



## ГЕОЭКОЛОГИЯ/GEOECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.105> EDN: ICFJCC**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Научная статья

Липина Л.Н.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-0725-5017;<sup>1</sup> Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (geo-lipina[at]rambler.ru)

**Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы образования отходов производства и потребления на территории Еврейской автономной области (ЕАО). Несмотря на применение превентивных мер по охране окружающей среды в ЕАО, количество отходов увеличивается, что существенно оказывает влияние на экологическую безопасность и устойчивость территории. Выполнен анализ проблем возникновения несанкционированных свалок, который показал, что территории, занятые ТКО представляют собой не предназначенные для захоронения, утилизации и накопления территории, располагаются в городской среде или близко с населенными пунктами. В результате исследования получены и представлены в виде электронной карты, на которой наглядно продемонстрированы местоположение вероятных свалок отходов. Определено, что самым действенным способом борьбы с захлаплением и загрязнением земель является прогнозирование мест несанкционированных свалок твердых коммунальных отходов. Для этих целей необходимо применение ГИС-технологий.

**Ключевые слова:** ЕАО, окружающая среда, твердые коммунальные отходы, несанкционированные свалки, электронная карта, ГИС-технологии.

**FORECASTING AREAS OF UNAUTHORISED DISPOSAL OF SOLID MUNICIPAL WASTE IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION USING GIS TECHNOLOGIES**

Research article

Lipina L.N.<sup>1,\*</sup><sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-0725-5017;<sup>1</sup> Pacific State University, Khabarovsk, Russian Federation

\* Corresponding author (geo-lipina[at]rambler.ru)

**Abstract**

The article examines the issues of industrial and consumer waste disposal in the Jewish Autonomous Region (JAR). Despite the implementation of preventive environmental protection measures in the JAR, the volume of waste is increasing, which has a significant impact on the region's environmental safety and sustainability. An analysis of the problems associated with the emergence of unauthorised landfills was carried out, which showed that the areas occupied by solid municipal waste are not designated for disposal, recycling or accumulation, and are located in urban areas or close to settlements. The results of the study have been compiled and presented in the form of a digital map, which clearly illustrates the locations of potential waste dumps. It has been determined that the most effective way to combat littering and land pollution is to predict the locations of unauthorised municipal solid waste dumps. GIS technologies must be utilised for this purpose.

**Keywords:** JAR, environment, municipal solid waste, unauthorised landfills, electronic map, GIS technologies.

**Введение**

Причины возникновения экологических проблем в значительной степени обусловлены антропогенным воздействием на природную среду. Это негативное воздействие становится всё более опасным и агрессивным. Проблема взаимодействия природы и общества превращается в основную проблему фундаментальной науки XXI века. Несмотря на применение превентивных мер по охране окружающей среды в стране, количество отходов не уменьшается [1], в том числе и Еврейской автономной области, что значительно влияет на экологическую безопасность и устойчивость территории.

Территория Еврейской автономной области составляет 36,3 тыс. км<sup>2</sup>. По состоянию на начало 2025 года в регионе функционируют два полигона твердых коммунальных отходов общей площадью 144,4 га, при этом используется только 42,0 га. Накопленный объем отходов достигает 4,02 млн м<sup>3</sup>. Численность населения — 144,4 тыс. человек, из них сельское население составляет 42,0 тыс. человек (на 01.01.2025). Плотность населения — 4,02 чел./ км<sup>2</sup> [2].

Количество образованных отходов на территории увеличивается по нескольким причинам: росту потребления, увеличению использования одноразовой упаковки и пластика, а также по причине увеличения объемов промышленного производства, особенно в добывающей отрасли. Динамика образования отходов на территории увеличивается (рис. 1) [3].

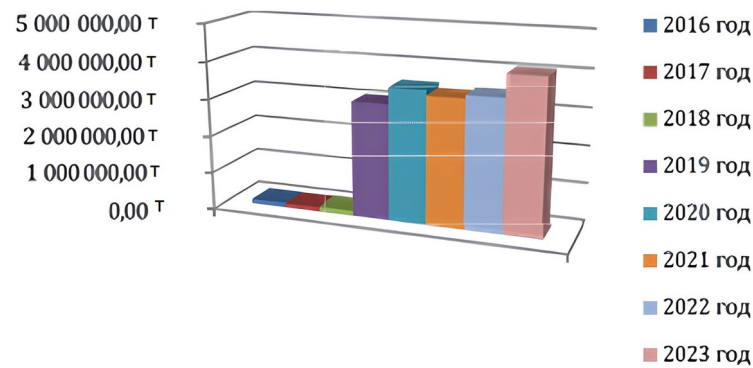


Рисунок 1 - Количество отходов, образовавшихся на территории области с 2016 по 2023 годы  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.105.1>

