

<https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-56-65>



## Опыт применения данных дистанционного зондирования Земли при производстве судебных экологических экспертиз

 С.Ю. Розов<sup>1,2</sup>, Н.Д. Кутузова<sup>1</sup>, Т.Н. Большева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, Москва 109028, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва 119991, Россия

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования данных дистанционного зондирования Земли при производстве судебно-экологических экспертиз. На примерах из экспертной практики анализируется ход изучения почвенного и растительного покрова по материалам дистанционного зондирования. Показано, что существующие методики их дешифрирования позволяют осуществлять бесконтактное обследование объектов окружающей среды на обширной территории, что существенно сокращает сроки и затраты на производство экспертизы. С помощью данного метода эксперт имеет возможность провести ретроспективный анализ ландшафтных изменений, причем возможности современных программных средств обработки изображений позволяют проводить анализ как визуальным, так и автоматизированным способом. Последний позволяет устранить субъективизм в дешифрировании изображений, что немаловажно для получения обоснованных экспертных выводов.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, дешифрирование, бесконтактное обследование, ретроспективный анализ, судебная экологическая экспертиза

**Для цитирования:** Розов С.Ю., Кутузова Н.Д., Большева Т.Н. Опыт применения данных дистанционного зондирования Земли при производстве судебных экологических экспертиз // Теория и практика судебной экспертизы. 2019. Том 14. № 1. С. 56–65.  
<https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-56-65>

---

## Experience of Applying Remote Sensing Earth Data in Environmental Forensics

 Sergei Yu. Rozov<sup>1,2</sup>, Nina D. Kutuzova<sup>1</sup>, Tat'yana N. Bolysheva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> The Russian Federal Centre of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Moscow 109028, Russia

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia

**Abstract.** The opportunity of remote sensing Earth data application in performing of environmental forensics is contemplated. Using examples from expert practice, the progress of soil and vegetation mantle examination on the remote sensing materials is analyzed. It is demonstrated that existing methods of data interpretation enable the non-contact reconnaissance of environmental objects on an immense territory significantly reducing the time and expense of the expertise. With the help of this method an expert gets an opportunity to perform backcasting of landscape changes and the features of the modern image software make both visual and automated ways of analysis possible. The latest enables subjectivity elimination from interpretation of the images which is essential in getting reasonable expert conclusions.

**Keywords:** remote sensing data, interpretation, non-contact reconnaissance, backcasting, environmental forensics

**For citation:** Rozov S.Yu., Kutuzova N.D., Bolysheva T.N. Experience of Applying Remote Sensing Earth Data in Environmental Forensics. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2019. Vol. 14. No. 1. P. 56–65. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-56-65>

### Введение

Несмотря на быстро прогрессирующее развитие методов и подходов в использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в различных областях науки и практики, в судебной экспертной деятельности дешифрирование космических изображений земной поверхности используется сравнительно редко, что не соответствует поистине неограниченным возможностям данного метода. Помимо объективных социально-экономических причин, сдерживающих использование метода, имеет место и недостаточная информированность судов и следственных органов о возможном спектре вопросов, которые могут быть поставлены перед судебными экспертами и успешно решены ими при наличии соответствующих материалов ДЗЗ. Настоящее сообщение призвано отчасти восполнить недостаток информации и продемонстрировать некоторые возможности метода анализа данных ДЗЗ, которые были использованы авторами при решении конкретных экспертных задач в рамках судебно-экологической экспертизы. Отмечен также ряд методологических сложностей и процессуальных ограничений, которые необходимо учитывать при работе судебных экспертов-экологов с данными ДЗЗ.

### Особенности судебно-экспертных экологических исследований в контексте использования данных ДЗЗ

Судебно-экологическая экспертиза включает в себя несколько специальностей, и в рамках практически любой из них можно использовать данные ДЗЗ при производстве экспертиз. В настоящее время в связи с ограниченной численностью экспертов, владеющих методиками дешифрирования данных ДЗЗ, в ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России эти материалы используются в первую очередь при решении вопросов в рамках экспертных специальностей 24.1 «Исследование экологического состояния объектов почвенно-геологического происхождения» и 24.2 «Исследование экологического состояния естественных и искусственных биоценозов».

Исследование экологического состояния объектов почвенно-геологического происхождения (судебная эколого-почвоведческая экспертиза) представляет собой комплекс действий, производимых в установленной законом форме лицами, обладающими специальными знаниями в об-

ласти экологии, почвоведения и смежных естественных наук, которые дают заключение по вопросам, связанным с исследованием антропогенного воздействия на почвенно-геологические объекты [1]. Среди задач судебно-экспертных исследований экологического состояния данных объектов выделяются диагностические и идентификационные. К диагностическим можно отнести определение вида источника антропогенного воздействия на почвенно-геологические объекты, характеристику антропогенного воздействия на них во времени и в пространстве, установление механизма воздействия. Идентификационные задачи включают установление источника (или источников) антропогенного воздействия, а также установление конкретного участка местности, послужившего местом возникновения антропогенного воздействия на объекты почвенно-геологического происхождения [1].

