

На правах рукописи



РЯБОВ Юрий Владимирович

**РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ
НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫМИ СВАЛКАМИ**

Специальность 25.00.26 — Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург

2013 г.

Работа выполнена на кафедре региональной политики и политической географии Санкт-Петербургского государственного университета.

Научный руководитель: Доктор биологических наук
Богданов Владимир Леонидович

Официальные оппоненты: Доктор географических наук, профессор
Осипов Георгий Константинович
(ФГКВОУ ВПО «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского»)

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Загорский Михаил Юрьевич
(Санкт-Петербургский государственный университет)

Ведущая организация: Национальный минерально-сырьевой университет
«Горный»

Защита состоится «___» _____ 2013 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д 212.232.20 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук при Санкт-Петербургском государственном университете по адресу: 199178, г. Санкт-Петербург, 10-я линия В.О., д. 33-35, центр дистанционного обучения «Феникс».

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке имени А.М. Горького Санкт-Петербургского государственного университета по адресу: г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9.

Автореферат разослан «___» _____ 2013 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат экономических наук, доцент

З.А. Семенова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Среди стихийных, трудноуправляемых антропогенных факторов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду и земельные ресурсы, можно выделить формирование несанкционированных свалок. Проблема несанкционированных свалок (далее — свалки) чрезвычайно остро стоит в России и многих других странах. Свалки приводят к разрушению среды обитания человека, загрязняя поверхностные и грунтовые воды, почву и атмосферный воздух опасными компонентами отходов, продуктами их реакций; они представляют собой серьёзную угрозу земельным ресурсам. До настоящего времени не разработаны научные подходы к созданию и использованию геоинформационной системы (ГИС) для мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками, которая способствовала бы принятию решений по предотвращению захламления земель. Ключевым аспектом разработки ГИС мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками, является всестороннее изучение феномена захламления земель с целью определения того, какая именно информация должна собираться и генерироваться в рамках функционирования данной ГИС.

Цель исследования — определить структуру и содержание ГИС мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками.

Задачи исследования:

- выявить основные факторы воздействия свалок на окружающую среду и земельные ресурсы;
- определить характеристики спутниковых снимков для обнаружения захламлённых земель;
- выявить пространственные факторы, определяющие территории, подверженные возникновению несанкционированных свалок;
- предложить метод прогнозирования мест возникновения несанкционированных свалок;
- разработать структуру базы данных для ГИС мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками;
- обосновать подходы к принятию решений о защите земельных ресурсов от возникновения несанкционированных свалок;
- разработать технологию мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками.

Объект исследования — земли, нарушенные несанкционированными свалками.

Предмет исследования — геоинформационное обеспечение мониторинга земель.

Теоретическую и методологическую основу работы составили труды отечественных и зарубежных учёных в области мониторинга земель: Поповича П.Р., Богданова В.Л., Осипова Г.К., Гарманова В.В., Варламова А.А., Кулешова Л.Н., Vernes A., Braimoh A. и др. В области геопространственного анализа и геоинформационных технологий — работы Badeley A., Turner R., Goodchild M.F., Smith M.J., Brimicombe A., Тикунова В.С и др. Среди немногочисленных работ, посвящённых несанкционированным свалкам, выделяются исследования Tasaki T. и D'Amato A.

До сих пор отсутствует общепринятое определение термина *несанкционированная свалка*, поэтому приведём здесь необходимые определения и сопоставим их с англоязычными терминами.

[*несанкционированная*] *Свалка (illegal dump)* — несанкционированное размещение отходов сплошным свалочным телом или отдельно расположенными очаговыми навалами отходов объёмом более 10 м³ и (или) площадью более 200 м².

Коммерческая свалка (illegal landfill) — это **свалка**, организуемая для размещения отходов за плату.

Стихийная свалка (illegal dump) — это **свалка**, которая образовалась спонтанно и плата за размещение отходов на которой не взимается.

Научная новизна исследования заключается в выявлении предпосылок возникновения несанкционированных свалок; выявлении факторов, определяющих места возникновения несанкционированных свалок; создании метода прогноза мест возникновения несанкционированных свалок (при помощи ГИС-технологий); разработке метода расчёта экологического риска загрязнения земель продуктами горения отходов несанкционированных свалок.

Основные защищаемые положения:

1. Метод определения риска загрязнения земель продуктами горения отходов несанкционированных свалок.
2. Пространственные факторы, определяющие места появления несанкционированных свалок (расстояние до автомагистралей и второстепенных автодорог, до зданий и карьеров).
3. Метод прогнозирования мест возникновения несанкционированных свалок.
4. Подходы к принятию решений о защите земельных ресурсов от захламления.
5. Технология проведения работ по мониторингу земель, нарушенных несанкционированными свалками.

Практическая значимость работы:

— для предотвращения нарушения земель несанкционированными свалками и проверок соблюдения земельного законодательства может быть использован метод прогнозирования мест их возникновения, а также применены подходы к принятию решений о защите земельных ресурсов;

— с целью оценки опасности, которую представляют те или иные свалки для земельных ресурсов, может применяться метод расчёта экологического риска земельным ресурсам от возникновения пожара на несанкционированных свалках;

— технология проведения работ по мониторингу земель, нарушенных несанкционированными свалками, может являться составной частью системы мониторинга земель.

Апробация работы. Основные результаты исследований были доложены на следующих конференциях: International Solid Waste Association (ISWA) Conference «MSW: management systems and technical solutions» (М., 2013); международные научные конференции факультета географии и геоэкологии СПбГУ 2011 и 2012 гг.; Baltic Sea Science Congress (СПб, 2011); международная научно-практическая конференция «Антропогенное вмешательство в круговорот воды в биосфере», (СПб, 2011); XI всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования из космоса» (М., 2011); конференция «Открытые ГИС!» (М., 2012); III и VI Молодежные экологические конгрессы «Северная Пальмира» (СПб, 2011, 2012); X Международный молодёжный экологический форум «Экобалтика» (СПб, 2012).

