

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

СЦЕНАРИИ
ПРИМЕНЕНИЯ БАС

СТРОИТЕЛЬСТВО

МОНИТОРИНГ ПОЛИГОНОВ ТБО

Март 2026

КЛЮЧЕВЫЕ УЧАСТНИКИ

ОРГАНЫ ВЛАСТИ

- Минприроды России
- Росприроднадзор
- Российский экологический оператор (РЭО)
- Министерство строительства и ЖКХ
- Роспотребнадзор
- Россельхознадзор

ИНСТИТУТЫ РАЗВИТИЯ

- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ
- Федеральный проектный институт «Экология будущего»
- ВНИИЦ «Экология»
- Агентство технологического развития

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКСПЕРТИЗА

- ООО «ЭКОЛАЙН-ВОСКРЕСЕНСК»
- ООО «Хартия»
- АО «Чистая планета»
- ЕМУП «Спецавтобаза»
- АО «Ситиматик»
- ООО «ТБО Экосервис»



Д. П. БУЦАЕВ

Замминистра природных ресурсов и экологии РФ

«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ — ВАЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ И ПЕРЕХОДА К ЭКОНОМИКЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА. ДРОНЫ ПОЗВОЛЯЮТ ОПЕРАТИВНО И КАЧЕСТВЕННО ПРОВОДИТЬ ИНВЕНТАРИЗАЦИЮ ПОЛИГОНОВ, ЧТО В ИТОГЕ ДЕЛАЕТ СИСТЕМУ БОЛЕЕ ПРОЗРАЧНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ»



НИА ЭКО
Сентябрь 2025 года

МИРОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА 2024 ГОД

1,4 МЛРД $

размер мирового рынка БАС мониторинга полигонов ТБО

> 2 000

Полигонов в мире обследовано дронами

>15,7 %

Ожидаемый среднегодовой темп роста рынка мониторинга ТБО с помощью БАС

результаты:

~40%

снизились затраты на съемку полигонов

>12 000

скоплений мусора было выявлено с помощью БАС в Сан-Франциско

Источники: Landfill Drone Survey Automation Market Research Report 2033, 2025; The San Francisco Standard, 2023

МИРОВОЙ ОПЫТ

SUEZ использует коптеры для мониторинга объёмов и контуров полигонов, контроля соблюдения высот, рекультивации и отчётности регулятору



на 80%

снижение затрат на съемку полигонов

до 20

минут снижение времени сбора пространственных данных

до 5

см точность съемки

Sniffer Robotics с 2022 года проводит мониторинг выбросов метана с помощью дронов для EPA на десятках полигонов



на 60%

снижение затрат на обход полигонов

>95%

Выявленных опасных выбросов метана

Источники: SUEZ Using DJI Drones For Waste Management, 2024
Deploying Advanced Monitoring Technologies at US Landfills is a Methane Mitigation Win, 2023

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ

С 2022 года Публично-правовая компания «Российский экологический оператор» (ППК РЭО) разработала и ввела в эксплуатацию информационную систему мониторинга объектов размещения твердых коммунальных отходов («Система мониторинга ТКО»)



Система включена в реестр российского программного обеспечения и предназначена для дистанционного контроля эксплуатации полигонов, выявления экологических нарушений, а также прогнозирования и предотвращения опасных ситуаций

Ключевой результат - регулярные облёты полигонов БАС, формирование цифровых «паспортов» объектов и возможность для региональных властей и РЭО в режиме онлайн контролировать состояние полигонов и выявлять нарушения

27 Объектов обследовано в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре

Источники: ППК «Российский экологический оператор». Официальный портал информационной системы мониторинга объектов размещения ТКО
ППК «Российский экологический оператор». Новость «Систему мониторинга РЭО включили в реестр отечественного ПО», 12.01.2025