Сходные задачи ставятся также при проведении исследований в рамках судебно-эколого-биологической экспертизы (специальность 24.2), однако здесь объектами экспертных действий являются естественные и искусственные биологические сообщества – биоценозы, именуемые в совокупности со средой их обитания биогеоценозами.

На разрешение экологической экспертизы наиболее часто ставятся следующие вопросы.

1. Имеются ли на конкретном земельном участке признаки негативного воздействия хозяйственной деятельности человека на почвенный (растительный) покров? Если да, то какие именно признаки?

2. Каков масштаб (площадь, экологическая значимость) оказанного негативного воздействия?

3. Каков источник (или какой объект является источником) негативного антропогенного воздействия на конкретные почвенно-геологические объекты (растительный покров)?

Как правило, для решения таких вопросов требуются комплексные полевые исследования на месте происшествия, контактные измерения различных параметров объектов окружающей среды, отбор образцов почв и растительности и их последующее лабораторное исследование. Чаще всего подобного рода исследования проводятся как в рамках границ изучаемых объектов, так и на примыкающих к ним эталонных территориях, не затронутых локаль-

ным антропогенным воздействием. В связи с существенными объемами исследовательских работ в таких случаях стоимость производства экспертизы и ее продолжительность зачастую оказываются неприемлемыми для заказчика. Проблему можно решить с помощью методики дешифрирования данных ДЗЗ, которая позволяет осуществить бесконтактное обследование объектов окружающей среды на обширной территории. Кроме того, с помощью данного метода эксперт имеет возможность провести ретроспективный анализ ландшафтных изменений, причем как визуальным, так и автоматизированным способом. В сущности, ретроспективный анализ данных ДЗЗ – это единственный способ заглянуть в прошлое и получить информацию об исходном состоянии ландшафта до наступления расследуемого события.

На возможность успешного применения материалов ДЗЗ в судебной экспертизе ранее неоднократно указывали отечественные и зарубежные специалисты. «Наш опыт применения космических снимков – фотографий Земли из космоса – в судебных экспертизах показывает, что снимки наряду с очень понятной иллюстративной функцией несут в себе огромный массив информации, которая может быть выражена как в измерении метрических показателей изучаемого объекта, так и в определении его качественно-количественных показателей и их изменения во времени» [2]. «То, что экологическим криминалистами и экологическим экспертам требуется от ретроспективных аэрофотоснимков, – это информация, выходящая за рамки простых идентификаций признаков в область понимания прошлых процессов, посредством которых произошел экологический ущерб. Это похоже на то, что археологи делают с аэрофотоснимками. Совершенно ясно: то, что ищет археолог – не то, что происходило в сам момент производства аэрофотосъемки, а скорее указания на то, что произошло задолго до момента снимка» [3].

Возможность изучения почвенного и растительного покрова по материалам дистанционного зондирования в целях судебной экспертизы базируется на обширной научно-методической литературе по данной проблематике за последние 30–40 лет [4–8]. Разработан и успешно применяется в научных и практических целях широкий ряд компьютерных программ, оперирующих цифровыми изображениями поверхности

Земли, получаемыми с различных летательных аппаратов – от спутников до радиоуправляемых дронов. Индикационными характеристиками исследуемых объектов окружающей среды являются топографические свойства поверхности (крутизна, водосборная площадь и др.), спектральные индексы наземного покрова (температура, биомасса, продуктивность, влажность и др.), а при наличии дополнительных данных – особенности почвообразующих пород, уровня грунтовых вод, истории хозяйственного использования и др. [9].

Особенно перспективным в целях дешифрирования признаков антропогенных нарушений наземных объектов окружающей среды представляется использование цифровых изображений, полученных со специализированных искусственных спутников Земли. Такие изображения доступны с весьма детальным пространственным разрешением – до нескольких десятков сантиметров в пикселе, и при этом к конечному потребителю (в нашем случае – к эксперту) они поступают в виде геопривязанных данных, т. е. в виде изображения местности в одной из общепринятых систем координат. Загрузив подобные изображения в один из многочисленных программных продуктов, созданных для аналитической обработки данных ДЗЗ (например, ArcGis, ERDAS Imagine, MapInfo, SAGA, Q-GIS), эксперт получает мощный инструмент для анализа строения, состава и свойств земной поверхности, с помощью которого успешно решаются многие типовые вопросы судебной экологической экспертизы.

