Возможности получения объективных количественных дистанционных оценок причиняемого лесам вреда

В.П. Саворский[1,2], Р.В. Котельников[2], С.А. Барталев[2], С.М. Маклаков[1], О.Ю. Панова[1,2]

[1] *Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязинский филиал*
Фрязино, Московская обл., 141190, Россия
E-mail: savor@inbox.ru
[2] *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*
E-mail: ivorry@gmail.com

Рассмотрены задачи повышения эффективности использования данных дистанционного мониторинга для оценок вреда, причиняемого лесам в результате нарушений лесного законодательства. Для этого проанализированы проблемы, возникающие у надзорных органов как основных целевых потребителей разрабатываемых решений в использовании данных спутникового мониторинга при проведении специальных криминалистических лесотехнических экспертиз. В результате анализа установлены основные причины задержек при проведении экспертиз, а также причины снижения точности выносимых оценок. Такими причинами, как установлено, являются, прежде всего, отсутствие автоматизированных инструментов, позволяющих разделить (дискриминировать) участки вырубок от прочих участков, на которых имеются видимые в процессе спутникового мониторинга изменения природного и антропогенного характера, а также неактуальные данные лесоустройства. По результатам анализа предложены возможные пути решения указанных проблем. Наряду с этим также предложены алгоритмы автоматизированного определения степени вреда, нанесенного лесным насаждениям в результате рубок. Важно подчеркнуть, что методы базируется на утвержденной государственной методике оценки вреда, наносимого лесным насаждениям в результате нарушения лесного законодательства при производстве рубок. Показаны возможности применения современных информационных технологий для решения выявленных проблем. Предложена функциональная схема реализации разработанных методов повышения эффективности использования данных спутникового мониторинга для контроля над соблюдением лесного законодательства. Представлены предложения по модернизации процедур оценок размеров вреда с использованием сервисов ВЕГА-Science.

Ключевые слова: рубки, вред, дистанционный мониторинг, специальные экспертизы, ВЕГА-Science

Одобрена к печати: 27.11.2017
DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-136-152

Введение

Повышение эффективности решения экологических проблем востребовано в настоящее время в связи с ухудшением положения по существенным и значимым направлениям природоохранной деятельности. Особенно тревожной выглядит ситуация в лесохозяйственной деятельности. В частности, это относится к наиболее распространенным правонарушениям по данной категории, а именно к незаконным рубкам леса, которые составляют более 40% всех правонарушений (Кротов, 2016). Так, общий объем незаконных рубок в 2015 г. составил 1,2 миллиона кубометров древесины (Кротов, 2016), а понесенный при этом совокупный экономический ущерб превысил 10 миллиардов рублей. При этом около 43% заготовленной с нарушением закона древесины находятся на арендуемых участках (Кротов, 2016). По официальным данным с начала XXI века объем незаконных рубок изменился с примерно 700 тысяч кубометров древесины в 2002–2004 гг. до примерно 1,1 миллиона кубометров в 2011–2013 гг. с максимумом в 2008–2010 гг. в размере, несколько превышающем 1,4 млн м^3 (по данным работ (Колесникова, 2014; Сухих и др., 2006)). То есть некоторое снижение объема незаконных рубок в период с 2010 по 2013 г. к 2015 г. снова сменилось нарастанием.

Рубки с нарушением лесного законодательства имеют высокую латентность. Это приводит к значительным расхождениям в оценках объемов незаконных рубок. Так, по официальным данным, объем незаконных рубок в начале XXI века составлял около 1 миллиона кубометров, в то время как «зеленые» оценивали их в размере около 40–50 миллионов кубометров (Сухих и др., 2006). По оценкам криминалистов, латентность незаконных рубок достигает 99% (Соколов, 2007). На высокий уровень латентности указывают результаты объективного анализа, приведенные в статье (Бахарев и др., 2009). Этот анализ базируется на данных введенной в 2005 г. Федеральным агентством лесного хозяйства (Рослесхозом) Системы дистанционного мониторинга организации и состояния лесопользования в лесном фонде Российской Федерации (Сухих и др., 2006), (Васильева, 2014). К 2008 г. эта система мониторинга охватывала участки лесного фонда в 22 субъектах Российской федерации (Бахарев, Ходырева, Богданова, 2009). Сопоставляя приведенные в указанной работе данные МВД о зарегистрированных преступлениях, связанных с незаконными рубками, с оценками объемов незаконно вырубленной древесины, полученными по результатам, зафиксированным Системой дистанционного мониторинга Рослесхоза, видно, что в среднем за год в 2006–2008 гг. на каждое зарегистрированное преступление приходилось 25–30 латентных рубок лесных насаждений (Бахарев, Ходырева, Богданова, 2009). Этот факт является прямым экспериментальным подтверждением потенциально высокой эффективности дистанционных методов мониторинга лесов применительно к выявлению латентных нарушений лесного законодательства.

Обладая высоким потенциалом для снижения уровня латентности, дистанционные методы одновременно являются и средствами объективного контроля. Поэтому они не только способствуют выявлению нарушений лесного законодательства, но и значительно расширяют доказательную базу по этим нарушениям. А это является важным фактором, так как из-за отсутствия или низкого уровня использования методов объективного контроля только 10% возбужденных уголовных дел доходит до суда (Бахарев, Ходырева, Богданова, 2009). Именно поэтому дистанционный мониторинг рассматривается контролирующими организациями как один из перспективных источников информации, которая «должна стать основанием для проведения проверок законности выявленных рубок леса и позволит более качественно реализовывать меры прокурорского реагирования в области охраны окружающей среды» (Бахарев, Ходырева, Богданова, 2009).

Результаты применения данных дистанционного мониторинга незаконных рубок в Приморском крае за период с 2005 по 2013 г. проанализированы в работе (Васильева, 2014). Указывая на успешность применения результатов космической деятельности и высокую продуктивность космических систем мониторинга, автор отмечает, что при их применении в рамках используемых в настоящее время технологических подходов возникают трудности, усложняющие процесс оперативного использования полученных данных. В частности, низким является «процент подтверждения незаконных рубок на местах по результатам натурных проверок данных космического мониторинга», который «колеблется в среднем в пределах 22%». Это обусловлено, прежде всего, тем, что исполнителю мониторинга своевременно

не предоставляются «все документы о законно отведенных лесосеках, поэтому рубки в данном районе будут расценены как незаконные». Кроме того, используемый в рамках принятой в настоящее время технологии «процесс дешифровки данных космического мониторинга очень трудоемок и требует большого времени». Поэтому, как утверждает автор статьи (Васильева, 2014), «зачастую с даты проведения космической съемки до даты передачи обработанных данных для осуществления наземной проверки проходит до полугода, что затрудняет доказывание фактов незаконных рубок при осуществлении предварительного расследования». Анализируя причины такой значительной задержки, автор работы (Васильева, 2014) объясняет это тем, что «необходимость обработки больших массивов информации одним органом с последующей отправкой полученных результатов в регионы детерминирует отсрочку реагирования на выявленные факты нарушения лесного законодательства».

В настоящей работе проанализирована сложившаяся практика оценки ущерба от незаконных рубок. По результатам этого анализа сформулированы целевые задачи и показаны пути их решения на базе современных информационных технологий обработки, усвоения и распространения актуальных данных дистанционного мониторинга. Следует отметить, что возможности эффективного и полнофункционального решения указанных задач обеспечиваются уже имеющимися в настоящее время технологическими заделами и доступными информационными ресурсами, например, спутникового сервиса ВЕГА-Science (Лупян и др., 2014). Такие технологически заделы и информационные ресурсы также анализируются в настоящей работе. При этом одной из основных целей данной работы является оценка возможности снижения временных затрат на обработку актуальных данных дистанционного мониторинга, т.е. данных, полученных средствами объективного контроля, в процедурах выявления нарушений лесного законодательства. Решение данной задачи, помимо прочего, позволит активно использовать результаты дистанционного мониторинга в мероприятиях по защите лесных ресурсов.