Личный вклад автора. Приведённые в диссертации результаты исследований были получены лично автором. Основные положения диссертации разработаны в рамках персонального гранта Минобрнауки №14.132.21.1386. Автор лично участвовал в полевых обследованиях несанкционированных свалок, осуществлял сбор и анализ фактического материала. Диссертантом были определены структура и содержание ГИС мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками. Метод расчёта экологического риска загрязнения земель продуктами горения отходов несанкционированных свалок занял призовое место на конкурсе научно-практических работ, организованном корпорацией Microsoft и компанией NEXTGIS в 2011 г.

Состав и объём диссертации. Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы (138 наименований, в том числе 64 — на английском языке) и 5 приложений. Основной текст диссертации изложен на 138 страницах и содержит 39 рисунков (в том числе 5 карт и картограмм), 12 таблиц и 1 листинг программного кода.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ПРОДУКТАМИ ГОРЕНИЯ ОТХОДОВ НА НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛКАХ

Наибольшей угрозой для земельных ресурсов, связанной с захламливанием, является загрязнение почвы супертоксикантами, которые образуются при горении отходов. Для оценки данной угрозы необходим расчёт соответствующего экологического риска. В предлагаемом методе вероятностная часть экологического риска возникновения пожара на несанкционированной свалке складывается из 2-х составляющих: вещественной и пространственной. Вещественная составляющая искомой вероятности (*вероятность возгорания*) зависит от таких свойств свалки, как её размер и состав отходов; пространственная (*вероятность выгорания*) — зависит от местоположения свалки:

$$R_e = (Q_i + Q_b)\bar{W}, \quad (1)$$

где: R_e — экологический риск, Q_i — вероятность возгорания свалки, Q_b — вероятность выгорания свалки, \bar{W} — средний ущерб. Вероятности будут иметь размерность % в год.

Вероятность возгорания i -ой свалки предлагается вычислять по следующей формуле:

$$Q_i = k_c k_s \frac{Q(\Delta t)}{N} \times 100 \%, \quad (2)$$

где: $Q(\Delta t)$ — вероятности возникновения хотя бы одного возгорания за время Δt , N — общее количество свалок, зафиксированных в обследуемом регионе на момент проведения расчётов, Δt — промежуток времени, для которого вычисляется вероятность (1 год), k_s — поправочный коэффициент, зависящий от площади i -ой свалки, k_c — поправочный коэффициент, зависящий от состава отходов i -ой свалки, $Q(\Delta t)/N$ — средняя вероятность возгорания отдельной свалки. Формулы для расчёта коэффициентов k_s и k_c , а также ущерба \bar{W} приведены в диссертации.

Вероятность выгорания территории, на которой расположена свалка (Q_b), предлагается вычислять по формуле:

$$Q_b = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{\lambda}_i S_{fi})}{\Delta T} \times 100 \%, \quad (3)$$

где S_{fi} — площадь i -го пожара на данной территории, n — общее количество пожаров, зафиксированных на обследуемой территории, ΔT — интервал наблюдений (в годах), за который проводятся наблюдения, $\bar{\lambda}_i$ — средняя плотность точек (возгораний) для элементарного участка обследуемой территории.

Таким образом, вычисление вероятности выгорания территории сводится к расчёту плотности *горячих точек*. Для её вычисления больше всего подходит метод *Voronoi centroidal estimator*, предложенный *Barr C.* в 2010 г. Сведения о местах возникновения пожаров на данной территории можно получить из результатов мониторинга пожаров спутниками MODIS, представленных в виде геопространственного слоя точек, каждой

из которых соответствует очаг возгорания и средняя площадь выгоревшей территории (зависит от региона мира).

Результат расчёта вероятности выгорания территории для Ленинградской области представлен на рис. 1.