Анализ статистических данных за период 2016–2023 годов выявил критический переломный момент: с 2019 года наблюдается резкое увеличение количества отходов. Это связано с выходом на полную производственную мощность Кимкано-Сутарского горно-обогатительного комбината, который был создан на базе Кимканского и Сутарского железорудных месторождений. Производительность карьера составляет 1,26 млн м<sup>3</sup> или 2,59 млн тонн за 11 месяцев работы. Несмотря на заявления о минимальном воздействии на окружающую среду, прокуратура Облученского района выявляла нарушения федеральных законов «О недрах» и «Об охране окружающей среды» [4]. В динамике четырехлетнего периода наблюдается увеличение образования отходов, а с развитием промышленности появились новые материалы, утилизация, которых естественным путем может длиться не одну сотню лет.

Немаловажный фактор — это современный объем, производимых твердых коммунальных отходов, основная часть которых размещается в природной среде [5]. Если рассматривать ЕАО в общероссийском масштабе, то область производит наименьшее количество отходов — всего 0,08%, однако для небольшой территории области с населением около 160 тыс. человек нагрузка на природу остается значительной. В 2023 году в России образовалось 47,2 млн тонн ТКО, что на 3,3% больше предыдущего года, а среднестатистический россиянин произвел 322,3 кг отходов, что на 3,1%, или на 9,7 кг, больше, чем годом ранее. Рост массы коммунальных отходов напрямую связан с ростом потребительской активности, а она, в свою очередь, — с уровнем доходов. В настоящее время в ЕАО наблюдается рост доходов, что подтверждается увеличением среднедушевых и медианных зарплат граждан.

### 1.1. Проблема несанкционированных свалок на территории

Территории, занятые ТКО в ЕАО, не предназначены для захоронения и утилизации отходов, часто располагаются в городской среде или вблизи населенных пунктов. В области находится 43 объекта размещения отходов, не внесенных в государственный реестр. На таких свалках отсутствует контроль состава отходов, что создает токсичную среду.

Установлено, что несанкционированные свалки оказывают комплексное негативное воздействие на основные компоненты природной среды.

**Загрязнение почв:** переуплотнение грунтов, накопление тяжелых металлов, загрязнение продуктами горения отходов, изъятие земель из сельскохозяйственного оборота, гибель почвенной фауны. Концентрации тяжелых металлов достигают опасных значений от 0,02 до 1,7 мг/кг, зависящих от металла и его ПДК (предельно допустимой концентрации).

**Загрязнение атмосферы:** выделение оксидов азота и углерода, фенола, метана, аммиака, сероводорода и других токсичных веществ. При разложении органических отходов формируется биологический газ, включающий метан — парниковый газ, способствующий глобальному потеплению. Свалки могут самовозгораться при нагревании до 50–100°C, высвобождая еще более опасные соединения.

**Загрязнение водных ресурсов:** загрязнение поверхностных и грунтовых вод азотистыми и хлорсодержащими соединениями, повышение концентрации тяжелых металлов. Токсичные вещества попадают в грунтовые воды, представляя водоемы опасными для человека, а грунт непригодным для использования в течение нескольких сотен лет [6].

В результате загрязнения основных компонентов окружающей среды сопутствуют социальным последствиям: распространение инфекционных заболеваний через грызунов и безнадзорных животных, ухудшение качества жизни населения, снижение эстетической ценности природных комплексов [7].

### Основные результаты

Для решения научных и практических задач, связанных с планированием и проведением экологического мониторинга, является прогнозирование мест наиболее вероятного возникновения несанкционированных свалок, оценка выявленных изменений окружающей среды и прогноз возможных неблагоприятных последствий. Поэтому

важно иметь картографический материал с оперативным обновлением информации, для быстрой реакции на изменения ситуации.