В ряде случаев для получения обоснованных ответов на поставленные вопросы необходима организация так называемого подспутникового натурного обследования места происшествия для обеспечения надлежащей верификации результатов дешифрирования данных ДЗЗ. Но даже в этих случаях имеет место существенная экономия временных, материальных и трудовых затрат на производство судебно-экологической экспертизы, поскольку предварительное изучение ситуации на местности по материалам ДЗЗ дает возможность оптимизировать алгоритмы полевых изысканий и минимизировать время и средства, затрачиваемые на рекогносцировку, планирование маршрутов и размещения площадок обследования.

Иногда при работе с данными ДЗЗ эксперт сталкивается с невозможностью по-

лучения однозначного вывода о наличии причинно-следственной связи между конкретным видом воздействия на объекты окружающей среды и их изменениями, установленными при дешифрировании. Это ограничение не умаляет актуальности и целесообразности применения данного метода экспертизы, поскольку даже натурное обследование объектов окружающей среды на месте происшествия не гарантирует получения однозначного заключения по подобным вопросам.

Вместе с тем применение методологии дешифрирования данных ДЗЗ имеет весьма существенные ограничения, связанные с юридическими аспектами.

### **Особенности юридического статуса данных ДЗЗ**

Заключение эксперта, имеющее статус доказательства по делу в судебном процессе, предъявляет особые требования к материалам, на которых это заключение основывается. Эксперт имеет право работать либо с материалами, предоставленными в его распоряжение судом или следствием, либо использовать в своем исследовании сведения, опубликованные в открытой печати и прошедшие надлежащую верификацию<sup>1</sup>. В отношении данных ДЗЗ это требование может считаться соблюденным в двух случаях.

Во-первых, если материалы ДЗЗ имеют непосредственно в составе документов, относящихся к конкретному делу (уголовному, административному, гражданскому, арбитражному), в рамках которого назначена экспертиза. Обычно использование такого рода материалов экспертом затруднено в связи с тем, что требования к параметрам космических снимков, важные с точки зрения возможности получения корректных выводов на их основе, не соблюдены. Эта проблема может быть легко решена путем предварительного согласования требуемых параметров снимков между экспертом и судебно-следственным учреждением либо перед назначением экспертизы, либо при формировании экспертом запроса в суд или следственные органы о предоставлении дополнительных материалов ДЗЗ непосредственно в процессе экспертного исследования.

Второй случай касается ситуации, когда специфика экспертной задачи позволяет воспользоваться данными ДЗЗ, имеющими открытый статус и контролируемый набор параметров (например, на интернет-ресурсе Google Earth)<sup>2</sup>. Здесь эксперт вправе воспользоваться этими данными на том же основании, на котором он использует иные информационные материалы открытого доступа, например научно-методическую литературу или нормативные документы. При этом отпадает необходимость в длительной, как правило, процедуре согласования и получения дополнительных материалов от заказчика экспертизы, что весьма существенно сокращает сроки ее выполнения.

### **Примеры использования данных ДЗЗ**

Рассмотрим несколько примеров использования данных ДЗЗ для решения типовых вопросов, наиболее часто выносимых судами и следственными органами на решение экспертов в постановлениях о назначении судебно-экологической экспертизы.

#### **Пример 1**

*Вопрос:* Имело ли место захламливание на территории земельного участка с кадастровым номером (к/н) 77:NNN с адресными ориентирами ХХХ на дату 06.08.2015?

Захламление земель является одним из самых распространенных видов нарушения почвенного покрова. С экологической точки зрения «захламливание земель» – это размещение в неустановленных местах предметов хозяйственной деятельности, твердых производственных и бытовых отходов (бытового и строительного мусора, металлолома, стеклобоя, древесных остатков и др.) Захламление физически отчуждает часть территории из хозяйственного использования. При накоплении токсичных веществ захламливание становится еще и источником химического загрязнения окружающей среды<sup>3</sup>.

Анализ изображения места происшествия проводился методом визуального дешифрирования [6] цифрового изображения – космического снимка на дату 06.08.2015, предоставленного эксперту заказчиком экспертизы (фото 1, слева).

<sup>1</sup> Федеральный закон от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».

<sup>2</sup> <https://www.google.com/earth/>

<sup>3</sup> Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Охрана окружающей природной среды. Почвы. М.: ВНИИприроды, 2001. 260 с.



**Фото 1.** Общий план места происшествия на космическом снимке на дату 06.08.2015: слева – в цветовой синтезе RGB 1,2,3 – цвета, близкие к натуральным; справа – результат векторизации в программе SAGA GIS. Параметры снимка: файловый формат – TIFF; пространственное разрешение 0,5 м в пикселе

**Photo 1.** General shot of the scene of action on a satellite image under the date of 06.08.2015: on the left – in RGB synthesis of color 1,2,3 – colors close to natural; on the right – the result of vectorization in program SAGA GIS. Shot characteristics: file format – TIFF; spatial resolution 0.5 m/px

Кроме того, рассчитывали статистические показатели интенсивности интегрального отражения света с использованием встроенного стандартного алгоритма программы SAGA GIS (2.1.2)<sup>4</sup>. Указанная программа свободно распространяется в информационно-коммуникационной сети Интернет, предназначена для обработки растровых изображений, в том числе космических снимков высокого разрешения.