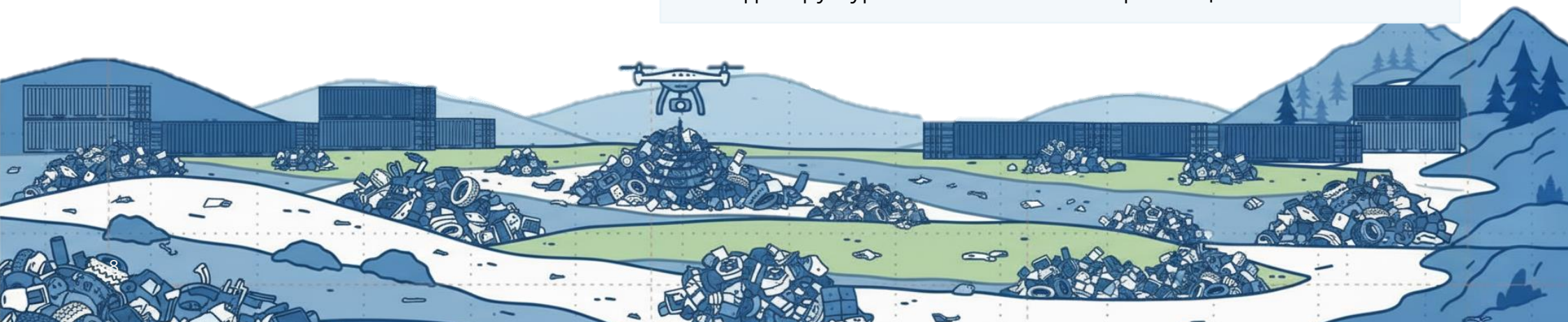
МЕХАНИКА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОЛИГОНОВ ТБО НА ПРЕДМЕТ СООТВЕТСТВИЯ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

1 Получение исходных данных

- Географические координаты и контуры полигона
- Высота мусорных навалов
- Объём накопленных отходов
- Текущий рельеф
- Температурные аномалии (очаги возгораний или выбросов)
- Выделение метана, других газов
- Фиксация инфраструктуры — гидроизоляция, дороги, дамбы