Для несанкционированных свалок свойственно: многочисленность, пространственно определенные и небольшие по площади объекты. Например, вокруг одного поселка городского типа может располагаться от нескольких десятков до полутора сотен мест незаконного размещения отходов, а вокруг городов это число возрастает на порядок. Наземный контроль за столь обширными территориями занятыми отходами связан с большими финансовыми, временными и человеческими затратами, а во многих ситуациях просто невыполним. Традиционные методы геодезических и инженерно-экологических полевых обследований на территории полигонов и свалок успешно заменяются методами ДЗЗ для геопривязки и определений искомым характеристикам. Применение геоинформационных технологий и использование космических снимков высокого и среднего разрешения позволит оперативно обнаруживать на территории [8] свалки ТКО, определять тип мусора, прогнозировать их развитие и своевременно принимать меры. В частности, ГИС-технологии дают возможность муниципальным службам в кратчайшие сроки провести тематический анализ, это подсчет площадей, занимаемых несанкционированными отходами и внести данные в реестр и др.

Оригинальность предобработки для ЕАО обусловлена из ландшафтных условий региона, так ЕАО подвержена влиянию муссонов и частым туманам в поймах рек Амур и Бира. Предобработка включала атмосферную коррекцию с учетом аэрозольных загрязнений.

В предгорных районах (хребты Малый Хинган) глубокие тени могут имитировать темные объекты или скрывать мусор, в этих районах для адекватной модели использовались дополнительные признаки. Анализ в NIR-диапазоне: тени в ближнем инфракрасном диапазоне сохраняют минимальный сигнал за счет рассеянного света, в то время как искусственные темные материалы могут иметь другой спектральный «отпечаток». После коррекции яркость затененных склонов принимает вид освещенных. Если после этого объект остается аномально темным — это реальное физическое тело (объект или мусор), а не результат рельефа.

В ходе анализа выявлены ключевые антропогенные факторы, влияющие на возникновение несанкционированных свалок:

- 1) плотность населения и уровень его доходов;
- 2) уровень безработицы;
- 3) уровень доходов на душу населения;
- 4) расстояние до кромки леса, автомагистралей, дорог, водных объектов, железнодорожных путей и мест отдыха;
- 5) расстояния до отрицательных форм рельефа, удобных для складирования отходов.

Безусловно, наиболее эффективная методика мониторинга мест складирования отходов должна опираться на современные компьютерные технологии, например: на средства обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационные системы (ГИС) [9]. В работе использовано компьютерное дешифрирование, математическое моделирование и др. Для решения данных задач использовались спутниковые снимки серии Landsat в формате GeoTIFF, которые загружались через портал USGS с помощью сервиса Glovis.

Тематическая обработка космических снимков проводилась с помощью программы QGIS с GRASS GIS (свободно распространяется по лицензии GNU GPL). Виртуальный растр, созданный путем объединения нескольких каналов (спектральных полос) в один, представляет собой синтезированное цветное изображение. Строились синтезированные цветные изображения близкие к представлению в естественном восприятии (максимально приближенное к визуальному восприятию) каналы (4-3-2). По этой же методике [10], [11] синтезировались цветные изображения с применением невидимого ИК, SWIR 2 диапазона спектра, а также в некоторых других диапазонах [12]. ЕАО имеет большое количество низменностей. Использование диапазона SWIR 2 критически важен для оценки влажности/загрязнения. Влажный грунт «чернеет» из-за переотражения света внутри водяных пленок, но его всегда выдает характерное поглощение в SWIR-каналах, которого нет у большинства сухих техногенных объектов. Нормализованный разностный водный индекс (NDWI): использовался для выделения избыточного увлажнения. У техногенных объектов значения NDWI обычно отрицательные, тогда как у переувлажненной почвы они стремятся к нулю или становятся положительными.

Применение метода линейного дискриминантного анализа для данных ДЗЗ необходимо предварительное создание «эталонов дешифрирования». Это более строгий математический подход, чем простая классификация «на глаз». Проведена предварительная аналитическая работа по созданию обучающей выборки. Применение ГИС-технологий позволяют выделить также площади химического загрязнения земной поверхности в исследуемых районах.

Для построения прогностической модели использовался метод градиентного бустинга (Gradient Boosting Machine, GBM) — один из самых точных алгоритмов машинного обучения для табличных данных. Градиентный бустинг преобразует систему слабых моделей в единую сильную прогностическую систему, существенно повышая точность прогнозов [13].