Как по визуальным характеристикам, так и по статистическим показателям интен-

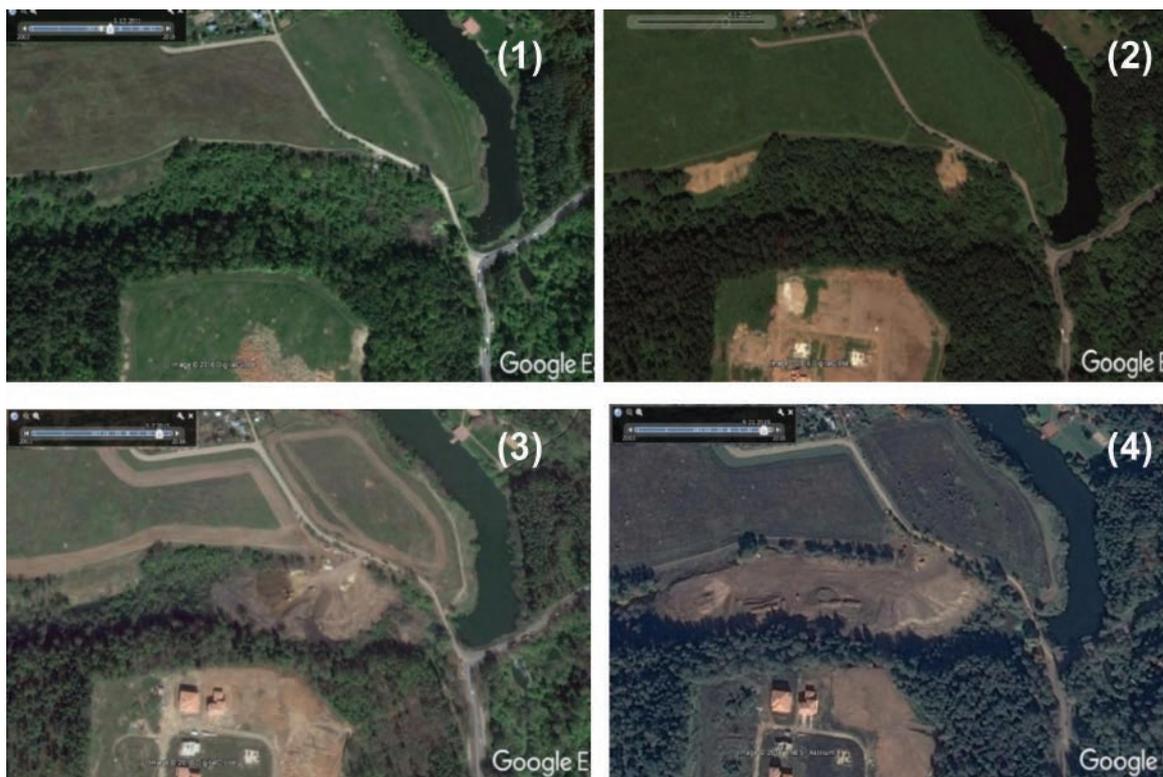
сивности интегрального отражения света (табл. 1), рассчитанным с использованием встроенного стандартного алгоритма программы SAGA GIS, исследуемый участок в максимальной степени сходен с участками с грунтовым и асфальтовым покрытием и достоверно отличается от участков с захламленной поверхностью.

**Вывод:** На дату 06.08.2015 на территории земельного участка с к/н 77:NNN с адресными ориентирами XXX захламление не имело места.

<sup>4</sup> <http://www.saga-gis.org>

**Таблица 1.** Варьирование показателя интенсивности интегрального отражения света (в отн. ед.) от поверхности исследуемого участка и участков сравнения  
**Table 1.** Variation of the index of intensity of the integral reflection of light (in relative units) from the surface of the examined plot and the plots of comparison

Вид участка	Min	Max	Среднее	Ст. отклонение
Исследуемый участок	269	660	496	77,5
Асфальтовое покрытие	339	678	504	24,8
Навалы грунта	202	557	351	62,0
Свалка 1	169	853	472	110,0
Свалка 2	167	1040	410	109,9
Грунтовое покрытие 1	250	669	536	66,0
Грунтовое покрытие 2	244	674	550	62,7



**Фото 2.** Общий план места происшествия.

Даты снимков: (1) – 12.05.2011; (2) – 02.05.2012; (3) – 04.07.2015; (4) – 21.09.2015

**Photo 2.** General shot of the scene of action.

Dates of shots: (1) – 12.05.2011; (2) – 02.05.2012; (3) – 04.07.2015; (4) – 21.09.2015

### Пример 2

*Вопрос:* В течение какого отрезка времени осуществлялась незаконная вырубка леса на земельном участке с к/н 77:ННН?