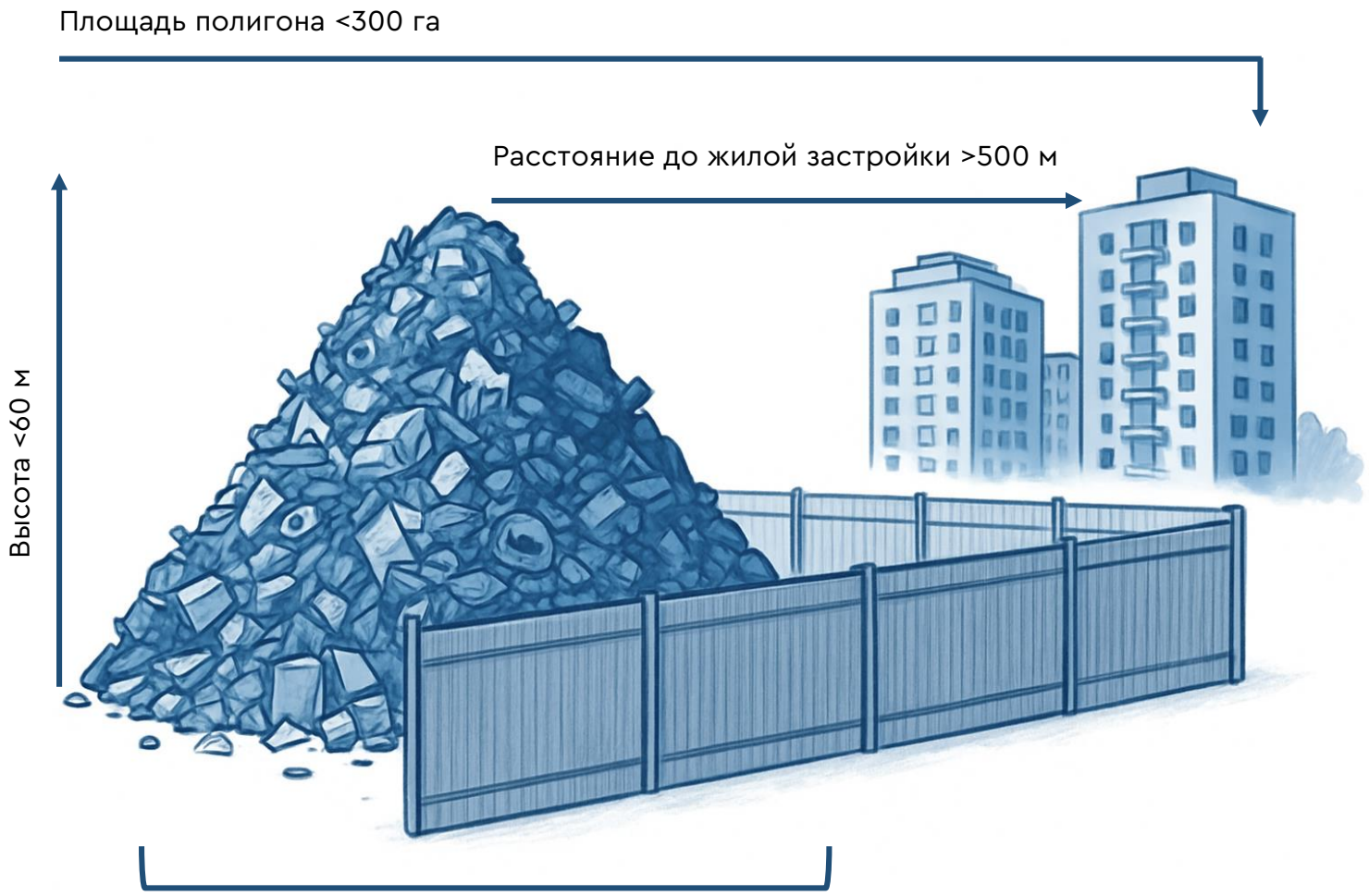
2 Формирование отчета

- Общие сведения о полигоне (название, координаты, класс опасности, оператор)
- Площадь и границы объекта, схема и карта расположения
- Данные по высоте и объёму отходов, расчёт заполненности (остаточная вместимость)
- Оценка динамики объемов накопления ТБО по результатам сравнения съёмок за разные периоды
- Фотографические и видео материалы, панорамные снимки 360°, ортофотопланы
- Карта температурных аномалий, очагов выбросов и зон превышения санитарных норм
- Аналитика по газоанализу/выбросам
- Выводы по соответствию полигона нормативным требованиям и законодательству, расположению объектов внешней инфраструктуры относительно санитарно-защитных зон



ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛИГОНАМ ТБО

Для полигонов ТБО установлены нормативные требования, регулирующие параметры размещения и эксплуатации — от высоты и расстояния до жилой застройки до контроля за образующимся свалочным газом и его составом



Рекомендуется четкое зонирование полигона на несколько отдельных рабочих зон — небольших участков складирования, каждая из которых имеет ограниченные размеры (обычно 5–12 м в ширину и 30–150 м в длину)

Средний удельный выход биогаза ~0,17 кг биогаза/кг

Состав биогаза:

- CH_4 метан ~53%
- CO_2 углекислый газ ~45%
- прочие <2%

Отчёты о результатах мониторинга должны ежегодно (до 15 января следующего года) предоставляться собственниками либо эксплуатирующими организациями полигона в территориальный орган Росприроднадзора по месту нахождения объекта размещения отходов

ОХВАТ ЗАДАЧ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ В РАМКАХ МОНИТОРИНГА ПОЛИГОНОВ ТБО

В рамках мониторинга состояния полигонов ТБО на соответствие нормативным требованиям необходимо решать задачи различного типа - от визуального контроля и замеров до химического анализа. Эти задачи требуют применения разных методов, которые частично или полностью перекрывают потребности сценария

Типы задач мониторинга	БАС	Спутник	Геодезия	Лаб. анализы	Сенсорные системы
Оперативный контроль текущего состояния полигонов ТБО	●	●	○	○	●
Контроль соответствия нормативным требованиям	●	◑	●	◑	◑
Оценка заполненности, высоты навалов и объемов складирования	●	◑[1]	●	○	○
Выявление несанкционированных свалок	●	●	○	○	○
Выявление нарушений размещения и складирования	●	●	●	○	○

● Выполняется полностью ◑ Выполняется частично ○ Не выполняется

[1] При наличии снимков высокого разрешения с перекрытиями

ОПИСАНИЕ СЦЕНАРИЯ

Мониторинг состояния полигонов ТБО на предмет соответствия нормативным требованиям

ЗАДАЧИ

Оперативный контроль текущего состояния полигонов ТБО, соответствия нормативам, оценка заполненности, высоты навалов и объемов складирования, выявление несанкционированных свалок, нарушений размещения и складирования

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРОЦЕСС

Работы выполняются по расписанию или по требованию. БАС запускается по автоматизированному маршруту с использованием спутниковой навигации с целью съемки полигона. Результаты полетной съёмки передаются в аналитический модуль и ГИС-систему.

КЛЮЧЕВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате применения БАС заказчик получает:

1. Ортофотоплан полигона
2. 3D-модель рельефа, высот и объемов мусора, облако точек
3. Карта выявленных нарушений и инцидентов
4. Отчеты о соответствии нормативным требованиям

ЭФФЕКТЫ

1. Повышение скорости и точности мониторинга
2. Сокращение времени получения аналитики
3. Оперативное выявление нарушений до их системных последствий
4. Повышение прозрачности и достоверности отчетности
5. Снижение финансовых и экологических рисков (меньше штрафов и ЧС)

ЗАКАЗЧИКИ

Управляющие компании полигонов, подрядчики, региональные операторы по обращению с отходами, контрольно-надзорные органы (Минприроды, Росприроднадзор)

МОДЕЛЬНЫЙ СЦЕНАРИЙ

Сценарий приведен для участка патрулирования площади до 80 га частотой 4 раза в год[1]

[1]Источники: СанПиН 2.1.7.1038-01, ФЗ №89

УСЛОВИЯ СЦЕНАРИЯ

Сезон выполнения работ	Круглогодично
Высота полета, м	<120
Ширина захвата, м	<120
Длительность полета, мин	60
Производительность, га	80
Грузоподъемность, кг	2,5
Необходимый тип БАС	Мультикоптер
Стандартный комплекс для выполнения работ	• Камера • Лидар • Тепловизор • Газоанализатор
Система навигации	• GPS/ГЛОНАСС с RTK • Автоматическое следование маршруту
Программное обеспечение	ПО для БАС: • Построение маршрутов полета • Обработка и фотограмметрия ПО для аналитики: • Построение 3D модели • Автоматически выявленные нарушения • Геопривязанные карты дефектов и аналитические отчёты
Энергоустановка	Электродвигатели

КАТАЛОГ БАС

Для мониторинга полигонов ТБО наиболее подходящими являются БАС с высокой точностью позиционирования, возможностью работы с фотограмметрией, хорошей автономностью и ветроустойчивостью

Модель	Геоскан 401 Геодезия	Skyeer X4	Геоскан 801	DJI Phantom 4 RTK[1]	DJI Matrice 300 RTK
Внешний вид БПЛА					
Производитель	ГК «Геоскан» (Россия)	Skyeer, Россия	ГК «Геоскан» (Россия)	DJI (Китай)	DJI (Китай)
Грузоподъемность, кг	2,5	3	1,5	1,3	2,7
Время в полете, мин	60	45	40	30	55
Радиус действия, км	30	8	10	7	15
Скорость полета, км/ч	до 36	до 50	до 54	до 50	до 83
Тип двигателя	Электрический	Электрический	Электрический	Электрический	Электрический
Устойчивость к ветру	до 12 м/с	до 12 м/с	до 12 м/с	до 10 м/с	до 17 м/с

Примечание: заявленные характеристики представлены по данным производителей. Для подтверждения необходимо проведение испытаний

[1] Рекомендуется использование с заводским комплектом оборудования из-за ограниченной грузоподъемности. Данная модель применяется для мониторинга ТБО в мире

КАТАЛОГ ПО

Для решения задач мониторинга состояния полигонов ТБО на предмет соответствия нормативным требованиям поддерживающая весь цикл от съёмки до автоматизированной аналитики и передачи отчётов в контролирующие органы

Наименование	GeoScan Planner	Skyeer IT	Supercam Analytics	DJI Terra	Pix4Dmapper
Планирование маршрутов по рельефу	✓	✓	✓	✓	✓
ГИС-аналитика	✓	✓	✓	✓	✓
Автоматизированная генерация отчётов по шаблонам надзорных органов	✓	✓	✓	✓	✓
Платформа (интеграция данных)	✓	✓	✓	✓	✓
Страна производства	Россия	Россия	Россия	Китай	Швейцария

