города расположены участки редколесья, несколько карьеров, сельскохозяйственные угодья, как засеянные, так и заброшенные. С определенностью можно судить о неблагоприятном влиянии промышленности города на почвы этой территории.

На севере района отчетливо дешифрируется разветвленная овражная сеть (рис. 1, левая часть и рис. 3). Это говорит о развитии на этой территории эрозионных процессов, большинство оврагов растут. По дну центрального оврага протекает р. Черноголовка (рис. 1).

Основные луговые почвы располагаются в пойме р. Клязьмы (центральная часть рис. 1), а также в поймах ее притоков: рек Вори, Дубенки (рис. 3), Шерны (левая часть рис. 1). Но все луга, как правило, окультурены и распаханы. На сельскохозяйственных угодьях произрастают различные культуры с разными периодами вегетации. На снимках это дешифрируется по разным цветам распаханых территорий. Среди сельскохозяйственных угодий выявляются пустыри.

Севернее г. Ногинска (рис. 1) располагаются обширные территории, на которых почвы переуплотнены.

На юге района сосредоточены крупные города, промышленные зоны и большая часть инфраструктуры (рис. 1, 2). Загрязненные почвы приурочены к городам: Ногинск (рис. 1, центральная часть), Электросталь (рис. 1, 2), Электроугли (рис. 1, юго-запад), Старая Купавна, к железной дороге Москва — Нижний Новгород и автотрассе Москва — Нижний Новгород (рис. 1). На снимках явно выделяется территория с полностью деградированными почвами под промышленной зоной.

От г. Электросталь на запад до оз. Бисерово располагаются

обширные территории с садово-огородными товариществами (рис. 1). Здесь есть довольно обширные пустыри, выгоревшие участки.

Севернее конгломерата садовых товариществ, в районе городского поселения им. Воровского, имеется область с захламленными почвами (с озерами фильтрата), которая приурочена к одной из самых крупных свалок Московской области — Тимоховской.

Таким образом, на территории района можно выделить почвы, типы которых идентифицируются по цветным космическим снимкам, сделанным в видимом диапазоне (см. таблицу). Подчеркнем еще раз, что это лишь один из методов дистанционного зондирования, а использованные снимки ограничено информативны вследствие

низкого разрешения.

Как уже отмечалось, атмосферные выбросы накапливаются в почве, почвенных растворах, тканях растений и, таким образом, почва и растительность могут служить индикатором долговременной оценки экологической обстановки.

Используя исследования географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и результаты визуальной оценки, в ГИС «Карта 2008» была построена карта-схема (рис. 4), показывающая суммарные значения загрязнения почв района токсическими веществами.

Анализируя карту-схему, можно сделать следующее заключение. Состояние почв на подавляющих площадях территории Ногинского района оценивается как удовлетворительное, т. е. на данных территориях

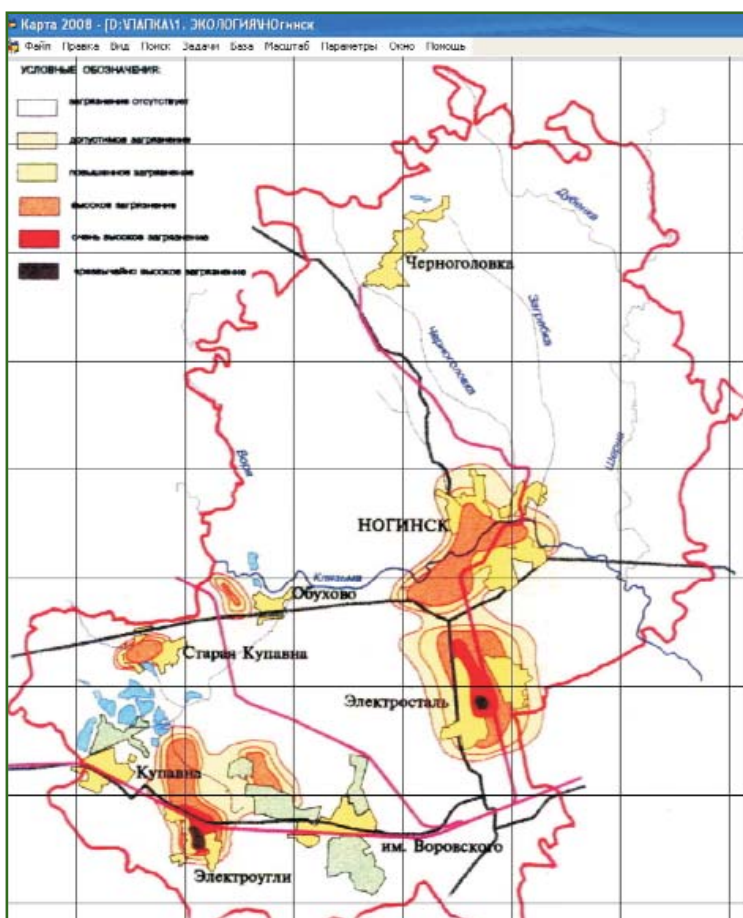


Рис. 4

Карта-схема суммарного загрязнения почв Ногинского района в ГИС «Карта 2008»