Исследования по выявлению несанкционированных свалок на основе данных дистанционного зондирования Земли показывают, что метод бустинга дает наиболее качественный прогноз по сравнению с методом линейного дискриминантного анализа. Метод GBM правильно спрогнозировал расположение около 50% мест несанкционированного размещения отходов, выявленных при полевых проверках. Высокая производительность подтверждается значением F1-меры на уровне 0,925, что указывает на эффективное сочетание точности и полноты предположений и значительно превосходит показатели классических методов анализа и позволяет эффективно использовать данные ДЗЗ в природоохранной деятельности».

Использование градиентного бустинга оправдано тем, что этот метод отлично справляется с нелинейными зависимостями и «шумными» данными, которые характерны для спутниковых снимков (различия в освещенности, растительности и т.д.). Поскольку F1 является средним гармоническим между точностью (precision) и полнотой (recall), значение 0,925 говорит о том, что модель крайне редко ошибается (не принимает скопление мусора за



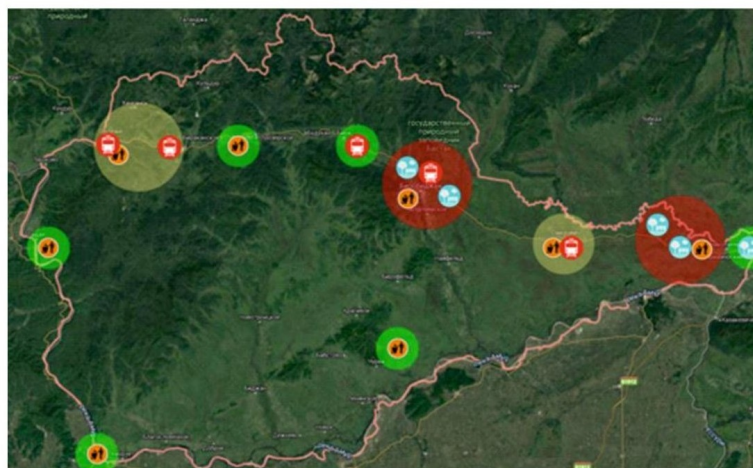
природный объект) и при этом находит подавляющее большинство реальных свалок в тестовой выборке, а 50% попадания в полевых проверках. На первый взгляд это число кажется низким по сравнению с F1-мерой, однако в задачах ДЗЗ это положительный результат. Остальные 50% могут быть либо ложноположительными срабатываниями, либо свалками, которые уже успели убрать или засыпать к моменту проверки.

Следовательно, антропогенные факторы, которые в той или иной степени могут определять места возникновения несанкционированных свалок на территории всей Еврейской автономной области, продемонстрированы на базе сервиса Google Maps и использования слоя гибрида, в результате получено несколько слоев с участками, вероятных мест возникновения несанкционированных свалок на территории ЕАО (рис. 2). Выявлены зоны риска:

- *высокая вероятность образования свалок*: Биробиджан и его пригороды, район поселка Николаевка;
- *средняя вероятность*: Облучье и Теплоозерск;
- *малая вероятность* возникновения несанкционированных свалок в южных районах ЕАО.

Априорная модель потенциальных мест несанкционированного размещения отходов может использоваться для сужения зоны обследования, например: при проведении плановых проверок и оптимизации маршрутов инспекторов.

Основным отличием полигонов ТКО от свалки является наличие технических устройств, позволяющих рационально использовать природные ресурсы и более эффективно осуществлять преобразование и передачу энергии. Основным документом российского законодательства в области охраны окружающей среды является Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». К основным документам, рассматривающим «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) без вредности для человека факторов среды обитания» относится СанПиН 1.2.3685-21, устанавливающим современные гигиенические нормативы и требования к факторам среды обитания, включая обращение с отходами.



Условные обозначения	
	места основных свалок на территории ЕАО
	места отдыха и рекреационные зоны на территории ЕАО
	места железнодорожных станций на территории ЕАО
	Малая вероятность возникновения несанкционированной свалки ТКО
	Средняя вероятность возникновения несанкционированной свалки ТКО
	Высокая вероятность возникновения несанкционированной свалки ТКО

Рисунок 2 - Места возникновения несанкционированных свалок отходов на территории ЕАО  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.105.2>



Таким образом, выявлены системные проблемы управления отходами в ЕАО, в частности:

- отсутствие четко организованной системы управления отходами;
- отсутствие систем учета и контроля за образованием отходов и их движением;
- основные объемы отходов не перерабатываются, а захороняются на полигонах или попадают на несанкционированные свалки;
- недостаточно организована система переработки специфических отходов (шины, холодильники, электроника, автомобили);
- материально-техническое оснащение не соответствует реальным потребностям;
- слабое развитие предприятий по переработке ТКО и рециклингу вторичных ресурсов.