1. Алгоритмизация расчета размера вреда от незаконных рубок

В текущей практике лесопользования ущерб от незаконных рубок оценивается по утвержденным таксам в соответствии с государственной методикой (Об исчислении размера вреда..., 2015) (далее — Методика), опирающейся на ставки платы за единицу объема лесных ресурсов (О ставках платы..., 2014). Именно эта Методика входит в состав законодательных актов, используемых в судебном производстве для расчета ущерба, причиненного лесному фонду в результате незаконных действий (см. в качестве типового примера (Решение..., 2016)). Поэтому, развивая средства обработки данных дистанционного мониторинга для целей борьбы с незаконными рубками, мы должны исходить, прежде всего, из предписаний указанной Методики. Наряду с этим при разработке таких средств необходимо указывать области применимости с тем, чтобы избежать их неэффективного, а тем более некорректного использования.

Для снижения временных затрат на получение оценок размера вреда по данным дистанционного мониторинга необходимо обеспечить автоматизацию данной процедуры. Это требует формальной алгоритмизации оценок ущерба, предписываемых Методикой. Именно поэтому в данном разделе процедура расчета ущерба от рубок представлена в виде формальных соотношений, в совокупности позволяющих получить требуемые оценки. Эти соотношения образуют формальный алгоритм, легко реализуемый в виде программных утилит, функционирующих, в числе прочего, на средствах удаленного доступа.

В соответствии с Методикой применяются три вида такс расчета размера вреда: 1) объемом вырубленной древесины; 2) площадью повреждений от рубки; 3) числом вырубленных растений. Обобщенные сведения о применении указанных типов расчета приведены в *табл. 1.*

Таблица 1. Типы расчета размера вреда от незаконных рубок

Тип расчета ущерба	***Основной показатель***	***Вид нарушения***
I	Объем вырубленной древесины ΔW (см. ниже формулу (1))	1) незаконные рубка, выкапывание, уничтожение или повреждение до степени прекращения роста деревьев; 2) повреждение, не влекущее прекращения роста деревьев; 3) незаконная рубка сухостойных деревьев, присвоение (хищение) древесины буреломных, ветровальных деревьев; 4) уничтожение или повреждение лесных культур, лесосеменных и маточных плантаций, молодняка естественного происхождения и подроста в возрасте свыше 10 лет (для деревьев)
II	Площадь участка рубки S (см. ниже формулу (7))	1) уничтожение или повреждение молодняка лесных культур, лесосеменных и маточных плантаций, молодняка естественного происхождения и подроста в возрасте до 10 лет
III	Число вырубленных растений N (см. ниже формулу (10))	1) незаконные рубка, выкапывание, уничтожение или повреждение до степени прекращения роста кустарников и лиан, в том числе на лесосеменных и маточных плантациях естественного происхождения для растений в возрасте более 10 лет; 2) повреждение, не влекущее прекращения роста кустарников и лиан, в том числе на лесосеменных и маточных плантациях естественного происхождения для растений в возрасте более 10 лет; 3) уничтожение либо повреждение сеянцев, либо саженцев в лесных питомниках; 4) уничтожение или повреждение деревьев, кустарников и лиан, не отнесенных к лесным насаждениям

1.1. Расчет размера вреда по типу I

Расчет размера вреда по типу I производится по следующим соотношениям:

$$D_{\mathrm{I}} = P_{\mathrm{I}} \Delta W \ , \tag{1}$$

$$P_{\mathrm{I}} = T_{\mathrm{I}} D(t) G \ , \tag{2}$$

где P_{I} — величина скорректированного по категории леса и году рубки тарифа типа I; T_{I} — базовый тариф расчета вреда; $D(t)$ — корректирующий коэффициент к ставкам платы за единицу объема лесных ресурсов на год проведения рубки (текущие значения коэффициентов индексации стоимости на 2017–2019 гг. установлены Постановлением правительства (О коэффициентах к ставкам платы..., 2016)); G — коэффициент учета ущерба в защитных лесах ($G = 2$), для особо защитных участков лесов ($G = 3$) и особо охраняемых природных территорий ($G = 5$).

Тариф T при расчете по типу I задается соотношениями:

$$T_{\mathrm{I}} = f_{\mathrm{I}} \left[\alpha(t) \left(\sum_{хв} k_i P_i \right) + \left(\sum_{л} k_k P_k \right) \right]_{разр} + \left[\alpha(t) \left(\sum_{хв} k_j T_j \right) + \left(\sum_{л} k_l T_l \right) \right]_{запр} \tag{3}$$

или

$$T_{\mathrm{I}} = \alpha(t) \left[f_{\mathrm{I}} \sum_{разр} k_i P_i + \sum_{запр} k_j T_j \right]_{хв} + \left[f_{\mathrm{I}} \sum_{разр} k_k P_k + \sum_{запр} k_l T_l \right]_{л} . \tag{4}$$

Здесь f_{I} — тарифные коэффициенты учета фактически нанесенного ущерба: рубка с прекращением роста — $f_{\mathrm{I}} = 50$, рубка без прекращения роста — $f_{\mathrm{I}} = 10$, рубка сухостойных деревьев — $f_{\mathrm{I}} = 1$); k_i, k_j, k_k, k_l — коэффициенты состава древостоя (децимальные доли состава древостоя): 1) индексы i, j обозначают выборки хвойных («хв») пород, заготовка древесины которых разрешена («разр») или, соответственно, запрещена («запр»); 2) обозначают выборки лиственных («л») пород, заготовка древесины которых разрешена («разр») или, соответственно, запрещена («запр»); P_i, P_k — ставки платы за единицу объема древесины i-й хвойной или k-й лиственной породы, для которых заготовка разрешена в лесотаксовом регионе, где обнаружено нарушение лесного законодательства; T_j, T_l — таксы за единицу объема древесины j-й хвойной или l-й лиственной породы, заготовка которых запрещена в лесотаксовом регионе, где обнаружено нарушение лесного законодательства; $\alpha(t)$ — коэффициент учета сезонного значения ущерба для хвойных пород в зависимости от номера месяца рубки t_m: $\alpha(t_m) = 2$ при $t_m = 1$ или $t_m = 12$, т.е. в декабре–январе, $\alpha(t) = 1$ при $2 \leqslant t_m \leqslant 11$, т.е. в период с февраля по ноябрь.