Визуальный анализ космических снимков поверхности исследуемого земельного участка (фото 2), полученных из открытого источника данных ДЗЗ – интернет-ресурса Google Earth (датировка снимков поддерживается внутренним протоколом источника), наряду с другими результатами судебно-экспертного исследования позволил сформулировать вывод о том, что вырубка леса на исследуемом участке началась между 12.05.2011 и 02.05.2012, а завершилась вырубка леса между 04.07.2015 и 21.09.2015.

### Пример 3

*Вопрос:* Произошло ли негативное антропогенное воздействие на почвенный и растительный покров в результате размещения грунта с включением строительного мусора на земельном участке с к/н 77:000? Если произошло, то в чем оно выражается?

С экологической точки зрения негативное антропогенное воздействие на окружающую среду – это такое воздействие, которое приводит к изменению ее функций в

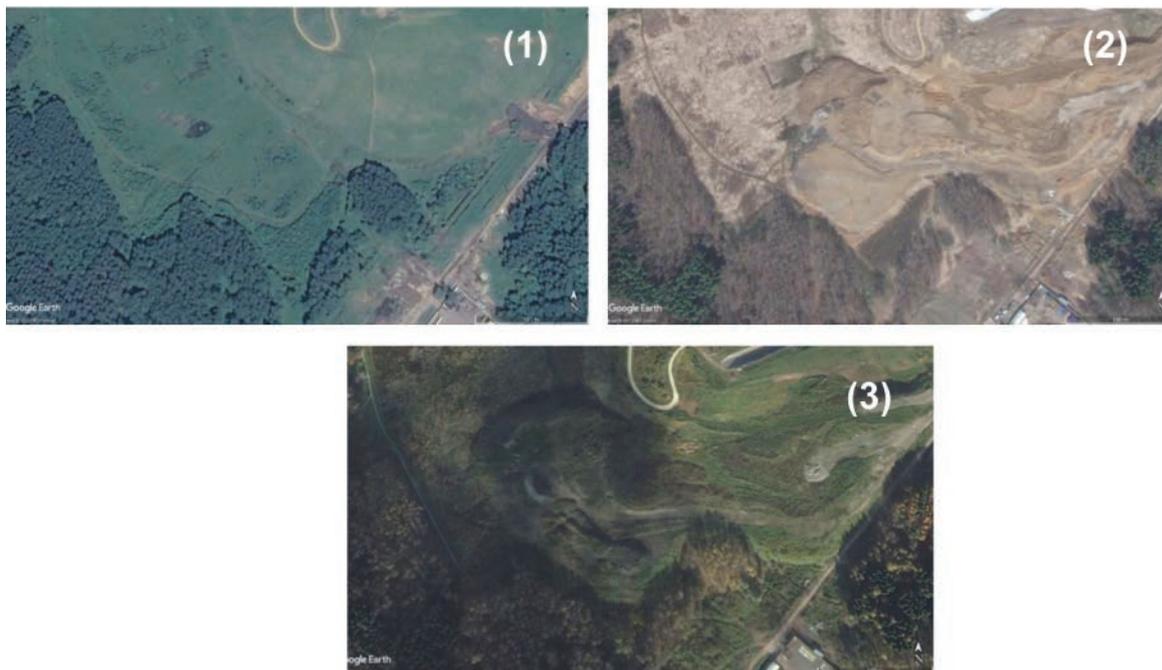
целом или к изменению функций отдельных ее компонентов, количественному и/или качественному ухудшению их свойств<sup>5</sup>. Так, например, следствием негативного антропогенного воздействия на почвенный покров могут быть загрязнение, деградация, снижение уровня плодородия почв, механическое нарушение почвенного покрова, вытаптывание (уплотнение), перекрытие, запечатывание поверхности почв в результате различных видов человеческой деятельности<sup>6</sup>.

Для оценки степени негативного изменения почвенного и растительного покрова как компонентов окружающей среды необходимо знать их исходное состояние до и после установленного антропогенного воздействия на месте происшествия [1].

Поскольку в материалах дела отсутствовали данные об исходном состоянии почвенного и растительного покрова на месте происшествия до рассматриваемого события, экспертом была использована ин-

<sup>5</sup> Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

<sup>6</sup> Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Охрана окружающей природной среды. Почвы. М.: ВНИИприроды, 2001. 260 с.



**Фото 3.** Место происшествия – земельный участок с к/н 77:000.  
 Даты снимков: (1) – 03.06.2013; (2) – 19.04.2014; (3) – 24.10.2016  
**Photo 3.** The scene of action – the plot of land with c/n 77:000.  
 Dates of shots: (1) – 03.06.2013; (2) – 19.04.2014; (3) – 24.10.2016

формация о характере поверхности места происшествия, размещенная на открытом интернет-ресурсе Google Earth<sup>7</sup>.