В ЕАО образуется 44 831,13 тонн ТКО ежегодно, что считается небольшим объемом по сравнению с другими регионами, поэтому крупные инвестиционные проекты по переработке отходов в регионе не имеют экономической привлекательности. Уровень использования отходов составляет всего лишь около 10% от образовавшихся. Для сравнения: в целом по России в 2023 году было переработано 26 млн тонн ТКО (52% от образовавшихся), что на 6,1% больше, чем в 2022 году [14].

### Обсуждение

Важно подчеркнуть, что самым действенным способом борьбы с захламлением земель является прогнозирование мест несанкционированных свалок с применением ГИС-технологий. Предлагаемый подход позволяет:

- оперативно выявлять потенциально опасные зоны до образования крупных свалок;
- оптимизировать маршруты инспекторов природоохранных служб;
- проводить превентивные мероприятия по предотвращению несанкционированного размещения отходов;
- эффективно распределять ограниченные бюджетные средства на экологический контроль;
- информировать население о недопустимости создания стихийных свалок.

Интеграция ГИС-слоев и картами с транспортной доступностью повышает прогноз появления новых стихийных свалок.

### Заключение

В результате исследования получены и представлены в виде электронной карты, на которой наглядно продемонстрированы местоположение, вероятных свалок отходов. Определено, что самым действенным способом борьбы с захламлением и загрязнением земель является прогнозирование мест несанкционированных свалок твердых коммунальных отходов. Необходимы также повышение экологического просвещения населения, которое является важнейшим инструментом формирования гражданской ответственности по отношению к местам проживания и сохранения природной среды, организации утилизации отходов и обустройство в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями мест захоронения отходов для обеспечения экологической безопасности региона.

Необходимо отметить, что в РФ требуется и корректировка законодательной базы в области обращения, утилизации отходов и рециклинга для организационных мероприятий, финансовых и иных стимулов для бизнеса в области переработки отходов и извлечения из отходов ценного сырья.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Чантурия В.А. Вклад ученых Российской академии наук в становление и развитие процессов обогащения и переработки минерального сырья к 300-летию Российской академии наук / В.А. Чантурия, Т.Н. Александрова // Цветные металлы. — 2024. — № 1. — С. 7–17.
2. Численность населения в Еврейской автономной области // GOGOV. — URL: <https://gogov.ru/population-ru/eao/> (дата обращения: 19.12.2025).
3. Еврейская автономная область в цифрах: краткий статистический сборник. — URL: <https://habstat.gks.ru/storage/mediabank/a1171200.pdf> (дата обращения: 19.12.2025).
4. Кимкано-Сутарский ГОК вредит экологии. — URL: <https://www.tatar-inform.ru/news/kimkano-sutarskiy-gok-vredit-ekologii-eao-121773> (дата обращения: 19.12.2025).
5. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ. — URL: <https://base.garant.ru/12115118> (дата обращения: 19.12.2025).
6. Михайлов В.Н. Гидрология / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. — Москва: Высшая школа, 2008. — 463 с.
7. Романова Е.М. Региональные особенности несанкционированных свалок твёрдых бытовых отходов Ульяновской области / Е.М. Романова, В.Н. Намазова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2008. — № 7 (45). — С. 50–55.