В рамках принятой в настоящее время Методики размер вреда по типу I, как видно из соотношений (1–4), исчисляется по объему вырубленной древесины W, корректирующих коэффициентов $\alpha(t)$ и $C(t)$, зависящих от времени вырубки, а также зарегистрированного в материалах лесоустройства таксономического описания лесного участка, на котором обнаружена вырубка. В тех случаях, когда нет возможности измерить объем вырубленной древесины в натуре, для определения объема вырубленной древесины также применяются таксономические показатели из материалов лесоустройства, а именно величины удельного запаса древесины w. В таком случае объем вырубленной древесины определяется как:

$$\Delta W = W_a - W_p , \tag{5}$$

$$W_a = wS , \tag{6}$$

где S — площадь участка рубки; W_a, W_p — общий запас древесины на участке до рубки и после рубки. Следует отметить, что при проведении сплошной рубки, т.е. при $W_p = 0$, выражение (5) существенно упрощается:

$$\Delta W(0) = W_a = wS\ . \qquad (5')$$

1.2. Расчет размера вреда по типу II

Расчет размера вреда D_{II} по типу II производится по следующим соотношениям:

$$D_{\text{II}} = P_{\text{II}} S\ , \qquad (7)$$

$$P_{\text{II}} = T_{\text{II}} D(t) G\ , \qquad (8)$$

$$T_{\text{II}} = f_{\text{II}} C_s\ , \qquad (9)$$

где T_{II}, P_{II} — величина базового и скорректированного (по категории леса и году рубки) тарифов типа II, S — площадь повреждения лесного участка рубкой; C_s — общая стоимость затрат на выращивание саженцев на момент рубки (на единицу площади лесосеменной или маточных плантаций), f_{II} — тарифный коэффициент: $f_{\text{II}} = 5$ при уничтожении или повреждении молодняка лесных культур (в возрасте до 10 лет), $f_{\text{II}} = 7$ при уничтожении или повреждении лесосеменных и маточных плантаций (в возрасте до 10 лет).

1.3. Расчет размера вреда по типу III

Расчет размера вреда D_{III} D_{III}по типу II производится по следующим соотношениям:

$$D_{\text{III}} = P_{\text{III}} N\ , \qquad (10)$$

$$P_{\text{III}} = T_{\text{III}} D(t) G\ , \qquad (11)$$

$$T_{\text{III}} = f_{\text{III}} C_N\ , \qquad (12)$$

где T_{III}, P_{III} — величина базового и скорректированного (по категории леса и году рубки) тарифов типа II; N — число поврежденных растений; расчетная стоимость одного растения C_N и тарифный коэффициент f_{III} определяются из следующих условий:

1) для кустарников хвойных пород C_N исчисляется как стоимость древесины хвойного дерева основной хвойной породы лесотаксового региона, в котором проведена рубка, с диаметром ствола 16 см (при рубке с прекращением роста) и 12 см (при рубке без прекращения роста), с тарифным коэффициентом $f_{\text{III}} = 10$;

2) для кустарников и лиан C_N исчисляется как стоимость древесины лиственного дерева основной хвойной породы лесотаксового региона, в котором проведена рубка, с диаметром

ствола 20 см (при рубке с прекращением роста) и 16 см (при рубке без прекращения роста), с тарифным коэффициентом $f_{III} = 10$;

3) при повреждении сеянцев либо саженцев в лесных питомниках при уничтожении или повреждении деревьев, кустарников и лиан, не отнесенных к лесным насаждениям, C_N исчисляется как полная стоимость затрат на выращивание одного растения, с тарифным коэффициентом $f_{III} = 5$.

2. Анализ практики использования данных дистанционного мониторинга для выявления незаконных рубок

В практике выявления нарушений лесного законодательства данные дистанционного мониторинга в явном виде используются для обнаружения факта рубки, т.е. для фиксации места и вероятной даты рубки. Для чего применяется контурное дешифрирование этих данных, основанное на методических рекомендациях Рослесхоза (Методические рекомендации..., 2013). На этапе контурного дешифрирования, основываясь на данных дистанционного мониторинга, в соответствии с Рекомендациями формируют геоинформационные продукты (в частности, мультивременные композиты), позволяющие выявлять участки леса, на которых в установленный период (как правило, один год) обнаружены видимые изменения лесного покрова. При этом контурное дешифрирование направлено, прежде всего, на установление границ участков видимых (наблюдаемых) изменений. Следует отметить, что прямое использование мультивременных композитов без оценок реального, основанного на данных дистанционного мониторинга, изменения запаса на контролируемых лесных участках не исключает ошибочного оконтуривания участков, где изменение композитных изображений не вызвано изменениями в запасе лесосеки.

Наряду с этим данные дистанционного мониторинга можно использовать для оценки актуального состояния лесосеки после рубки, в частности для оценки общего запаса древесины W_p, оставшегося на лесосеке после рубки. Для этого в существующей практике в соответствии с Рекомендациями (Методические рекомендации..., 2013) применяется аналитическое (таксационное) дешифрирование.

Оценка вреда от незаконных рубок, помимо параметров, получаемых в рамках контурного дешифрирования, определяется, как видно из соотношений (1)–(12), также и таксационными характеристиками поврежденных лесных участков. Именно поэтому существенное влияние на результативность дистанционного мониторинга для оценок вреда от незаконных рубок леса оказывает сам методический подход к использованию таксационных характеристик леса, описанный в Рекомендациях (см. также типовой пример их технической реализации в работе (Шимов, Никитина, 2011)). При этом одним из наиболее существенных факторов является наличие в Рекомендациях элементов, не в полной мере соответствующих требованиям объективного контроля природных ресурсов. В значительной степени это обусловлено тем, что методической основой указанного подхода является система инвентаризации

лесов с использованием средств дистанционного мониторинга, разработанная и внедренная в практику в 80–90 гг. прошлого столетия (см. (Колесникова, 2014) и приведенную в работе библиографию). Именно поэтому в Рекомендациях не в полной мере учтены полученные в последующие периоды, в частности за последнее десятилетие, достижения в интерпретации данных дистанционного мониторинга в интересах лесного хозяйства и потенциал современных геоинформационных технологий. В частности, не учтены появившиеся в этот период возможности дистанционного мониторинга для определения породного состава лесосеки и ее запаса.

Содержащиеся в материалах лесоустройства лесотаксационные характеристики в значительной своей части не актуализированы, а значит и необъективны. Так, по Рекомендациям таксационные характеристики лесного участка определяются «с использованием фотометрических (тон и цвет изображения) и морфологических (структура и текстура рисунка изображения) признаков и таксационных описаний лесоустройства». Иными словами, в соответствии с Рекомендациями допускается использование таксационных описаний лесоустройства, обновление информации о которых базируется на косвенных данных (реально, на характеристиках изображений пробных площадей), которые в соответствии с Рекомендациями должны обновляться один раз в 10–15 лет. При таких требованиях к срокам обновления информации о состоянии лесосеки таксационные описания на моменты, предшествующие предполагаемому сроку нарушений, могут значительно отличаться от их действительного положения, т.е. не являются актуальными. При этом точность таксационных описаний критически важна, поскольку именно они в соответствии с Рекомендациями и Методикой определяют размеры ущерба, нанесенного незаконными рубками. С учетом обстоятельства, что таксационные описания не всегда получены с использованием средств объективного контроля, можно прийти к заключению, что в самой методике заложена основа для использования неактуализированной информации. Именно она и является основной слабостью применяемой в настоящее время (в соответствии с Рекомендациями) технологии, поскольку такая информация зачастую является устарелой, неточной, а зачастую и заведомо ложной, поскольку была получена без привлечения методов объективного контроля.

