

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский экономический университет имени  
Г.В. Плеханова»**

**Высшая школа кибертехнологий, математики и статистики  
Базовая кафедра цифровой экономики института развития  
информационного общества**

## **Реферат**

**по дисциплине «Разработка мобильных приложений»**

**на тему**

**«Применение БПЛА в мониторинге и ликвидации незаконных свалок»**

**Выполнил:**

**Студент 3 курса группы 15.27Д-БИ19/22Б**

**очной формы обучения**

**Нгуен Као Бач.**

**Научный руководитель:**

**Попов А.А., к.т.н.,  
доцент кафедры информатики**

**Москва – 2024**

## **Содержание**

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1: Обзор технологии БПЛА .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 2. Порядок использования БПЛА при обращении с незаконными свалками.....</b>	<b>10</b>
<b>Глава 3. Оценка преимуществ, вызовов и перспектив развития БПЛА .</b>	<b>18</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>22</b>
<b>Список использованных источников.....</b>	<b>24</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>26</b>
<b>Приложение В.....</b>	<b>27</b>

## **Введение**

В современном развитом обществе обработка отходов и защита окружающей среды всегда являются приоритетными задачами для стран всего мира. Каждый год человечество выбрасывает более 8 миллионов тонн пластиковых отходов в океан. Во Вьетнаме, согласно национальному отчету о состоянии морской и островной среды, подготовленному Министерством природных ресурсов и окружающей среды, количество потребляемого пластика на душу населения в Вьетнаме резко увеличилось с 3,8 кг/человека/год в 1990 году до 54 кг/человека/год в 2018 году. Из этого, количество пластиковых отходов, сбрасываемых в морскую среду, составляет упаковка — 37,43%, в то время как бытовые отходы составляют 29,26%.

Не только в морской среде, но и на суше незаконное загрязнение отходами также происходит, особенно в горных или удаленных районах, где правительству сложно контролировать ситуацию. Незаконный сброс промышленных, бытовых и строительных отходов наносит ущерб ландшафту, загрязняет водные и земельные ресурсы и угрожает здоровью человека. Традиционные методы мониторинга, такие как ручные патрулирования или установка камер, испытывают трудности в обнаружении незаконных свалок из-за высоких затрат, временных затрат и иногда неэффективности в труднодоступных местах.

В этой ситуации тестирование мониторинга отходов с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) рассматривается как целесообразное и современное решение. Эти устройства приносят ряд преимуществ, включая мобильность и возможность получения изображений в реальном времени из удаленных и труднодоступных мест по более низкой стоимости без угрозы безопасности операторов. С сильным развитием

технологий тепловых сенсоров, лидаров и искусственного интеллекта (ИИ), БПЛА становятся все более эффективными инструментами для обнаружения, мониторинга и управления незаконными отходами.

В данном реферате обсуждается опыт использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в управлении незаконными свалками и контроле отходов в морской среде. Использование БПЛА в управлении свалками и отходами имеет историю более 10 лет, но только в последние 3-4 года оно действительно стало развиваться. Исследования с 2010 по 2021 год показывают, что БПЛА в основном используются для измерения пространственных и объемных характеристик свалок из-за практических потребностей в управлении. Четверть исследований сосредоточена на мониторинге выбросов свалок, особенно метана. Однако комплексные оценки технологий свалок и экологической безопасности все еще довольно ограничены. Современные технологии БПЛА, в сочетании с современными сенсорами, позволяют эффективно собирать и анализировать данные удаленно. Это помогает выявлять экологические последствия и обеспечивать соответствие свалок стандартам эксплуатации, способствуя улучшению качества управления.

# **Глава 1: Обзор технологии БПЛА**

## **1.1 Что такое БПЛА?**

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) изначально использовались исключительно в военных целях. Однако благодаря стремительному развитию технологий они начали внедряться в различные сферы жизни, включая сельское хозяйство, промышленность и развлечения.

БПЛА — это аббревиатура от фразы «Беспилотный летательный аппарат», что означает беспилотный летательный аппарат. Это общее название для летательных аппаратов, которые работают без присутствия пилота, экипажа или каких-либо пассажиров на борту, как робот, который может управляться удаленно с помощью сложной системы. Этот аппарат будет следовать заранее запрограммированным маршрутам полета или управляться пилотом на наземной контрольной станции на основе системы датчиков и детекторов LIDAR (3D-сканирование пространства) для расчета собственного движения.