8. Липина Л.Н. Использование дистанционного зондирования земли для оценки геоэкологической ситуации в горнорудных районах Дальневосточного региона / Л.Н. Липина, М.Б. Бубнова, В.И. Усиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 523. — С. 517–524.
9. Геоинформационные системы и аэрокосмический мониторинг. — URL: <https://sovzond.ru/company/about/> (дата обращения: 19.12.2025).
10. Taganov A. Ecological monitoring of dangerous objects on the basis of vegetation indexing and evolutionary approach / A. Taganov, A. Kolesenkov, S. Babaev // 2016 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO 2016) — Including ECyPS 2016. — С. 468–472.
11. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. — Москва: Техносфера, 2013. — 592 с.
12. GIS-Lab. — URL: <http://gis-lab> (accessed: 19.12.2025).
13. Index of /srtm/version2. — URL: [https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/](https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/) (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
14. Приморское межрегиональное управление Россельхознадзора. — URL: <https://125.fsvps.gov.ru/> (дата обращения: 19.12.2025).
15. Ездина Н.П. Рециклинг и проблемы развития циркулярной экономики в России / Н.П. Ездина // Экономика и управление инновациями. — 2024. — № 2 (29). — С. 90–98.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Chanturiya V.A. Vklad uchenykh Rossijskoj akademii nauk v stanovlenie i razvitie processov obogashhenija i pererabotki mineral'nogo syr'ja k 300-letiju Rossijskoj akademii nauk [Contribution of Russian Academy of Sciences scientists to the formation and development of mineral processing and beneficiation processes for the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences] / V.A. Chanturiya, T.N. Aleksandrova // Tsvetnye Metally [Non-ferrous Metals]. — 2024. — № 1. — P. 7–17. [in Russian]
2. Chislennost' naseleniya v Yevrejskoj avtonomnoj oblasti [Population of the Jewish Autonomous Oblast] // GOGOV. — URL: <https://gogov.ru/population-ru/eao/> (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
3. Evrejskaja avtonomnaja oblast' v cifrah: kratkij statisticheskiy sbornik [Jewish Autonomous Region in figures: Short statistical digest]. — URL: <https://habstat.gks.ru/storage/mediabank/a1171200.pdf> (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
4. Kimkano-Sutarskiy GOK vredit jekologii [Kimkano-Sutarsky mining and processing plant harms the environment]. — URL: <https://www.tatar-inform.ru/news/kimkano-sutarskiy-gok-vredit-ekologii-eao-121773> (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
5. O sanitarno-jepidemiologicheskom blagopoluchii naselenija [On the sanitary and epidemiological welfare of the population]: Federal Law № 52-FZ of March 30, 1999. — URL: <https://base.garant.ru/12115118> (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
6. Mihajlov V.N. Gidrologija [Hydrology] / V.N. Mihajlov, A.D. Dobrovolskiy, S.A. Dobroljubov. — Moscow: Higher School, 2008. — 463 p. [in Russian]
7. Romanova E.M. Regional'nye osobennosti nesankcionirovannyh svalok tverdyh bytovyh othodov Ul'janovskoj oblasti [Regional features of unauthorized solid waste landfills in Ulyanovsk region] / E.M. Romanova, V.N. Namazova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Altai State Agricultural University]. — 2008. — № 7 (45). — P. 50–55. [in Russian]
8. Lipina L.N. Ispol'zovanie distancionnogo zondirovaniya zemli dlja ocenki geojekologicheskoj situacii v gornorudnyh rajonah Dal'nevostochnogo regiona [Use of Earth remote sensing for geoecological assessment in mining areas of the Far Eastern region] / L.N. Lipina, M.B. Bubnova, V.I. Usikov // Gornyj informacionno-analiticheskiy bjulleten' [Mining Informational and Analytical Bulletin]. — 2017. — № 523. — P. 517–524. [in Russian]
9. Geoinformacionnye sistemy i ajerokosmicheskiy monitoring [Geographic information systems and aerospace monitoring]. — URL: <https://sovzond.ru/company/about/> (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
10. Taganov A. Ecological monitoring of dangerous objects on the basis of vegetation indexing and evolutionary approach / A. Taganov, A. Kolesenkov, S. Babaev // 2016 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO 2016) — Including ECyPS 2016. — С. 468–472.
11. Shovengerdt R.A. Distancionnoe zondirovanie. Modeli i metody obrabotki izobrazhenij [Remote sensing. Models and methods of image processing] / R.A. Shovengerdt. — Moscow: Tehnosfera, 2013. — 592 p. [in Russian]
12. GIS-Lab. — URL: <http://gis-lab> (accessed: 19.12.2025).
13. Index of /srtm/version2. — URL: [https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/](https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/) (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
14. Primorskoye mezhhregional'noye upravleniye Rossel'khoznadzora [Primorsky Interregional Administration of Rosselkhoznadzor]. — URL: <https://125.fsvps.gov.ru/> (accessed: 19.12.2025). [in Russian]
15. Ezdina N.P. Recikling i problemy razvitiya cirkuljarnoj jekonomiki v Rossii [Recycling and problems of circular economy development in Russia] / N.P. Ezdina // Jekonomika i upravlenie innovacijami [Economics and Innovation Management]. — 2024. — № 2 (29). — P. 90–98. [in Russian]