Проблема неактуальности лесотаксационных характеристик подтверждается также результатами проведенного в работе (Ващук, 2016) анализа статистических данных ГЛР (Государственный..., 2014). При отмеченной автором тенденции к завышению показателей статистической отчетности по изученности лесов относительно актуальные, со сроком давности до 10 лет, лесотаксационные описания имеются для 23,3% земель лесного фонда, т.е. для 267 424,2 из 1 146 044,2 тыс. га, при наличии 452 734,5 тыс. га (или 39,5% лесного фонда), сроки описаний которых превышают 20 лет. Для отдельных субъектов РФ эти показатели еще хуже. Так, в Иркутской области, являющейся одним из лидеров по лесохозяйственной деятельности, лесотаксационные описания со сроком давности менее 10 лет имеют 28,4% лесного фонда, а со сроком давности более 20 лет — 51,5% при площади лесоустройства 694 18,3 тыс. га. Стоит отметить, что некоторое превышение показателей по

текущим (до 10 лет) лесотаксационным описаниям для Иркутской области по сравнению с общефедеральными косвенно свидетельствует о более интенсивной лесохозяйственной деятельности в этом регионе, чем в среднем по стране. Это следует из того, что, как отмечено в работе (Государственный..., 2014), в условиях отсутствия либо недостаточного бюджетного финансирования работ по таксации лесов «основным заказчиком таксации лесов становится арендатор, а объектом лесной таксации — арендный лесной участок». Но при этом существенно снижается качество самих лесотаксационных работ, поскольку именно арендаторы определяют виды таксации. Так, в 2007–2013 гг. в Республике Бурятия, Забайкальском крае, Иркутской области и Республике Саха (Якутия) фактически для таксации применялся глазомерный метод на 79% площадей и актуализация — на 21% площадей. Глазомерно-измерительный метод таксации в 2007–2013 гг. не применялся. Эти факты свидетельствуют не только о проблеме неактуальности таксационных данных, но и об их точности и достоверности, поскольку при этом не были проведены измерения на местности.

3. Требования к оценкам параметров лесных покровов, определяющим размеры причиняемого незаконными рубками вреда

Для расчета размеров ущерба согласно утвержденной Методике, как следует из результатов анализа, проведенного выше в разд. 1 и 2, необходимо иметь актуальную объективную информацию:

1) по координатам участка рубки с пространственным разрешением не хуже 5–10 м, что соответствует требованиям таксационного разряда III согласно Приложению 9 к Лесоустроительной инструкции (Лесоустроительная..., 2011);

2) дате вырубки, позволяющей определить год рубки и сезонность рубки (выделение интервала декабрь–январь при рубке хвойных пород), что соответствует требованиям Методики к оценке ущерба для учета корректирующего коэффициента к ставкам платы за единицу объема лесных ресурсов на год проведения рубки и необходимости учета сезонности рубки (для хвойных пород),

3) удельному запасу древесины выделов, на которых проведена рубка, с точностью не хуже 30%, что соответствует требованиям таксационного разряда III согласно Приложению 11 к Лесоустроительной инструкции (Лесоустроительная..., 2011);

4) породному составу выделов, на которых проведена рубка, с точностью не хуже 15% для преобладающей лесной породы, что соответствует требованиям таксационного разряда III согласно Приложению 11 к Лесоустроительной инструкции (Лесоустроительная..., 2011),

5) виду растительности (дерево, куст, лиана) выделов, на которых проведена рубка, что соответствует требованиям Методики (см. *табл. 1*);

6) степени повреждения древостоя от проведенной рубки (до степени прекращения роста деревьев или нет), что соответствует требованиям Методики (см. *табл. 1*).

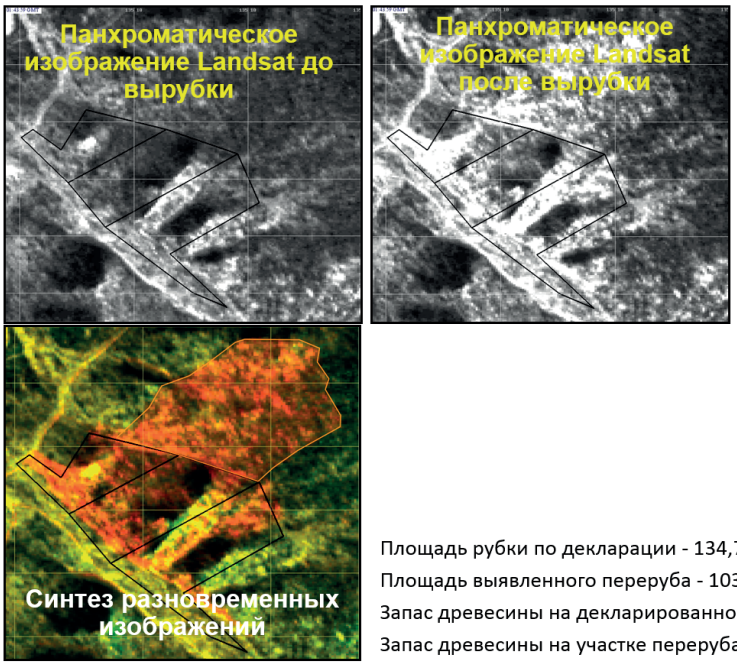
4. Потенциальные возможности спутникового сервиса ВЕГА для контроля соблюдения лесного законодательства при проведении рубок

Учитывая особенности современных технологий дешифрирования спутниковых изображений, необходимо признать высокоэффективным, а возможно и наилучшим, решением для организации процедур контроля соблюдения лесного законодательства предложенный в работе (Лупян и др., 2012) подход, при котором все информационные ресурсы физически хранятся в ограниченном числе крупных хорошо оснащенных центров сбора, хранения и распространения данных и продуктов ДЗЗ. Но при этом предполагается, что все эти процедуры оснащены программно-аппаратными средствами поддержки сервисов, необходимых и востребованных для удаленной работы с целевыми пользователями, а именно со службами, осуществляющими контроль соблюдения лесного законодательства. В состав этих сервисов необходимо включить не только средства поиска, локализации и получения исходных данных ДЗЗ и результатов их первичной, т.е. неориентированной на запросы конечных пользователей (так называемой межотраслевой), обработки. В них также должны быть включены и специализированные средства анализа данных и продуктов ДЗЗ, а также сервисы, формирующие результаты обработки (продукты) в виде, пригодном для непосредственного использования конечными потребителями как по форме, так и по содержанию. В нашем случае такими продуктами являются оценки размера вреда, нанесенного незаконными рубками. При этом специализированные средства анализа должны обеспечивать оперативное своевременное получение таких оценок на базе актуализированных объективных данных дистанционного мониторинга лесных ресурсов. Указанными функциональными возможностями обладает спутниковый сервис ВЕГА и системы, созданные на его технологической основе, которые ориентированы на решение задач, связанных с исследованием и мониторингом растительного покрова (Лупян и др., 2014; Барталев и др., 2012). Именно поэтому сервис ВЕГА выбран нами в качестве платформы для развития специализированного сервиса, обеспечивающего получение объективных актуальных дистанционных оценок вреда, причиняемого лесам вследствие незаконных рубок.

Следует также отметить, что в рамках сервисов семейства Созвездие-ВЕГА (http://sozvezdie-vega.ru/) к настоящему времени имеется хорошо развитая методическая база (см., например, (Барталев и др., 2015а, б; Егоров и др., 2006; Bartalev, Plotnikov, Loupian, 2016)), обеспечивающая возможность восстановления характеристик состояния лесных покровов, в значительной степени соответствующих требованиям, представленным в разд. 3. На основе этой методической базы в настоящее время достаточно надежно функционируют различные информационные сервисы, на основе которых, как на прототипах, могут реализовываться и развиваться разрабатываемые методы и подходы, обеспечивающие функционирование специализированного сервиса по оценкам вреда от рубок. В частности, анализ показал, что в составе сервисов Созвездие-ВЕГА имеются функциональные прототипы, обеспечивающие полное выполнение требований 1–4 и частичное выполнение требований 5 и 6, описанных в разд. 3 статьи.

Потенциальные возможности применения обсуждаемых выше спутниковых сервисов подтверждаются приведенными ниже иллюстративными примерами на *рис. 1–4*.