Для оценки степени негативного изменения компонентов окружающей среды на месте происшествия был проведен ретроспективный анализ нескольких космических снимков исследуемого участка, сделанных в период с 21.06.2012 по 24.10.2016 (фото 3). Локализация места происшествия на снимках осуществлялась по кадастровому номеру участка с использованием сайта кадастровой карты Росреестра<sup>8</sup>.

Анализ изображения места происшествия на указанных снимках проводился методом визуального дешифрирования [6].

Как видно на фотоснимке (фото 3.1), на данном участке 03.06.2013 существовала растительность трех типов: на территории, занятой горнолыжным склоном (северо-восточный фрагмент сцены), травянистое покрытие залежного типа, на территории северо-западного фрагмента снимка – травянистая растительность на бывших сельскохозяйственных угодьях, частично растущих молодой древесной порослью, располагающейся одиночно и небольшими группами. На третьем фрагменте сцены – западная и юго-западная части снимка –

растительность представлена сплошными древесными насаждениями (естественным лесом).

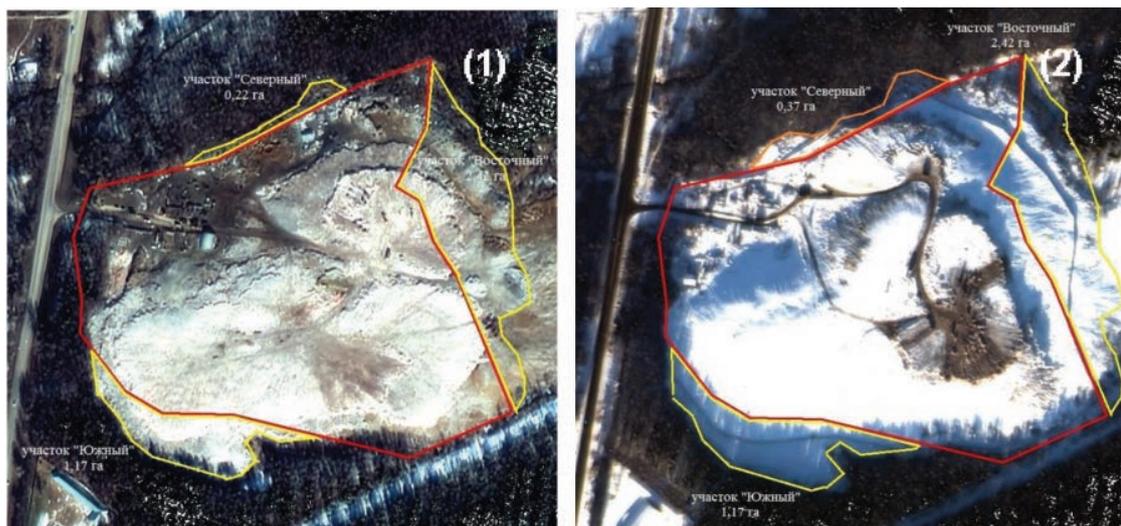
На снимке, датированном 19.04.2014 (фото 3.2), отчетливо видно, что значительная часть поверхности земельного участка перекрыта разнокачественным грунтом, что говорит о его чужеродном насыпном характере, а не о том, что имело место перемещение поверхностного плодородного слоя почвы, снятого с самого участка, по его поверхности. На северо-западном фрагменте данного снимка отсутствует значительная часть молодых древесных насаждений, диагностируемых на изображении от 03.06.2013.

На снимке, датированном 24.10.2016 (фото 3.3), зафиксировано состояние растущей поверхности навалов грунта на месте происшествия. Исходя из характера фотоизображения (сильная неоднородность окраски, выраженная крапчатость, наличие участков с отсутствием зеленых тонов), восстановление растительного покрова здесь пошло по пути формирования низкопродуктивной рудеральной травянистой растительности взамен ранее существовавшей естественной луговой.

**Вывод:** На земельном участке с кадастровым номером 77:000 произошло негативное антропогенное воздействие на почвенный и растительный покров в ре-

<sup>7</sup> <https://www.google.com/earth/>

<sup>8</sup> <http://публичная-кадастровая-карта.рф>



**Фото 4.** Расположение границ места рассматриваемого события – земельного участка, выделенного под полигон ТБО (красная линия), и примыкающих к нему земельных участков с насыпным материалом (желтая линия). Даты: (1) – 16.03.2015; (2) – 30.11.2016

**Photo 4.** The position of the scene of action borders – land plot allocated for solid domestic landfill (red line) and adjacent land plots with bulk material (yellow line).