✓ Зрелое решение

✓ Решение на этапе развития либо доступно через интеграцию

КАТАЛОГ ОБОРУДОВАНИЯ

Для выполнения задач по мониторингу состояния полигонов ТБО на предмет соответствия нормативным требованиям с помощью БАС из оборудования необходимы камера (часто идет в базовой комплектации БАС), лидар, тепловизор и газоанализатор

Наименование	Геоскан	Skyeer IT	Supercam	DJI
Камера	Идет в базовой комплектации	Идет в базовой комплектации	✔	✔
Тепловизор	✔	✔	✔	✔
3D-лидар	✔	✔	✔	✔
Газоанализатор	✔	✔	✔	✔
Страна производства	**Россия**	**Россия**	**Россия**	**Китай**

✔ Зрелое решение

✔ Решение на этапе развития либо доступно через интеграцию

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДОВ

БАС являются наиболее эффективным и сбалансированным методом мониторинга полигонов ТБО по всем основным критериям: они позволяют выявлять скрытые нарушения, обеспечивают высокую точность съемки, комплексность охвата и юридическую валидность при низкой трудоемкости

✓ – наилучший показатель

Показатели рассчитаны для модельного сценария:
Съемка участка протяженностью 80 га

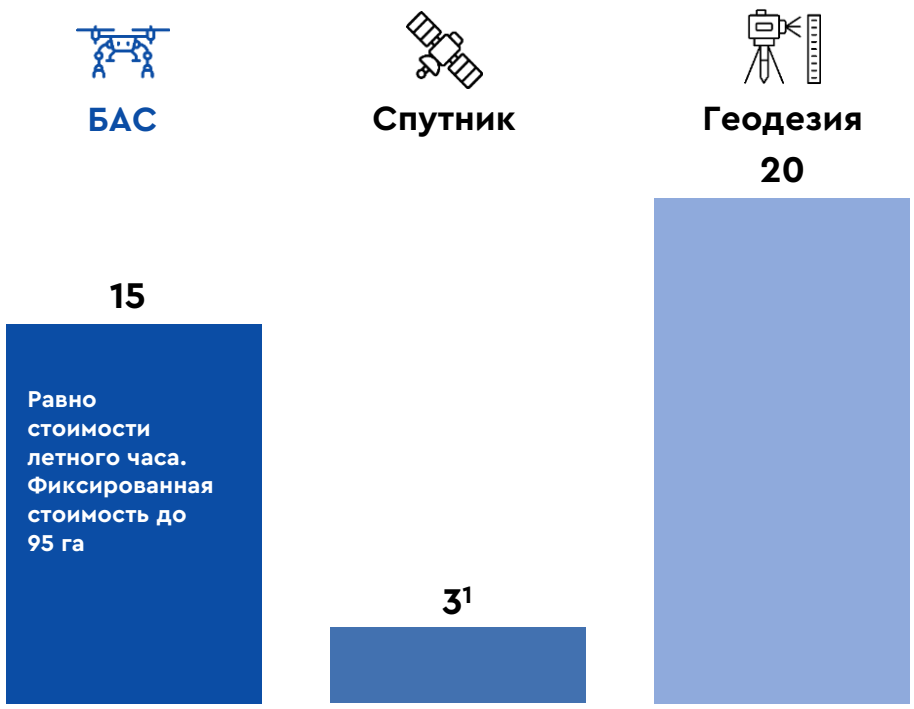
Критерий	БАС	Спутник	Геодезия*	Лаб. Анализы*	Сенсорные системы*
Возможность выявления скрытых и нелегальных нарушений	✓ Высокая	Средняя	Низкая	✓ Высокая	✓ Высокая
Комплексность задач	✓ Максимальная	Высокая	Ограниченная	Точечная	Точечная
Охват территории за раз, га	<400	✓ <10 000	<20	-	-
Точность съемки	3-5 см	0,3-10 м	✓ 1-3 см	-	-
Автоматизация обработки и отчетности	✓ Высокая	✓ Высокая	Низкая	Частичная	✓ Высокая
Трудоемкость	✓ Низкая	✓ Низкая	Высокая	Высокая	✓ Низкая
Юридическая и нормативная валидность	✓ Высокая	Средняя	✓ Высокая	✓ Высокая	✓ Высокая