На *рис. 1* представлен результат выявленного участка незаконной (незадекларированной) вырубки. В данном случае сервисы ВЕГА-Приморье (Лупян и др., 2016) полностью обеспечивают выполнение требований 1 и 3 разд. 3. Согласно *рис. 1*, площадь рубки по декларации составляет 134,7 га; площадь выявленного переруба — 103,3 га; запас древесины на декларированном участке — 22 340,6 м^3; запас древесины на участке переруба — 24 145,8 м^3. Таким образом, данный пример показывает потенциальные возможности сервисов ВЕГА как при оконтуривании участков рубки, так и при определении запаса и удельного запаса на них.



Долгота: 135°10.34'E Широта: 45°33.97'N
Округ: Дальневосточный ФО
Область: Приморский край
Район: Красноармейский
Привязка: н.п. Тимохов-Ключ, азимут 150° удаление 24км.
Уч. лесничество: Дальнекутское
Лесничество: Рощинское
Декларация вырубки
Арендатор ОАО «Рощинский КЛПХ»
Дата договора: 2015-10-28
Площадь: 55,4 га
Площадь: 43,9 га
Площадь: 30,0 га

Площадь рубки по декларации - 134,7 га
Площадь выявленного переруба - 103,3 га
Запас древесины на декларированном участке - 22340,6 куб. м
Запас древесины на участке переруба - 24145,8 куб. м

Рис. 1. Возможности системы ВЕГА-Приморье по оценке соответствия фактических и декларированных вырубок

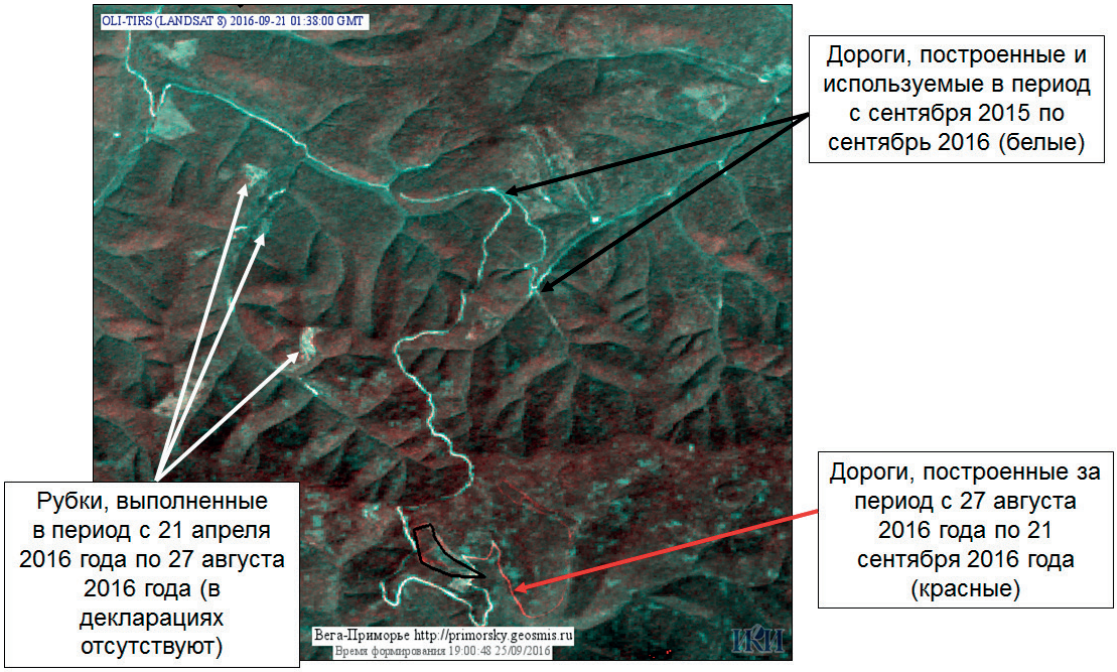


Рис. 2. Анализ используемости и строительства лесовозных дорог

Рисунок 2 иллюстрирует возможность определения периода рубки (см. требование 2 разд. 3) в результате комплексного анализа выявленных участков рубки и развития сети лесовозных дорог. На *рис. 2* изображены Лесовозные дороги в Рощинском лесничестве (Уч. лесничество Таежное) по состоянию на 21 сентября 2016 г. При этом отмечены периоды, в которые проведены рубки, что важно для определения их дат.

Рисунок 3 иллюстрирует возможности определения породного состава преобладающей породы, что может быть использовано в качестве вспомогательной информации для выполнения требования 4 разд. 3. В *табл. 2* представлены данные оперативной актуальной дистанционной оценки таксономии отдельных выделов, приведенных на *рис. 3*, а именно показаны величины общего запаса на выделах и состав пород на них.