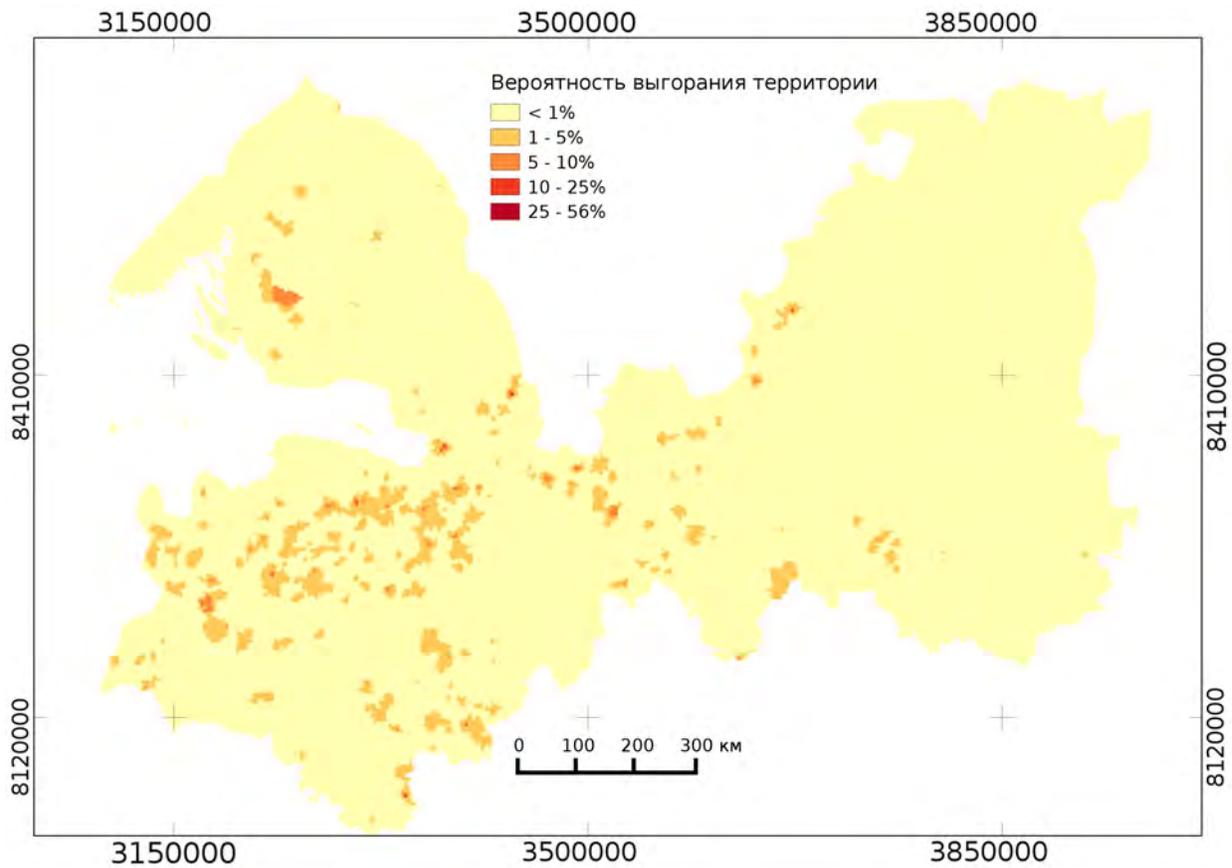


Рис. 1 – Картограмма пространственной составляющей вероятности возникновения пожара на свалке (вероятности выгорания) с размерностью % в год

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МЕСТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК

В наших исследованиях был проведён анализ факторов, которые могут определять подверженные захламлению территории. Для анализа использовались эмпирические графики зависимости средней плотности (на единицу площади) свалок, представленных в виде точек в двумерном пространстве, от пространственной ковариаты — анализируемого фактора. Графики зависимости средней плотности строились в соответствии с методикой, описанной *Baddely* (2010). О наличии зависимости свидетельствовала относительно узкая полоса доверительного интервала, а также отсутствие резких колебаний графика. На рис. 2 и 3 продемонстрированы образцы графиков, свидетельствующих соответственно о наличии и отсутствии зависимости мест возникновения свалок от того или иного фактора. На указанных рисунках запись вида $\rho(X)$ обозначает значения эмпирической функции плотности точек (свалок) $\rho()$, которые та принимает в зависимости от данных значений пространственной ковариаты X . Необходи-

мость использования английского языка в написании имени ковариаты X обусловлена особенностями программной реализации указанного метода.

Было установлено, что на местоположение несанкционированных свалок влияют *основные* факторы (расстояние до автомагистралей; расстояние до второстепенных автодорог; расстояние до зданий; расстояние до карьеров) и *вспомогательные* (местоположение лесов; местоположение водоёмов; плотность застройки территории).

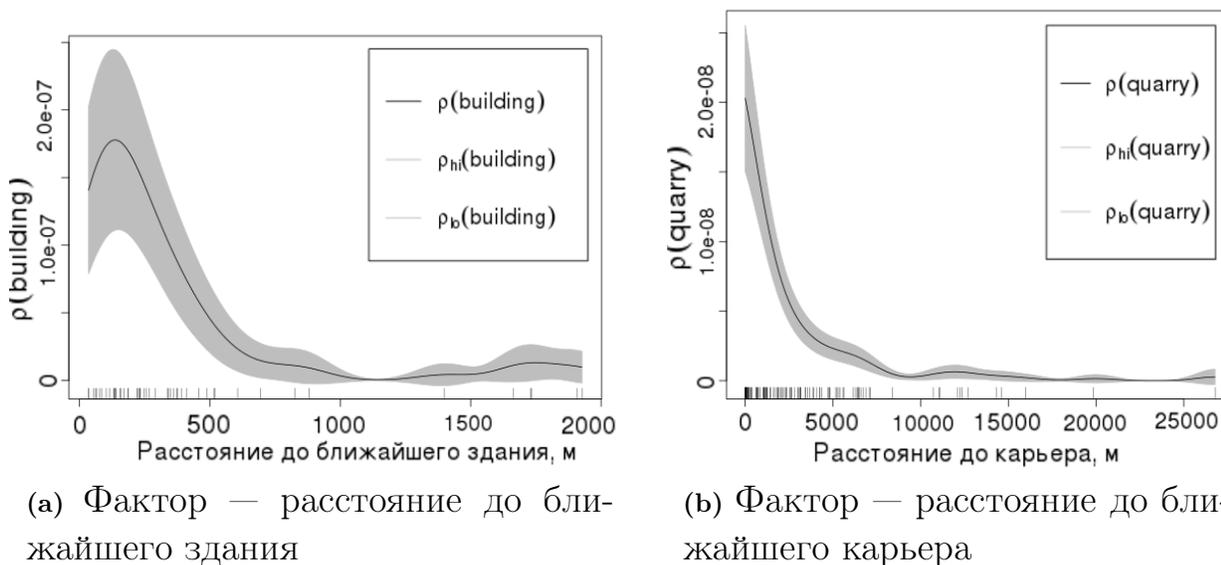


Рис. 2 – Примеры графиков, свидетельствующих о наличии зависимости между рассматриваемым фактором и местоположением свалок для данной территории