* Методы применимы для выполнения ограниченного перечня задач. См. слайд «Охват задач различными методами в рамках мониторинга полигонов ТБО»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАС

Мониторинг с применением БАС обеспечивает оптимальное совмещение низкой себестоимости, высокой автоматизации, безопасности и детализации данных при кратных преимуществах по сравнению с классическими геодезическими и спутниковыми методами для периодической оценки состояния объектов ТБО

СЕБЕСТОИМОСТЬ МОНИТОРИНГА 1 га, тыс. руб.



Себестоимость 1 мониторинга (тыс. руб./80 га)

БАС	Спутник	Геодезия
15	3[1]	120[2]

БАС-мониторинг:

- стоимость включает построение ортофотопланов, 3D-моделей и автоматическую интеграцию с ГИС, что существенно снижает трудозатраты и даёт высокую детализацию

Спутник:

- выгоден для оперативного контроля больших площадей, однако детализация ниже, а зависимость от облачности и актуальности данных выше

Геодезия:

- включает работы геодезистов, тахеометрическую съемку и построение топографического плана, обеспечивает максимальную точность и нормативную легитимность, но требует значительных затрат времени и физических ресурсов

[1] Стоимость приобретения снимков (без учета аналитики). Цена может варьироваться и зависит от площади мониторинга и качества получаемых снимков
[2] Включает в себя мониторинг мест складирования ТБО с использованием данных ДЗЗ, работу технических специалистов и составление отчета

ОБЪЕМ ПЕРСПЕКТИВНОГО РЫНКА

Рынок услуг мониторинг состояния полигонов ТБО с применением БАС в строительной отрасли к 2030 году будет расти несмотря на инициативу по сокращению количества полигонов ТБО. Постоянное технологическое развитие дронов и их удешевление способствует выходу на рынок со значительным ростом его охвата

Показатели	2024	2030 (прогноз)
Количество полигонов ТБО[1], шт. По данным РЭО, Федеральная государственная информационная система учёта ТКО	1 200	700
Частота мониторинга 1 полигона ТБО, раз в год	4	4
Частота мониторинга, раз в год	4 800	2 800
Уровень проникновения БАС, % По данным РЭО, Федеральная государственная информационная система учёта ТКО	40	90
Объем рынка БАС в натуральном выражении, шт.	480	630
Цена БАС, млн руб.	3,49	3,49*
Объем рынка БАС в стоимостном выражении, млрд руб.	1,68	2,2*
Производительность БАС, дней/год	250	250*
Необходимое число БАС одномоментно, ед. Исходя из коэффициента регионального покрытия равного 1,5	59	59*
Срок жизни БАС, лет	5	5*
Необходимый объем поставок БАС, ед. в год	12	12