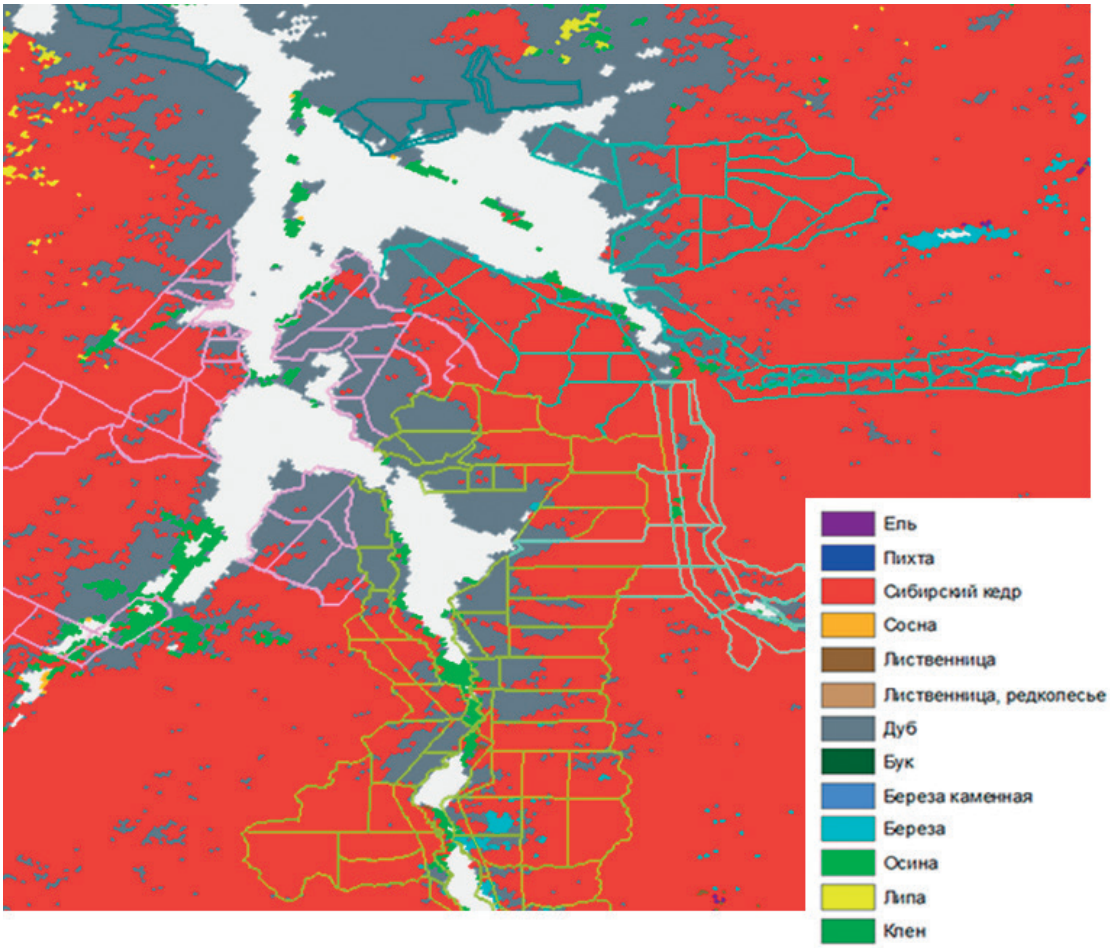


Рис. 3. Карта преобладающих пород леса

Таблица 2 Сведения оперативной дистанционной оценки лесных ресурсов

Номера кварталов лесного участка	*Преобладающая порода*	*Площадь, га*	*Запас, м³*	*Удельный запас, м³/га*
1–57, 65, 72, 73, 75, 76, 81, 88–91, 100, 101, 103, 106, 107, 113	Кедр	28 565,2	596 0706,9	208,7
	Дуб	9 664,6	146 0321,6	151,1
	Береза	570,1	75 560,2	132,5
	Осина	172,2	21 786,1	126,5

5. Предложения по возможной модернизации процедур проведения оценок размеров вреда с использованием сервисов ВЕГА-Science

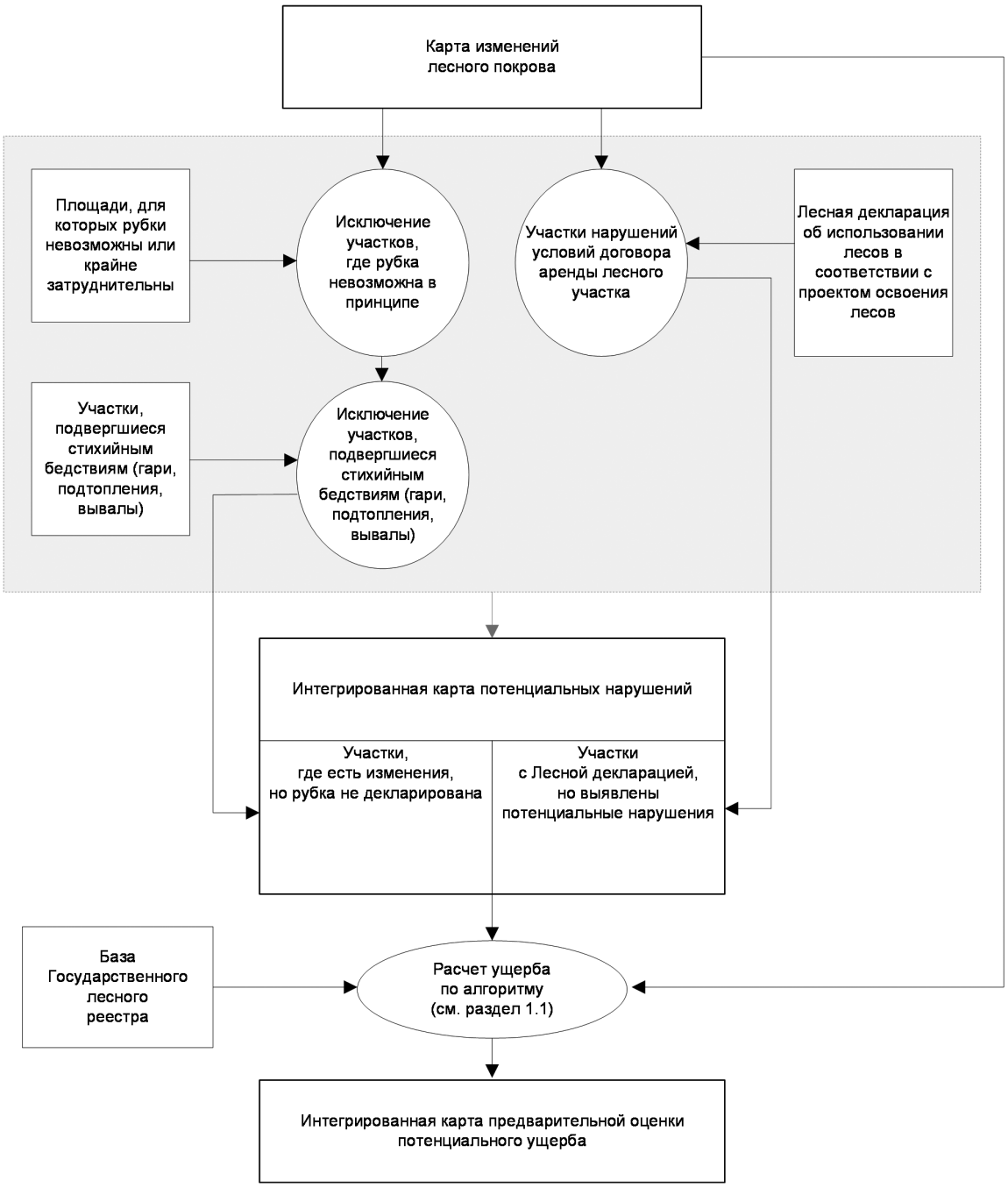


Рис. 4. Функциональная схема специализированного сервиса ВЕГА, обеспечивающего получение объективных актуальных дистанционных оценок вреда, причиняемого лесам незаконными рубками

Для эффективного использования описанных в разд. 4 возможностей действующих сервисов Созвездие-ВЕГА была разработана принципиальная функциональная схема реализации актуальных предварительных оценок вреда, наносимого лесам незаконными рубками. Данная схема представлена на р*ис. 4*. Предлагаемая схема опирается на фактически уже реализованные средства и методы обработки спутниковых данных или элементы, по которым

в настоящее время имеется большой технологический задел. В данной схеме также учтена возможность, наряду с применением инструментов анализа, представленных в разд. 4 (*рис. 1–3*), использовать дополнительную дискриминацию (исключения из списка) лесных участков, изменения на которых по объективным сведениям не вызваны рубками, а могут быть связаны, например, с последствием прохождения лесных пожаров, вывалами леса, подтоплениями, поражениями болезнями и вредителями и т.д. Методы и технологии выделения таких изменений также реализованы сегодня в информационных системах Созвездие-ВЕГА (Лупян и др., 2014). Также в качестве исходных сведений для дискриминации могут выступать результаты анализа доступности (и связанной с этим эффективностью использования) лесных территорий для масштабных рубок.

Наряду с дискриминацией представленная функциональная схема предполагает проведение мониторинга соблюдения деклараций на аренду лесных участков. При этом наряду с заявленными участками в зону контроля предполагается включать и лесные площади, прилегающие к арендованным участкам и лесовозным дорогам.

Реализуемость предлагаемой схемы, на наш взгляд, подтверждается наличием прототипов для развиваемых сервисов, что показано в виде иллюстрации на *рис. 1–3*.

Заключение

Изучение существующих подходов к исчислениям размера вреда лесам вследствие незаконных рубок, а также анализ практики применения данных дистанционного мониторинга лесопользования показали, что имеются методические недостатки, связанные с процедурами получения необходимых исходных данных. В первую очередь это касается сроков получения разрешительных документов (для исключения легальных рубок), а также актуальности используемых таксационных описаний лесных насаждений.

Кроме того, слабо используется возможность автоматизации технологических процедур.