Показатели идентификации почв территории района

Фрагмент изображения	Виды почв	Объекты, к которым приурочены почвы	Дешифровочные признаки
	Лесные	Леса, район оз. Шишовское	Цвет — насыщенно-зеленый. Рисунок — точечный. Форма — неправильная.
	Лесные нарушенные	Угнетенные леса, редколесья, леса с участками пожаров. На востоке от г. Электросталь	Цвет — зеленый, бурый. Рисунок — пятнистый. Форма — неправильная.
	Пойменные	Луговая растительность, пойма р. Шерны	Цвет — светло-желтый Рисунок — сплошной Форма — неправильная
	Пахотные	Сельскохозяйственные угодья ООО «Электростальский»	Цвет — от ярко-зеленого, от салатового до светло-желтого. Рисунок — линейчатый. Форма — правильная, прямоугольная.
	Садово-огородные	Садовые товарищества, территория санатория «Алешинские сады»	Цвет — бледно-зеленый, буро-зеленый. Рисунок — точечный, линейчатый. Форма — правильная, прямоугольная.
	Переуплотненные	Полигон	Цвет — серо-бурый. Рисунок — точечный. Форма — правильная.
	Загрязненные	Населенные пункты, промышленные зоны, дороги г. Ногинска	Цвет — от серого до темно-серого. Рисунок — геометрически четкий. Форма — правильная.
	Захламленные	Свалки, территория Тимоховского полигона, вокруг очага возгораний и озера фильтрата	Цвет — светло-серый, зеленый. Рисунок — сплошной. Форма — округлая.

выявлено фоновое содержание всех элементов ниже ПДК. Допустимое состояние почв выявлено на территориях между крупными промышленными зонами, на некотором удалении от них и от городов.

Высокий уровень загрязнения почв приурочен к промышленным зонам городов Электроугли и Электросталь, а почвы в ядре этих промышленных зон характеризуются чрезвычайно высоким загрязнением. Почвы

на территории Тимоховской свалки, городов Электросталь, Ногинск, Старая Купавна, западной части городского поселения Обухово, а также на участке от г. Электроугли до прудов Бисеровского рыбхоза характеризуются высоким загрязнением.

Наибольший уровень загрязнения почвенного покрова выявлен на территории г. Электроугли. Главным загрязнителем почв города является 3,4-бензпирена. Содержание 3,4-бенз-

пирена в почвах города превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) этого канцерогенного вещества в 20-100 раз. Выявлено и очень высокое содержание меди (в 2-4 раза выше ПДК) в почвах города.

Представляя ситуацию всесторонне и имея обобщенные показатели выбросов вредных веществ в атмосферу от предприятий региона, краткую характеристику этих веществ, другие факторы негативного воз-

действия на окружающую среду, а также установив основные типы и виды почв, можно провести оценку отдельных участков по их состоянию и степени загрязнения.

Таким образом, по цветным космическим снимкам с КА WorldView-1 в видимом диапазоне с разрешением 50 м на территории Ногинского района выделены следующие виды почв: лесные, пахотные, садово-огородные, переуплотненные, загрязненные, захлащенные. На севере района выявлены активные процессы водной эрозии. На основе анализа материалов космических снимков установлено состояние почв Ногинского района, локализованы районы загрязнения.

Применение методов ДЗЗ дает возможность создания и использования систем автоматического распознавания и анализа почв. Разработанную таб-

лицу показателей идентификации почв можно рассматривать как первый шаг в направлении формирования свода индексов для распознавания (в том числе автоматизированного) уровня загрязненности почв.

В заключение следует отметить, что выполненные наблюдения и выводы имеют прикладное значение. Использование методов и материалов ДЗЗ выгодно как с практической, так и с экономической точек зрения. Оправдано оно и профессионально. Трудно представить современного специалиста, проводящего какие-либо изыскания природоохранного характера и отказывающегося использовать аэро- или космические снимки, хотя бы для общего обзора района исследований.

Безусловно, остаются препятствия для широкого применения методов ДЗЗ. Это и обычная инерция, и отсутствие тра-

диций использовать в практической деятельности передовые методы и технологии. Имеются и объективные трудности, связанные нормативно-правовыми вопросами открытого использования космических снимков высокого разрешения с точной пространственной привязкой, которые не позволяют более эффективно внедрять в производственный процесс геоинформационные технологии.

RESUME

A possibility to identify soil contamination by space imagery in the visible band with a resolution of 50 m by an example of Noginsk (Moscow region) industrial zone is considered. It is marked that color space images make it possible to distinguish soil types, reveal active ablation processes, determine soil conditions and identify contaminated areas.



КБ ПАНОРАМА

Геоинформационные технологии

www.gisinfo.ru

GIS ToolKit
GIS WebServer
ГИС Карта 2008
Блок "Геодезия"
ГИС Сервер 2008
3D-моделирование
"Земля и Недвижимость"

ЗАО КБ "ПАНОРАМА"
 Россия, 119017, г. Москва,
 Б.Толмацкий пер., дом 5, офис 1004
 Тел.: (495) 739-0245, 723-1991
 Тел./факс: (495) 739-0244
 E-mail: panorama@gisinfo.ru
[Http://www.gisinfo.ru](http://www.gisinfo.ru)

Официальный разработчик ГИС «Карта 2008», GIS ToolKit, «Земля и Недвижимость», GIS WebServer
 Свидетельство Роспатент: 940001, 990438, 2000610161, 2007614531, 2007614529
 © Copyright Panorama Group 1991-2009