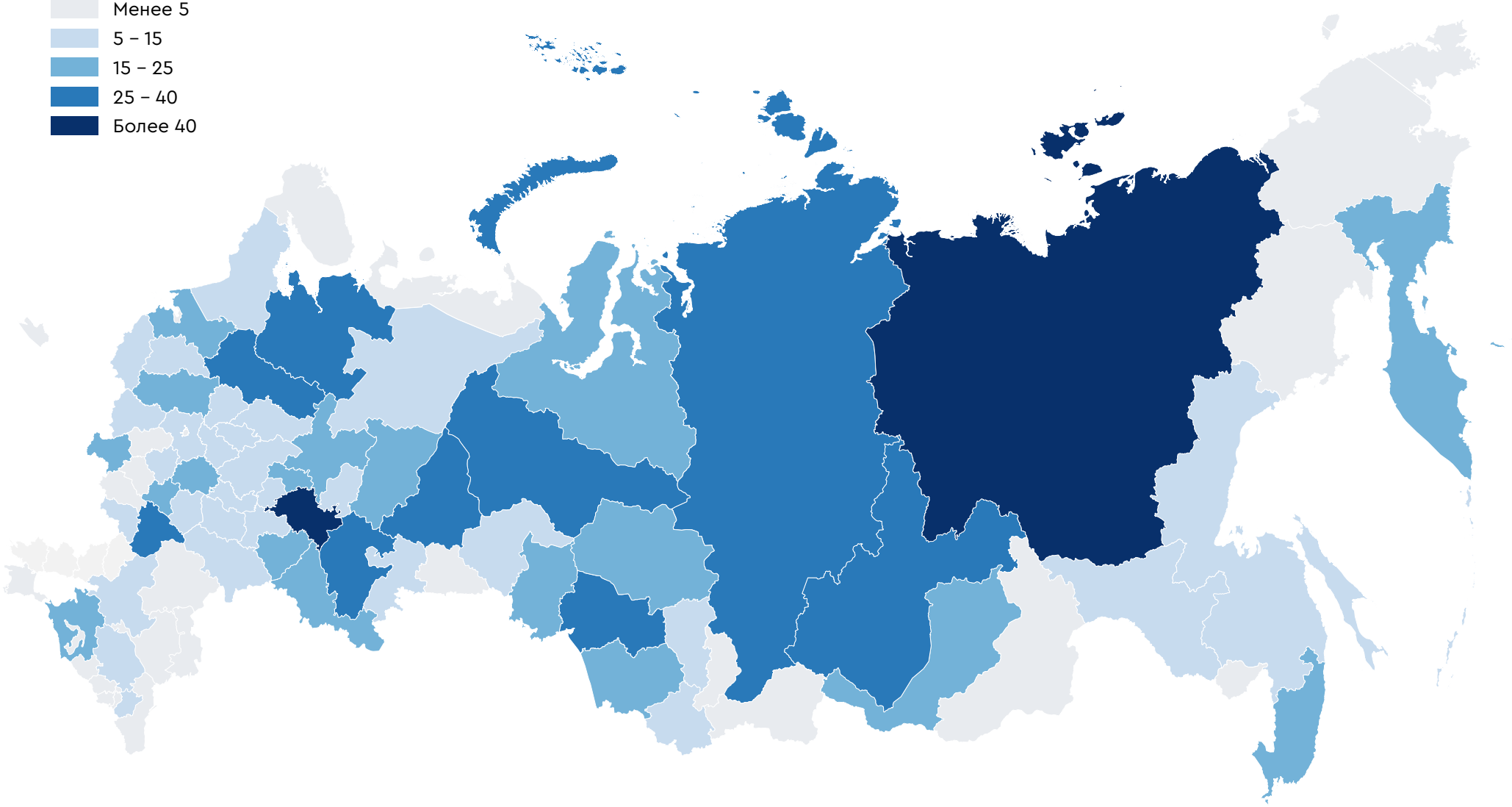
- *— прогноз без учета инфляции и динамики развития технологий и прочих изменений*

[1] *Крупные полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), не включая мелкие свалки и временные площадки накопления отходов*

ЦЕЛЕВАЯ ГЕОГРАФИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БАС

Количество объектов захоронения отходов[1], единиц

- Менее 5
- 5 – 15
- 15 – 25
- 25 – 40
- Более 40



1 – по данным ФГИС УТКО

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ

При расчете рейтинга были проанализированы результаты деятельности 20 лучших компаний в сфере обращения с отходами в Российской Федерации

№	Операторы и эксплуатанты полигонов ТБО	Выручка, млн. руб.
1	АО "ЭКОТЕХПРОМ"	36 502
2	ООО "ХАРТИЯ"	16 594
3	ООО "ЭКОЛАЙФ"	12 030
4	ООО "МСК-НТ"	11 116
5	ООО "ЭкоЦентр"	9 386
6	ЗАО "ЭКОС"	9 040
7	ООО "ЭКОЛАЙН"	7 649
8	ООО "Сергиево-Посадский Региональный Оператор"	7 531
9	ООО "РУЗСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЕРАТОР"	7 076
10	АО "Управляющая компания по обращению с отходами в Ленинградской области"	6 683