Предложенный в работе структурированный алгоритм позволяет выделить три типа расчета размера вреда лесам, а также шесть ключевых групп исходных данных. Существующий потенциал спутникового сервиса ВЕГА, который уже сейчас успешно решает технические задачи сбора, тематической обработки, хранения и распространения данных, может быть успешно расширен в части реализации предложенного алгоритма расчета вреда лесам, причиненного вследствие незаконных рубок.

При этом основным направлением развития сервиса станет совершенствование методов определения породного состава и степени повреждения лесных насаждений.

Разработанная методология существенно повышает возможности получения объективных актуальных дистанционных оценок причиняемого лесам вреда, что способствует повышению эффективности специальных криминалистических экспертиз.

Работа выполнялась с использованием инфраструктуры Центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды (Лупян и др., 2015).

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-29-09615.

Литература

1. *Барталев С.А., Ершов Д.В., Лупян Е.А., Толпин В.А.* Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 49–56.
2. *Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А.* (2015а) Состояние и перспективы развития методов спутникового картографирования растительного покрова России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 203–221.
3. *Барталев С.А., Стыценко Ф.В., Егоров В.А., Лупян Е.А.* (2015б) Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение. 2015. № 2. С. 83–94.
4. *Бахарев А.В., Ходырева Е.В., Богданова Л.Н.* Латентная преступность в сфере незаконных рубок лесных насаждений // Вестн. Акад. Генеральной прокуратуры РФ. 2009. № 5 (13). С. 44–46.
5. *Васильева М.А.* Дистанционный мониторинг в расследовании незаконных рубок лесных насаждений // Территория новых возможностей. Вестн. Владивостокского гос. ун-та экономики и сервиса. 2014. № 3 (26). С. 142–146.
6. *Ващук Л.Н.* О достоверности сведений государственного лесного реестра изученности лесов // Сибирский лесной журн. 2016. № 4. С. 26–38.
7. Государственный лесной реестр 2013: Статистический сборник. М, 2014. 690 с.
8. *Егоров В.А., Барталев С.А., Лупян Е.А., Уваров И.А.* Мониторинг повреждений растительного покрова пожарами по данным спутниковых наблюдений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2006. № 2. С. 98–109.
9. *Колесникова А.В.* Проблемы нелегального лесопользования в регионах России // Вестн. ЗабГУ. 2014. № 11 (114). С. 131–145.
10. *Кротов Н.С.* Проблема незаконных рубок / Форум «Единой России» «Живой лес». ИА «Иркутск онлайн», Иркутск, 01.09.2016. URL: https://www.irk.kp.ru/daily/26576.4/3591456/.
11. Лесоустроительная инструкция. 2012. Утверждена приказом Рослесхоза от 12.12.2011 № 516. 2011. URL: https://rg.ru/2012/03/07/lesoustroystvo-site-dok.html/.
12. *Лупян Е.А., Саворский В.П., Шокин Ю.И., Алексанин А.И., Назиров Р.Р., Недолужко И.В., Панова О.Ю.* Современные подходы и технологии организации работы с данными дистанционного зондирования Земли для решения научных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 21–44.
13. *Лупян Е.А., Барталев С.А., Толпин В.А., Жарко В.О., Крашенинникова Ю.С., Оксюкевич А.Ю.* Использование спутникового сервиса ВЕГА в региональных системах дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. №. 3. С. 215–232.
14. *Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Балашов И.В., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Суднева О.А., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А.* Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263–284.
15. *Лупян Е.А., Барталев С.А., Балашов И.В., Барталев С.С., Бурцев М.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Жарко В.О., Кашницкий А.В., Колбудаев П.А., Крамарева Л.С., Мазуров А.А., Оксюкевич А.Ю., Плотников Д.Е., Прошин А.А., Сенько К.С., Уваров И.А., Хвостиков С.А., Ховратович Т.С.* Информационная система комплексного дистанционного мониторинга лесов «ВЕГА-Приморье» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 5. С. 11–28.
16. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов. Утверждены приказа Федерального агентства лесного хозяйства от 10.11.2011 № 472 (в ред. от 07.05.2013 № 135). 2013.
17. Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства. Постановление Правительства РФ от 08.05.2007 № 273 (ред. от 11.10.2014. с изм. от 02.06.2015). 2015.
18. О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 09.06.2014). 2014.
19. О коэффициентах к ставкам платы за единицу объема лесных ресурсов и ставкам платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности. Постановление Правительства РФ от 14 декабря 2016 г. № 1350.
20. Решение по делу 33-6229/2016. Хабаровск, 2016.
21. *Соколов Н.А.* Уголовная ответственность за незаконную рубку лесных насаждений: дис. ... канд. юрид. наук. НИИ Федеральной службы исполнения наказаний, 2007. 21 с.
22. *Сухих В.И., Гиряев М.Д., Архипов В.И., Атаманкин Е.М., Березин В.И., Дворяшин М.В., Жирин В.М., Потапов И.М., Скудин В.М., Соболев А.А., Шаталов А.В.* Научные основы и первые результаты дистанционного мониторинга незаконных рубок леса // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2006. Т. 3. № 1. С. 32–38.
23. *Шимов С.В., Никитина Ю.В.* Технология мониторинга вырубок леса с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения // Геоматика, 2011. № 3. С. 47–52.
24. *Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Loupian E.A.* Mapping of arable land in Russia using multiyear time series of MODIS data and the LAGMA classification technique // Remote Sensing Letters. 2016. Vol. 7. No. 3. P. 269–278.

Possibilities for obtaining objective quantitative remote assessments of forest damage

V.P. Savorskiy[1,2], R.V. Kotel'nikov[2], S.A. Bartalev[2], S.M. Maklakov[1], O.Yu. Panova[1,2]

[1] *V.A. Kotelnikov Institute of Radioengineering and Electronics RAS, Fryazino Branch*
Fryazino, Moscow region 141190, Russia
E-mail: savor@inbox.ru
[2] *Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia*
E-mail: ivorry@gmail.com

The tasks of increasing the efficiency of remote monitoring data use for assessing the damage caused to forests as a result of forest law violations are considered. For this purpose, we analyzed the problems of using satellite monitoring data in the course of special forensic forest technical expertise that arise in front of the supervisory authorities, as the main target consumers of the solutions being developed. As a result of the analysis, the main reasons for delays in conducting examination were found, as well as the reasons for the decrease in the accuracy of the assessments. It was found out that it is fist of all the lack of automated tools that allow to separate (discriminate) the logging areas from the sites which contain changes of the natural and anthropogenic nature visualized by satellite monitoring process, as well as irrelevant forest inventory data. Possible ways of treating these questions on the basis of analysis results are suggested. Also algorithms for the automated determination of the degree of damage caused to forest stands while illegal loggings are also proposed. It is important to emphasize that the methods are based on the approved state methodology for assessing damage to forest plantations as a result of violation of forest legislation while loggings. The possibilities of applying modern information technologies to solve identified problems are shown. We propose functional scheme of implementation of the elaborated methods of increasing the efficiency of using the satellite monitoring data to control compliance with forest legislation is. We also present proposals for the modernization of procedures for assessing the size of damage by VEGA-Science services.