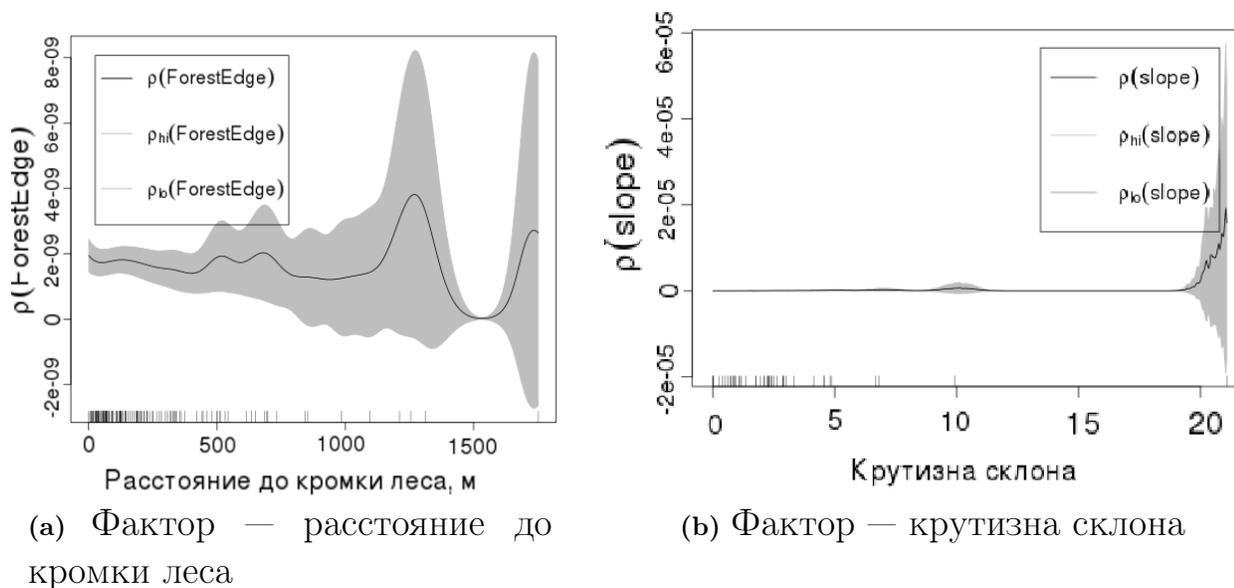


Рис. 3 – Примеры графиков, свидетельствующих об отсутствии зависимости между рассматриваемым фактором и местоположением свалок для данной территории

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК

В соответствии с разработанным нами методом для прогноза мест возникновения свалок используются пространственные факторы, выявленные указанным выше способом. Эти факторы преобразуются в растровый формат и обрабатываются вместе с точечным слоем свалок данной территории с помощью метода машинного обучения *Random Forest* (*случайный лес*), разработанного *Leo Breiman* в 2001 г.

Получение обучающих данных проводится следующим образом. Создаются растры основных и вспомогательных факторов (растры лесов и водных объектов делаются бинарными со значениями 0 — отсутствие объекта и 1 — присутствие объекта в данном пикселе) с одинаковым экстендом и пространственным разрешением. Далее создаются 2 группы точек: первая представляет собой центроиды свалок обследуемой территории, вторая — места, где свалки не обнаруживаются: на максимальном удалении от дорог и застроенных территорий, а также в центрах населённых пунктов — в местах с высокой плотностью зданий. Затем для каждой точки создаются кортежи значений соответствующих пикселей каналов объединённого растра факторов. Каждому кортежу обучающих точек параметров присваивается один из классов: **класс 0** — чрезвычайно низкая возможность возникновения несанкционированных свалок (присваивается кортежам, полученным от второй группы точек), **класс 1** — территории с низкой возможностью возникновения несанкционированных свалок, **класс 2** — территории с высокой возможностью возникновения несанкционированных свалок (расстояние до основных автомагистралей менее 300 м и расстояние до строений менее 500 м).

Объединённый растр факторов обрабатывается при помощи метода *Random Forest* в режиме классификации с использованием полученных обучающих данных (кортежей).

Апробация метода была проведена на 5 районах Свердловской области. Значение ошибки классификации составило всего 3.12%, что свидетельствует о высокой точности полученных результатов. Результат прогнозирования показан на рис. 4 на стр. 10.

Использование *Random Forest* для предсказания мест появления свалок на основании выделенных нами факторов продемонстрировало отличные результаты. Такой метод прогноза можно рекомендовать для использования в отделах мониторинга земель территориальных управлений Росреестра для планирования обследований подведомственных территорий на предмет соблюдения земельного законодательства.