№	Операторы и эксплуатанты полигонов ТБО	Выручка, млн. руб.
11	ООО "Магнит"	5 985
12	АО "СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ АВТОБАЗА"	5 852
13	АО "Мусороуборочная компания"	5 698
14	ООО "Центр коммунального сервиса"	5 685
15	ООО "ЭКОЛОГИСТИКА"	4 975
16	ООО "Каширский Региональный Оператор"	4 841
17	ООО "ЭКОСТРОЙРЕСУРС"	4 647
18	АО "ПЕРМСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЕРАТОР ТКО"	4 379
19	АО "Крайжилкомресурс"	4 307
20	ООО "ЭкоЛайн-Воскресенск"	4 284

Источник: Рейтинг организаций по выручке по виду деятельности "Сбор отходов«, 2024

ЭКСПЛУАТАНТЫ БАС

№	ОРГАНИЗАЦИЯ	РЕГИОН
1	Геоскан	Санкт-Петербург, Москва
2	Skyeer IT	Москва
3	Беспилотные системы (Supercam)	Казань
4	Аэромакс	Москва
5	Коптер Экспресс (COEX)	Москва
6	ZALA Aero	Москва
7	АО «Аэрокон»	МО
8	ООО БАС	Москва
9	ООО «Русские Дроны»	Санкт-Петербург
10	Орлан	Санкт-Петербург



ДЛЯ ЗАМЕТОК

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

42 сценария применения БАС

6 отраслей экономики*

УЧРЕДИТЕЛИ

Минпромторг России

ПЛАТФОРМА НТИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

НАШИ ЗАДАЧИ

Анализируем отрасль
- **Сценарии применения БАС и БРС**
- Аналитика рынка
- Рейтинг дронификации регионов
- Модель отрасли

Поддерживаем разработки
- Центр коллективного пользования
- Лабораторно-исследовательский центр
- Летно-испытательный комплекс
- Цифровая платформа

Поддерживаем внедрение
- Пилотные проекты внедрения
- Содействие экспорту
- Полетный сервис

Помогаем регионам
- Региональный совет отрасли БАС
- Развитие сети научно-производственных центров

Готовим кадры
- Учебный центр БАС
- Соревнования

Продвигаем отрасль
- Мероприятия
- Медиасопровождение

КОНТАКТЫ

Индустриальный парк «Руднево», г. Москва

фцбас.рф

infoFCBAS@develop.mos.ru

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО
- Внесение пестицидов на поля
- Визуальный мониторинг, анализ состояния посевов
- Внесение удобрений на поля
- Внесение семян риса
- Борьба с борщевиком
- Поиск косяков рыб
- Незаконный вылов рыбы

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- Мониторинг пожарной опасности
- Сопровождение групп тушения пожаров
- Таксация лесосек
- Таксация лесных насаждений
- Лесопатологический мониторинг
- Мониторинг незаконных рубок, патрулирование лесов
- Подсчет животных в ООПТ

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЖКХ
- Предпроектные изыскания
- Контроль хода строительных работ
- Контроль соблюдения техники безопасности на стройке
- Контроль карьеров и земляных работ
- Контроль использования земельных участков
- Поиск дефектов промышленных зданий
- Мониторинг тесных пространств
- Мониторинг свалок ТБО
- Мониторинг теплотрасс
- Мойка окон

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
- Регулярный мониторинг ЛЭП
- Детальный мониторинг ЛЭП
- Мониторинг трубопроводов
- Контроль складов и отвалов
- Патрулирование объектов инфраструктуры
- Геофизическая разведка
- Экологический контроль
- Ледовый мониторинг

ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА
- Доставка небольших грузов в городах и пригородах
- Доставка в удаленные труднодоступные районы
- Мониторинг железных дорог
- Мониторинг состояния дорожного покрытия

БЕЗОПАСНОСТЬ
- Тушение пожаров в высотных зданиях
- Поиск пропавших людей
- Мониторинг ПДД
- Разбор ДТП
- Оценка ущерба от ЧС
- Мониторинг паводков и затоплений

*БАС может применяться для решения намного большего числа задач. Перспективными сценариями считаются наиболее технологически готовые и с потенциалом массового внедрения

Сценарии применения БАС размещены на цифровой платформе Минпромторга России ГИПС