Dates: (1) – 16.03.2015; (2) – 30.11.2016

зультате размещения грунта с включением строительного мусора, а именно: перекрытие естественной плодородной почвы непочвенными образованиями, уничтожение естественной злаково-разнотравной луговой и древесной растительности, изменение рельефа местности. В результате природные почвы частично утратили свои экологические функции, их с поверхности заместили почвоподобные тела, обладающие низким уровнем плодородия, а растительный покров был изменен на экологически менее ценный.

#### Пример 4

**Вопрос:** Какова площадь перекрытия насыпным материалом почвенного покрова на участке местности за пределами земельного отвода под полигон твердых бытовых отходов (ТБО) с к/н 50:SSS на две различные даты: 16.03.2015 и 30.11.2016?

Площадь исследуемого земельного участка согласно данным кадастрового паспорта составляет 136200 кв. м. Расположение исследуемого земельного участка показано на фото 4. Изображение получено с помощью программы SAGA GIS (2.1.2) путем наложения геопривязанного векторного слоя, содержащего кадастровые точки установленного земельного отвода с к/н 50:SSS, на файл растрового изображения участка, полученного экспертом от заказчика экспертизы. Затем методом зуммирования (укрупнения) было получено детальное изображение

фрагмента территории. Общая площадь земельного отвода на участке с кадастровым номером 50:SSS, вычисленная по стандартному алгоритму программы SAGA, составляет 136180 кв. м, что удовлетворительно согласуется с данными кадастрового паспорта.

Следующим этапом исследования было получение изображения границ участков, сопредельных с земельным участком, отведенным под полигон ТБО, на поверхности которых также присутствуют навалы отходов. Для решения вопроса о наличии или отсутствии на земельном участке признаков размещения отходов был использован визуальный анализ изображения в цветовом синтезе RGB 1,2,3 – цвета, близкие к натуральным. При этом производилось сравнение характера изображения участка полигона ТБО с изображением соседних участков, вид использования и характер поверхности которых имеют характеристики, близкие или аналогичные участку полигона. Для визуального дешифрирования изображения поверхности исследуемого участка и участков сравнения использовался обычный набор дешифрирующих признаков: цвет, пятнистость, контрастность, крапчатость [6].

По результатам визуального дешифрирования установлено, что фрагмент изображения, соответствующий земельному участку, на котором расположен полигон ТБО, характеризуется сходным набором признаков дешифрирования с теми фрагментами изображения, которые соответ-

**Таблица 2.** Площади земельных участков с насыпным материалом (м<sup>2</sup>)**Table 2.** Land plot areas with bulk material (m<sup>2</sup>)

Участок	Снимок 16.03.2015	Снимок 30.11.2016
Полигон ТБО	136180	136180
Северный	2197*	3710*
Восточный	24196*	24214*
Южный	11668*	11680*

\* – точность оценки площади  $\pm 3-5\%$

ствуют участкам с условными названиями «Северный», «Восточный» и «Южный», расположенными за пределами границ указанного полигона.

На основании результатов визуального дешифрирования далее методом ручной оцифровки растровых изображений получен векторный слой с границами трех вышеназванных участков. Затем было проведено вычисление их площадей автоматизированным способом по стандартному алгоритму программы SAGA при обработке векторного слоя, содержащего результаты ручной оцифровки. Результат вычисления представлен в таблице 2.

**Вывод:** Площадь перекрытия насыпным материалом почвенного покрова, определяемая путем наложения кадастровых точек на спутниковый снимок, на участке местности за пределами земельного отвода ТБО площадью 136200 кв. м, составляла на дату 16.03.2015. 3,81 га, а на дату 30.11.2016 – 3,96 га.

### Заключение

В ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России при производстве судебно-экологических экс-

пертиз на протяжении ряда лет успешно применяется методика дешифрирования данных ДЗЗ, которая позволяет осуществлять бесконтактное обследование объектов окружающей среды на обширной территории, что существенно сокращает сроки и затраты на производство экспертизы. С помощью данного метода эксперт имеет возможность провести ретроспективный анализ ландшафтных изменений, причем возможности современных программных средств обработки изображений позволяют проводить анализ как визуальным, так и автоматизированным способом. Последний позволяет устранить субъективизм в дешифрировании изображений, что немаловажно для получения обоснованных экспертных выводов. Следует подчеркнуть необходимость расширения практики применения данного перспективного метода исследования при производстве судебно-экологических экспертиз как в территориальных СЭУ Минюста, так и в ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, для чего требуется повысить квалификацию экспертов-экологов в области дешифрирования данных ДЗЗ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Омелянюк Г.Г., Гончарук Н.Ю., Король С.Г., Гулевская В.В., Никифоров В.Л. Судебно-экологическое исследование почвенно-геологических объектов. Методические рекомендации / Под ред. Е.Р. Россинской. М.: РФЦСЭ, 2009. 41 с.
2. Зимин М.В., Гирдо Е.А. Использование ДДЗ Земли в судебных экспертизах // Земля из космоса. 2013. № 1 (17). С. 63–69.
3. Ebert J.I. Chapter 3 – Photogrammetry, Photointerpretation, and Digital Imaging and Mapping in Environmental Forensics. P. 49–82. <https://doi.org/10.1016/B978-012369522-2/50004-X> In: Murphy B.L. and Morrison R.D (eds.) *Introduction to Environmental Forensics (Second Edition)*. Academic Press, Oxford, UK, 2007. 776 p.