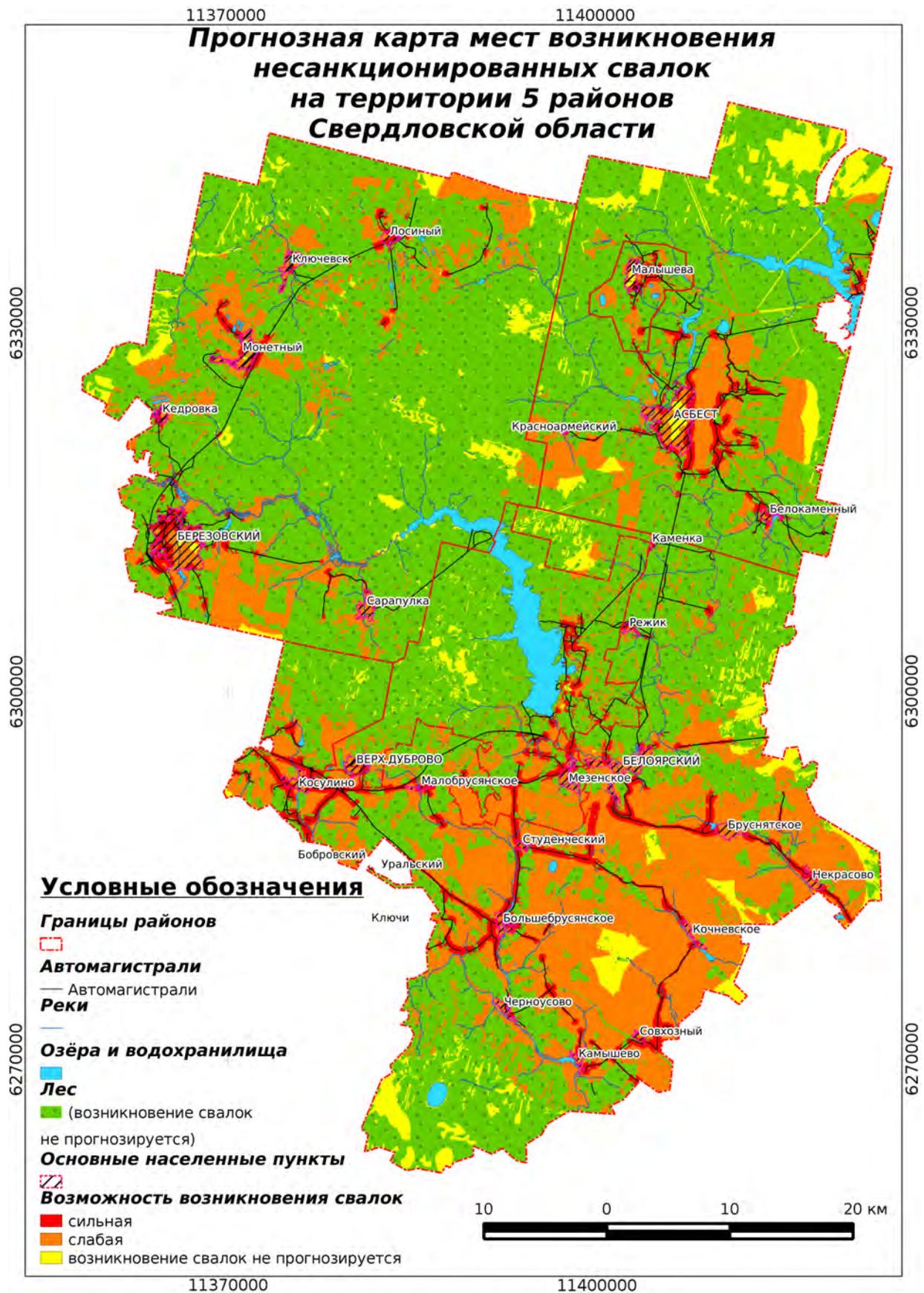


Рис. 4 – Прогнозная карта мест возникновения несанкционированных свалок на территории 5 районов Свердловской области

ПОДХОДЫ К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ О ЗАЩИТЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Основные мотивы, движущие людьми при принятии решения о размещении отходов на несанкционированной свалке или их легальной утилизации, представлены в алгоритме на рис. 5. Руководствуясь данным алгоритмом, а также тем соображением, что собственники отходов, размещающие их в неполюженном месте, стремятся сэкономить деньги, а лица, организующие *коммерческие свалки*, стремятся получить прибыль, можно составить системы неравенств, позволяющие определить экономически выгодное соотношение стоимости утилизации и объёма нелегально размещаемых отходов.

Условие экономии для владельца отходов:

$$\begin{cases} kP + VE < VT \\ E < T \\ 0 < k \leq 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} E < T - \frac{kP}{V} \\ 0 < k \leq 1 \end{cases}, \quad (4)$$

где: V — объём (количество) незаконно размещаемых отходов; E — затраты на размещение/утилизацию (законным либо незаконным способом) единицы отхода; P — максимальное наказание в денежном выражении (в данном случае используется максимальный штраф) за незаконное размещение данного количества отходов; T — официальный тариф (или рыночная стоимость) вывоза/утилизации единицы отхода; k — вероятность того, что правонарушитель будет оштрафован.

Условие выгодного предложения для организатора коммерческой свалки:

$$\begin{cases} (V_1 \times T_c) > kP_1 + E_1V_1 \\ E_1 \rightarrow 0 \\ T_c < T \\ 0 < k \leq 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T_c > \frac{kP_1}{V_1} + E_1 \approx \frac{kP_1}{V_1} \\ E_1 \rightarrow 0 \\ T_c < T \\ 0 < k \leq 1 \end{cases}, \quad (5)$$

где: P_1 — максимальное наказание в денежном выражении (в данном случае используется максимальный штраф) за организацию несанкционированной свалки (для РФ — ст. 171 УК РФ), T_c — минимальная назначаемая цена за размещение единицы отходов на *коммерческой свалке*; V_1 — ожидаемый объём отходов, которые должны поступить на *коммерческую свалку*; E_1 — удельные затраты владельца *коммерческой свалки* на единицу размещаемых отходов.

На рис. 6а (стр. 14) представлен общий вид графиков экономии для владельца отходов и тарифа на размещение отходов на коммерческой свалке, а также области, которые удовлетворяют условиям систем неравенств (4) и (5). Область **ABC** соответствует условию экономии для владельца отходов при их нелегальном размещении. Область **KLM** — условию выгодного предложения для организатора *коммерческой свалки*. Область **OBM** — пересечению интересов владельца отходов и организатора свалки (взаимовыгодному нелегальному размещению отходов).

Из графика на рис. 6в видно, что владельцу отходов, объём которых превышает 500 м³, выгоднее размещать отходы на свалке, чем на официальном полигоне, даже если