Keywords: loggings, damage, remote monitoring, specialized expertise, VEGA-Science

Accepted: 27.11.2017
DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-136-152

References

1. Bartalev S.A., Ershov D.V., Loupian E.A., Tolpin V.A., Vozmozhnosti ispol'zovanija sputnikovogo servisa VEGA dlja reshenija razlichnyh zadach monitoringa nazemnyh jekosistem (Possibilities of Satellite Service VEGA Using for Different Tasks of Land Ecosystems Monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9. No. 1. pp. 49–56.
2. Bartalev S.A., Egorov V.A., Zharko V.O., Loupian E.A., Plotnikov D.E., Hvostikov S.A., Sostojanie i perspektivy razvitija metodov sputnikovogo kartografirovanija rastitel'nogo pokrova Rossii (Current state and development prospects of satellite methods for mapping Russian vegetation cover), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 203–221.
3. Bartalev S.A., Stycenko F.V., Egorov V.A., Loupian E.A., Sputnikovaja ocenka gibeli lesov Rossii ot pozharov (Satellite assessment of Russian woods destruction caused by fires), *Lesovedenie*, 2015, No. 2. pp. 83–94.
4. Baharev A.V., Hodyreva E.V., Bogdanova L.N., Latentnaja prestupnost' v sfere nezakonnyh rubok lesnyh nasazhdenij (Latent crime in sphere of illegal forest logging), *Vestnik Akademii Generalnoj Prokuratury RF*, 2009, No. 5 (13), pp. 44–46.
5. Vasil'eva M.A., Distancionnyj monitoring v rassledovanii nezakonnyh rubok lesnyh nasazhdenij (Remote monitoring in investigations of illegal forest logging), *Territoriya novyx vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa*, 2014, No. 3 (26), pp. 142–146.
6. Vashhuk L.N., O dostovernosti svedenij gosudarstvennogo lesnogo reestra izuchennosti lesov (On reliability of state forest register on wood studies), *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2016, No. 4, pp. 26–38.
7. *Gosudarstvennyj lesnoj reestr 2013*. Statisticheskij sbornik (State forest register 2013. Statistical compendium), Moscow, 2014, 690 p.
8. Egorov V.A., Bartalev S.A., Loupian E.A., Uvarov I.A., Monitoring povrezhdenij rastitel'nogo pokrova pozharami po dannym sputnikovyh nabljudenij (Satellite observation monitoring of vegetation cover damages caused by fires), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Geodeziya i aerofotosemka*, 2006, No. 2, pp. 98–109.
9. Kolesnikova A.V., Problemy nelegal'nogo lesopol'zovanija v regionah Rossii (Problems of illegal forest exploitation in Russian regions), *Vestnik ZabGU*, 2014, No. 11 (114), pp. 131–145.
10. Krotov N.S., *Problema nezakonnyh rubok* (The problem of illegal felling), Forum ER "Zhivoj les", (Forum ER "Living Forest"), Irkutsk, 01.09.2016. URL: https://www.irk.kp.ru/daily/26576.4/3591456/.
11. *Lesoustroitel'naya instruktsiya* (Lesoustroitelnaja instruction), Russian Federal Forestry Agency Order No. 516 of 12.12.2011. URL: https://rg.ru/2012/03/07/lesoustroystvo-site-dok.html/.

12. Loupian E.A., Savorskiy V.P., Shokin Ju.I., Aleksanin A.I., Nazirov R.R., Nedoluzhko I.V., Panova O.Yu., Sovremennye podhody i tehnologii organizacii raboty s dannymi distancionnogo zondirovanija Zemli dlja reshenija nauchnyh zadach (Up-to-date approaches and technology arrangement of Earth observation data applications aimed to solve scientific tasks), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012, Vol. 9, No. 5, pp. 21–44.
13. Loupian E.A., Bartalev S.A., Tolpin V.A., Zharko V.O., Krasheninnikova Ju.S., Oksjukevich A.Ju., Ispol'zovanie sputnikovogo servisa VEGA v regional'nyh sistemah distancionnogo monitoringa (Usage of VEGA satellite service in regional remote monitoring systems), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No 3, pp. 215–232.
14. Loupian E.A., Proshin A.A., Burcev M.A., Balashov I.V., Bartalev S.A., Efremov V.Ju., Kashnickij A.V., Mazurov A.A., Matveev A.M., Sudneva O.A., Sychugov I.G., Tolpin V.A., Uvarov I.A., Centr kollektivnogo pol'zovanija sistemami arhivacii, obrabotki i analiza sputnikovyh dannyh IKI RAN dlja reshenija zadach izuchenija i monitoringa okruzhajushhej sredy (IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 5, pp. 263–284.
15. Loupian E.A., Bartalev S.A., Balashov I.V., Bartalev S.S., Burcev M.A., Egorov V.A., Efremov V.Ju., Zharko V.O., Kashnickij A.V., Kolbudaev P.A., Kramareva L.S., Mazurov A.A., Oksjukevich A.Ju., Plotnikov D.E., Proshin A.A., Sen'ko K.S., Uvarov I.A., Hvostikov S.A., Hovratovich T.S., Informacionnaja sistema kompleksnogo distancionnogo monitoringa lesov "Vega-Primor'e" (Vega-Primorie: complex remote forest monitoring information system), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2016, Vol. 13, No 5. pp. 11–28.
16. *Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu gosudarstvennoi inventarizatsii lesov* (Methodical recommendations for the State forest inventory), Russian Federal Forestry Agency Order No. 472 of 10.11.2011 (rev. 07.05.2013, No. 135).
17. *Ob ischislenii razmera vreda, prichinennogo lesam vsledstvie narusheniya lesnogo zakonodatel'stva* (On the quantification of harm caused to forests as a result of the violation of forest legislation), Russian Federation Government Decree No. 273 of 08.05.2007 (rev. 11.10.2014, 02.06.2015).
18. *O stavkakh platy za edinitsu ob"ema lesnykh resursov i stavkakh platy za edinitsu ploshchadi lesnogo uchastka, nakhodyashchegosya v federal'noi sobstvennosti* (On rates of payment per unit volume of forest resources and rates of payment per unit area of forest plot is in federal ownership), Russian Federation Government Decree No. 310 of 22.05.2007(rev. 09.06.2014).
19. *O koeffitsientakh k stavkam platy za edinitsu ob"ema lesnykh resursov i stavkam platy za edinitsu ploshchadi lesnogo uchastka, nakhodyashchegosya v federal'noi sobstvennosti* (Rates to the rates of pay for unit volume of forest resources, and board rates per unit area of forest land plot located in federal property), Russian Federation Government Decree No. 1350 of 14.12.2016, 2016.
20. *Reshenie po delu 33-6229/2016* (Decision on the case 33-6229/2016), Habarovsk, 2016.
21. Sokolov N.A., *Ugolovnaja otvetstvennost' za nezakonnuju rubku lesnyh nasazhdenij*: *diss. kand. jur. nauk,* (Criminal liability for illegal logging of forest), NII Federal'noj sluzhby ispolnenija nakazanij, 2007.
22. Suhih V.I., Girjaev M.D., Arhipov V.I., Atamankin E.M., Berezin V.I., Dvorjashin M.V., Zhirin V.M., Potapov I.M., Skudin V.M., Sobolev A.A., Shatalov A.V., Nauchnye osnovy i pervye rezul'taty distancionnogo monitoringa nezakonnyh rubok lesa (Scientific basis and first results of remote monitoring of illegal logging forest), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2006, Vol. 2, No. 1, pp. 32–38.
23. Shimov S.V., Nikitina Ju.V., Tehnologija monitoringa vyrubok lesa s ispol'zovaniem kosmicheskih snimkov vysokogo prostranstvennogo razreshenija (The technology of high spatial resolution monitoring of deforestation using satellite images with), *Geomatika*, 2011, No. 3, pp. 47–52.
24. Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Loupian E.A., Mapping of arable land in Russia using multiyear time series of MODIS data and the LAGMA classification technique, *Remote Sensing Letters*, 2016. Vol. 7. No. 3. P. 269–278.