### REFERENCES

1. Omel'yanyuk G.G., Goncharuk N.Yu., Korol' S.G., Gulevskaya V.V., Nikiforov V.L. *Forensic environmental investigation of geological and soil evidence samples. Methodological guidelines* / E.R. Rossinskaya (ed.). Moscow: RFCFS, 2009. 41 p. (In Russ.)
2. Zimin M., Ghirdo Ye. ERS Data in Legal Inquiries. *Earth from Space*. 2013. No. 1 (17). P. 63–69. (In Russ.)
3. Ebert J.I. Chapter 3 – Photogrammetry, Photointerpretation, and Digital Imaging and Mapping in Environmental Forensics. P. 49–82. <https://doi.org/10.1016/B978-012369522-2/50004-X> In: Murphy B.L. and Morrison R.D (eds.) *Introduction to Environmental Forensics (Second Edition)*. Academic Press, Oxford, UK, 2007. 776 p.

4. Андроников В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв. М.: Колос, 1979. 280 с.
5. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.
6. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв: учеб. пособие для студентов вузов. М.: Аспект Пресс, 2005. 190 с.
7. Савин И.Ю., Симакова М.С. Спутниковые технологии для инвентаризации и мониторинга почв в России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 104–115.
8. Ratcliffe I.C., Henebry G.M. Using declassified intelligence satellite photographs with Quickbird imagery to study urban land cover dynamics: a case study from Kazakhstan // Annual Proceedings ASPRS. Denver CO, 2004. Paper 198: 1-10.
9. Козлов Д.Н. Оценка состояния компонентов ландшафта на основе анализа данных дистанционного зондирования, цифровой модели рельефа и полевых описаний // Сб. мат-лов школы-конференции «Рациональное природопользование» (Москва, 7–9 декабря 2005). М.: Географический факультет МГУ, 2005. С. 170–175.
4. Andronikov V.L. *Aerospace methods of soils studies*. Moscow: Kolos, 1979. 280 p. (In Russ.)
5. Vinogradov B.V. *Aerospace monitoring of ecosystems*. Moscow: Nauka, 1984. 320 p. (In Russ.)
6. Kravtsova V.I. *Space methods of soils studies: manual for graduate students*. Moscow: Aspekt Press, 2005. 190 p. (In Russ.)
7. Savin I.Yu., Simakova M.S. Satellite technologies for soils inventory and monitoring in Russia. *Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space*. 2012. Vol. 9. No. 5. P. 104–115. (In Russ.)
8. Ratcliffe I.C., Henebry G.M. Using declassified intelligence satellite photographs with Quickbird imagery to study urban land cover dynamics: a case study from Kazakhstan. *Annual Proceedings ASPRS*. Denver CO, 2004. Paper 198: 1-10.
9. Kozlov D.N. Assessment of landscape components condition based on the analysis of remote sensing data, a digital elevation model and field descriptions. *Digest of school-conference «Rational nature management» Moscow, 7–9 December, 2005*. Moscow: Moscow State University, 2005. P. 170–175. (In Russ.)

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Розов Сергей Юрьевич** – к. б. н., старший государственный судебный эксперт лаборатории судебно-экологической экспертизы (ЛСЭЭ) ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; доцент факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; e-mail: rozov@soil.msu.ru

**Кутузова Нина Дмитриевна** – к. б. н., заведующая ЛСЭЭ ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: n.kutuzova@sudexpert.ru

**Большева Татьяна Николаевна** – к. б. н., главный государственный судебный эксперт ЛСЭЭ ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; доцент факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; e-mail: tbolysheva@yandex.ru

#### ABOUT THE AUTHORS

**Rozov Sergei Yur'ievich** – Candidate of Biology, Senior State Forensic Expert of the Laboratory of Environmental Forensics, the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; Associate Professor of Soil Science Department, Lomonosov Moscow State University; e-mail: rozov@soil.msu.ru

**Kutuzova Nina Dmitrievna** – Candidate of Biology, Head of the Laboratory of Environmental Forensics, the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: n.kutuzova@sudexpert.ru

**Bolysheva Tat'yana Nikolaevna** – Candidate of Biology, Principal State Forensic Expert of the Laboratory of Environmental Forensics, the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; Associate Professor of Soil Science Department, Lomonosov Moscow State University; e-mail: tbolysheva@yandex.ru

Статья поступила 01.08.2018  
Received 01.08.2018