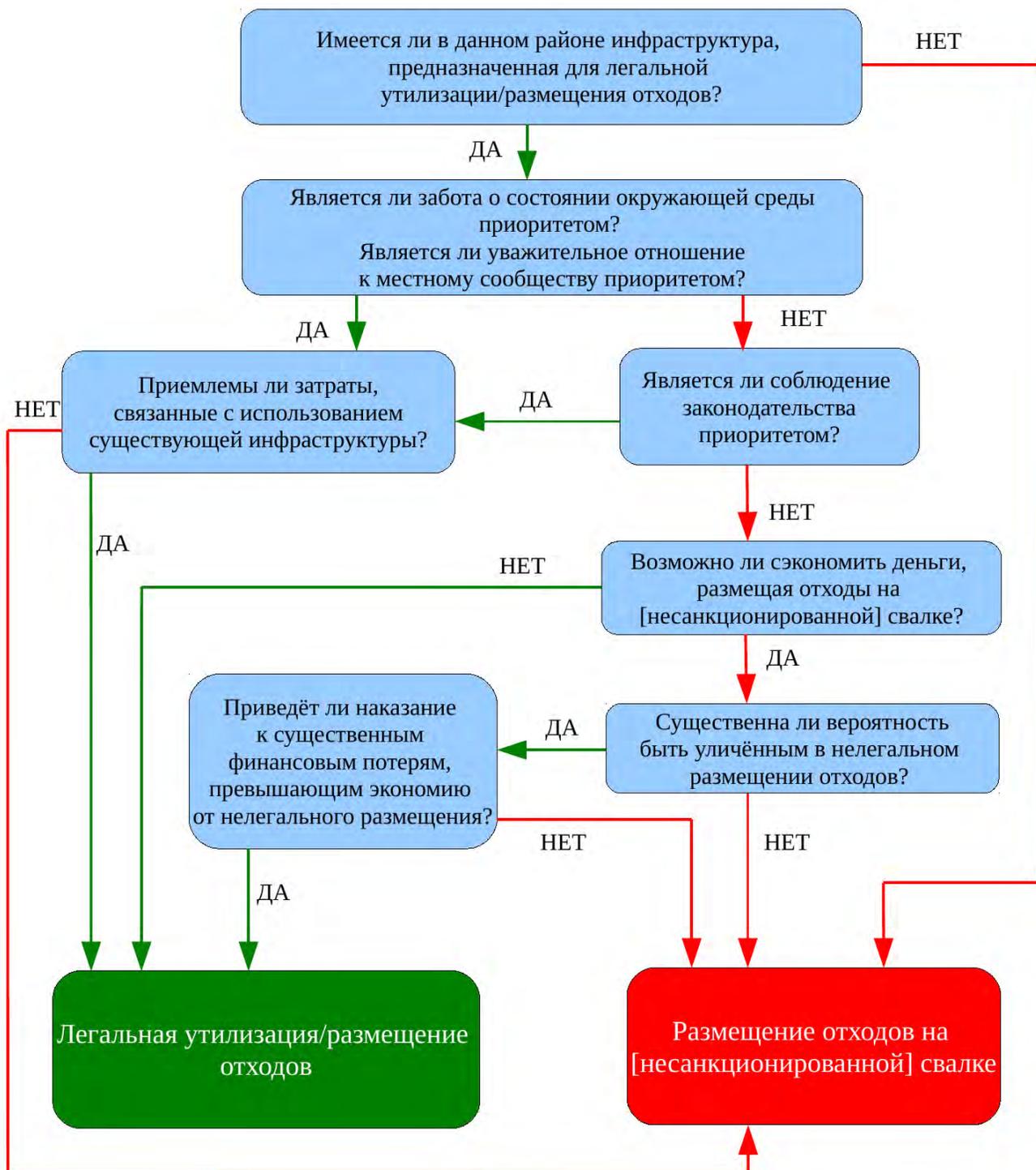


Рис. 5 – Алгоритм принятия решения о размещении отходов на свалке

вероятность быть пойманным равняется 1. На рис. 6с и рис. 6д показано, как изменяются области выгодных для нарушителей соотношений удельных затрат и общего объёма отходов в зависимости от размера штрафа и изменения вероятности поимки нарушителя соответственно.

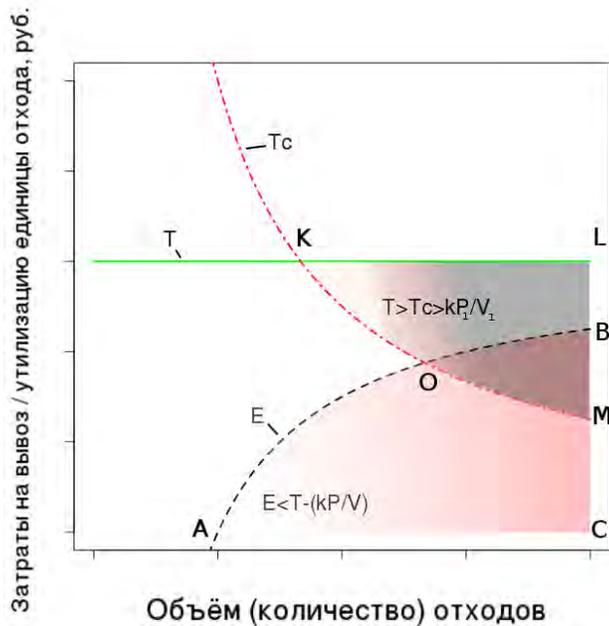
Законный путь утилизации отходов можно делать экономически выгодным для владельца отходов несколькими путями: снижением тарифов на вывоз/утилизацию отходов; увеличением штрафных санкций за незаконное размещение отходов; увеличением вероятности того, что владелец незаконно размещаемых отходов будет пойман и привлечён к ответственности (или, по крайней мере, создание у владельца отхода уверенности, что вероятность его поимки в случае неправомερных действий высока). Показано, что с математической точки зрения наиболее действенным подходом к предотвращению захламления земель является снижение тарифов на вывоз/утилизацию отходов. Это возможно при развитии технологий и систем обращения с отходами. Штрафные санкции за захламление земель и вероятность поимки нарушителей необходимо повышать: в России их величина на порядки ниже таковых в развитых странах.

ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫМИ СВАЛКАМИ

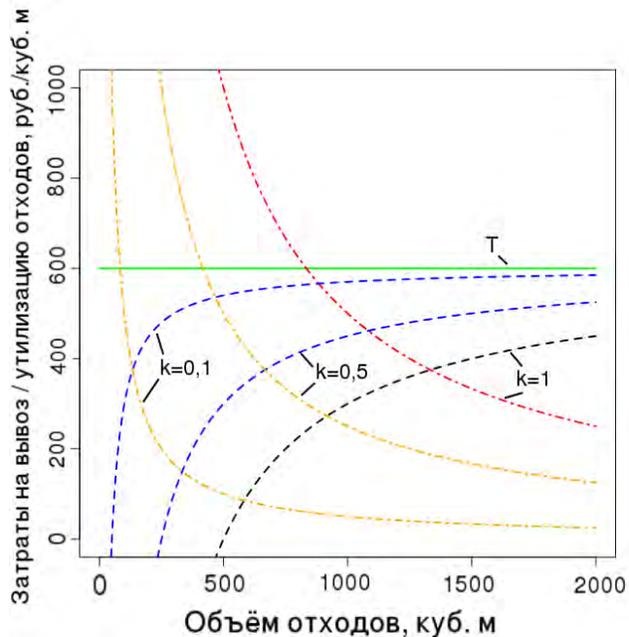
Автор предлагает следующую технологию мониторинга несанкционированных свалок с применением спутниковых снимков высокого разрешения и сведений земельного кадастра:

1. Подготовительный этап:

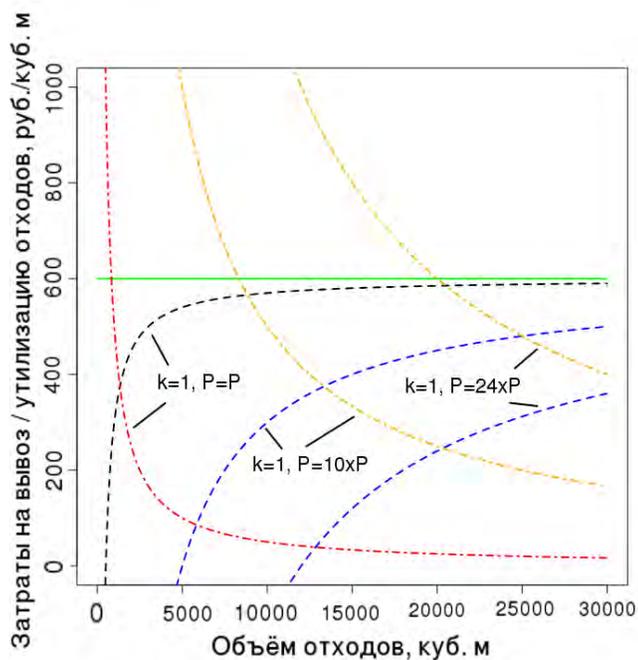
- (a) создание цифровой карты (пространственной базы данных) обследуемой территории;
- (b) сбор сведений о существующих несанкционированных свалках (их местоположении и составе) в природоохранных комитетах местных органов власти и организациях, занимающихся охраной окружающей среды;
- (c) предварительное выявление участков обследуемой территории, которые с большой вероятностью могут быть подвержены возникновению несанкционированных свалок (например, участки вдоль автомагистралей);
- (d) сбор данных дистанционного зондирования высокого разрешения на обследуемую территорию;
- (e) развёртывание картографического веб-сервиса для информирования населения о состоянии окружающей среды в части, касающейся захламления земель, с возможностью обратной связи (сообщения добровольцами о местах обнаруженных ими свалок и состава отходов в них).



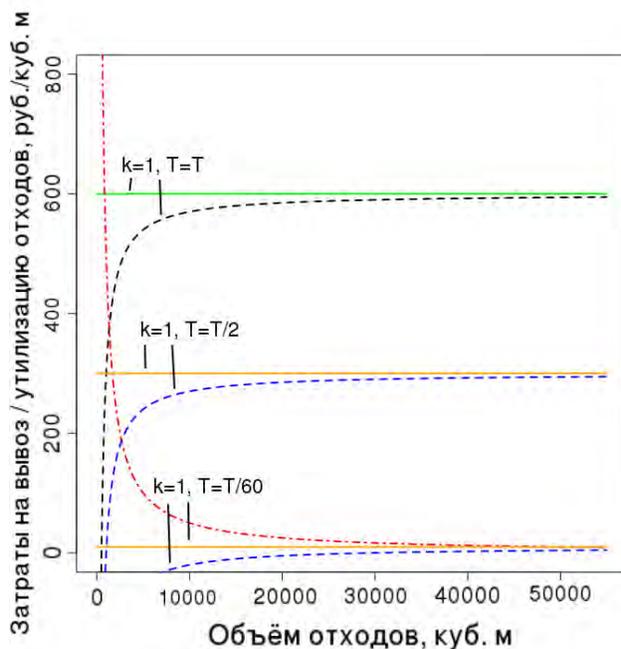
(а) Общий вид графиков, определяющих область экономически выгодного соотношения затрат и объёма незаконно размещаемых отходов



(б) Смещение графиков для различных значений k (для условий Санкт-Петербурга: $T=600$, $P=300\ 000$, $P_1=500\ 000$)



(с) Изменение графиков при увеличении P и P_1 в 10 и в 24 раза при $k=1$, и $T=600$ (для условий Санкт-Петербурга)



(д) Изменение графиков при снижении T , при $k=1$ и неизменных P и P_1 (для условий Санкт-Петербурга)

Рис. 6 – Определение экономически выгодного соотношения объёма отходов и стоимости их незаконного размещения

2. Основные работы:

- (a) обработка спутниковых снимков высокого разрешения с целью выявления объектов, которые могут являться несанкционированными свалками (создание псевдоцветных композитов, вычисление индекса *NHFD* (Non-Homogeneous Feature Difference — относительный индекс негомогенных объектов); отсев территорий, которые, согласно карте землепользований (кадастровой информации), являются строительными площадками);
- (b) полевое обследование мест, классифицированных как несанкционированная свалка, с целью оценки точности полученных результатов камерального дешифрирования в условиях данного региона / района;
- (c) создание масок для обработки последующих серий изображений;
- (d) выявление пространственных факторов, определяющих территории, подверженные захламлению.
- (e) создание прогнозной карты мест возникновения несанкционированных свалок;
- (f) Получение новых снимков высокого разрешения (по прошествии определённого времени — периода мониторинга), их обработка (создание псевдоцветных композитов, вычисление индекса *NHFD*). Дополнительный расчёт индекса произошедших изменений *CI* на основании новых и старых значений *NHFD*. Отсев подозрительных территорий, если они, согласно кадастровой информации, находятся на территории стройплощадок;
- (g) полевое обследование подозрительных мест;
- (h) оперативная проверка информации, поступившей от населения;
- (i) обновление прогнозной карты мест возникновения свалок;
- (j) повторение мероприятий по пунктам (f), (g), (h) и (i).

ГИС мониторинга земель нарушенных несанкционированными свалками должна содержать сведения о текущем использовании земель, о земельных участках, захламление которых отходами повлечёт особенно неблагоприятные последствия и о нарушенных землях (не только о несанкционированных свалках); позволять обнаруживать новые свалки и определять их площадь; предсказывать с определённой степенью точности места наиболее вероятного возникновения несанкционированных свалок; быть доступной для общественности; быть кросс-платформенной. Структура базы данных ГИС мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками представлена в диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. С целью разработки ГИС мониторинга какого-либо объекта, явления или процесса необходимо предварительно всесторонне изучить данное явление, объект или процесс, чтобы знать, какую именно информацию необходимо собирать, хранить и генерировать.
2. Наиболее значимым фактором воздействия свалок на окружающую среду и земельные ресурсы является горение отходов на свалке.
3. Применение метода расчёта экологического риска загрязнения земельных ресурсов продуктами горения отходов свалок учитывает пространственную составляющую вероятности возникновения пожара и составляющую, зависящую от состава и количества отходов, позволяет ранжировать несанкционированные свалки по степени угрозы земельным ресурсам и окружающей среде.
4. Для выявления захламливаемых земель с помощью данных дистанционного зондирования могут быть применены мультиспектральные снимки с разрешением лучше 4-х метров на пиксель и панхроматические с разрешением лучше 1-го метра на пиксель.
5. Основными факторами, определяющими места возникновения несанкционированных свалок являются расстояния до автомагистралей, второстепенных автодорог, зданий и карьеров.
6. Места возникновения несанкционированных свалок можно прогнозировать с высокой точностью при помощи алгоритма машинного обучения *Random Forest*.
7. Выявлено, что самым действенным способом борьбы с захламливанием земель является снижение тарифов на вывоз и утилизацию отходов. В России величина штрафов и вероятность понести ответственность за нелегальное размещение отходов настолько малы, что захламливание земель является экономически выгоднее размещения на полигонах.
8. Для эффективного использования ГИС мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками, в целях выявления несанкционированных свалок, прогнозирования мест их возникновения и планирования мероприятий по предотвращению захламливания земель, необходимо, чтобы в базе данных ГИС хранились сведения о текущем использовании земель, нарушенных землях, факторах, определяющих места возникновения свалок, а также данные дистанционного зондирования земли.
9. Предложенная технология мониторинга земель, нарушенных несанкционированными свалками, предусматривает следующий состав работ: сбор обработку дан-

ных дистанционного зондирования, сбор данных о состоянии земель (в том числе кадастровой информации), создание прогнозной карты мест возникновения несанкционированных свалок, обследование захламливаемых территорий, налаживание двусторонней связи с местными жителями в целях взаимного информирования о случаях несоблюдения земельного и природоохранного законодательства.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Рябов Ю.В. Обоснование механизмов защиты земельных ресурсов от возникновения несанкционированных свалок // Региональные исследования. №1 (39), 2013 — С. 49-56. ISSN: 1994-5280.
2. Paunio, T., Ryabov, Y.V., Malyshkin M. & Kaila, J. Time to act upon illegal landfills in St. Petersburg, Russia // Waste Management. №32, 2012. — С. 1280-1282. ISSN: 0956-053X.
3. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Рябов Ю.В. Повышение эффективности землепользования // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. №26, 2012. — С. 295-302. ISSN: 2078-1318.
4. Рябов Ю.В. Обоснование экономических механизмов защиты земельных ресурсов от возникновения несанкционированных свалок (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области) // Современные проблемы географии и геоэкологии. Материалы междунауч. конф. СПб.: ВВМ, 2012, С. 576-583.
5. Рябов Ю.В. Использование алгоритма Random Forest для прогнозирования мест возникновения несанкционированных свалок // Сб. науч. тр. молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения IV молодеж. экологич. конгресса «Северная Пальмира», 27-28 ноября 2012 г. СПб, СПб НИЦЭБ РАН, 2012. — С. 11-16.
6. Рябов Ю.В., Богданов В.Л., Гарманов В.В. Выявление факторов, определяющих места возникновения несанкционированных свалок // Сб. докладов конф. Междунауч. ассоциации по твёрдым отходам (ISWA) «Передовые технологии переработки и захоронения отходов: ориентиры применения и критерии выбора» (28-29 мая 2013 г., М.) [электронный ресурс]. — М. : ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2013. ISBN: 978-5-904-941-06-2.
7. Рябов Ю.В. Разработка универсальной методики расчёта вероятности возникновения пожара на несанкционированных свалках // Сб. науч. тр. молодых специалистов, преподавателей и аспирантов по результатам проведения III молодеж. экологич. конгресса "Северная Пальмира", СПб НИЦЭБ РАН, 2011. — С. 93-105.

8. Рябов Ю.В. Паунио Т., Кайла Ю. Анализ текущего состояния систем управления твёрдыми коммунальными отходами в Санкт-Петербурге и Ленинградской области // География в системе наук о Земле: современные проблемы науки и образования. Материалы междунар. конф. (СПбГУ) СПб: ВВМ, 2011. — С. 240-246. ISBN: 978-5-9651-0581-6.
9. Рябов Ю.В. Использование спутниковых снимков высокого разрешения в целях мониторинга несанкционированных свалок на территории Санкт-Петербурга // Экологическое равновесие: Антропогенное вмешательство в круговорот воды в биосфере: материалы междунар. науч.-практ. конф. 16-17 июня 2011 г. — СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2011. — С. 215-219. ISBN: 978-5-8290-1094-2.
10. Пикина Е.В. Рябов Ю.В., Гарманов В.В. Информационные технологии при мониторинге нарушенных земель // XLI Неделя науки СПбГПУ: Материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. Ч. 1., 2012. — С. 361-362.

Подписано в печать 21.10.2013. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 1,04. Тираж 100 экз. Заказ №321.
Отпечатано в Копировальном центре «Василеостровский».
199004, г. Санкт-Петербург, В.О., 6-я линия, д. 29.