БПЛА впервые появились в июле 1849 года в Италии. К началу 20 века дроны начали улучшаться по внешнему виду, двигателям и сфере применения. Сегодня ученые смогли создать дроны с разнообразными дизайнами и небольшими размерами, также известные как дроны. Дроны обычно имеют размеры от маленьких до средних и различную мощность двигателей. Для дронов, оснащенных дополнительными камерами наблюдения, их называют Flugcam, что помогает пользователям записывать изображения с воздуха.

БПЛА можно классифицировать на множество типов, как и любые другие виды летательных аппаратов, в зависимости от конструктивной конфигурации, такой как вес или тип двигателя, максимальная высота полета,

уровень автономности, боевое назначение и т. д. БПЛА были классифицированы по следующим критериям:

**а) Классификация по весу**

На основе веса беспилотные летательные аппараты (БПЛА) могут быть классифицированы на пять типов следующим образом:

№	Тип БПЛА	Вес
1	Нано-БПЛА	до 250 г
2	Микро-БПЛА (Micro Air Vehicles - MAV)	250 г – 2 кг
3	Миниатюрные или малые БПЛА (Miniature UAV or Small UAV - SUAV)	2 – 25 кг
4	Средние БПЛА (Medium UAV)	25 – 150 кг
5	Крупные БПЛА (Large UAV)	свыше 150 кг

Таблица 1. Классификация БПЛА по весу

**б) Классификация по высоте полёта**

В зависимости от высоты полёта, БПЛА можно классифицировать следующим образом:

Тип БПЛА	Высота полёта (м)	Дальность действия (км)
Hand-held	600	~2
Close	1500	~10
NATO type	3000	~10
Tactical	5500	~160
MALE	2000	~200

Таблица 2. Классификация БПЛА по высоте полета и дальности действия

**с) Классификация по уровню автономности**

Беспилотные летательные аппараты также могут классифицироваться в зависимости от уровня автономности в выполнении полетов. ICAO (Международная организация гражданской авиации) делит беспилотные

аппараты на управляемые дистанционно и полностью автономные. Некоторые БПЛА имеют средний уровень автономности.

#### **d) Классификация на основе комплексных критериев**

Помимо классификации по отдельным критериям, таким как высота полета, масса и другие, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) могут быть классифицированы по совокупности критериев. Примером такой классификации является система беспилотных авиационных комплексов (UAS) армии США, которая разделяет БПЛА на основании их массы, максимальной высоты полета и скорости компонентов аппарата.

### **1.2 Применение БПЛА**

БПЛА становятся важной и незаменимой частью во многих различных областях. Достижения в области технологий открыли множество новых возможностей для широкого использования БПЛА: от управления окружающей средой до мониторинга безопасности и даже в секторе развлечений.

#### **а) Экологический мониторинг**

Беспилотные летательные аппараты позволяют проводить мониторинг лесов быстрее и более детально. Снимки и видеозаписи, полученные с дронов, помогают оценить площадь лесов, определить плотность насаждений и своевременно выявлять такие проблемы, как незаконная вырубка леса или признаки его деградации.

LiDAR и мультиспектральные сенсоры также позволяют нам определять цвет листьев, что помогает выявлять потенциальные болезни, улучшая управление лесами, исследования и охрану природы.

Кроме того, БПЛА играют важную роль в мониторинге изменений климата, таких как контроль за темпом таяния ледников или оценка риска наводнений в прибрежных районах.

В частности, БПЛА крайне полезны для обнаружения незаконных свалок, предоставляя информацию в реальном времени из удаленных районов, куда властям трудно добраться и управлять ситуацией. Эти устройства также могут обнаруживать горячие точки на свалках, где метан, образующийся от разложения отходов, может представлять опасность.

## **б) Военная сфера**

Это первая и чрезвычайно важная сфера беспилотных летательных аппаратов. В военной области в настоящее время около 95 стран и территорий мира обладают военными БПЛА, из которых в эксплуатации находится около 20 000-25 000 беспилотных летательных аппаратов сотен типов в армиях многих стран. Соединенные Штаты считаются крупнейшим производителем беспилотных боевых летательных аппаратов в мире.

С быстрым развитием технологий ученые улучшили беспилотные летательные аппараты, сделав их более разнообразными по дизайну, функциям, размерам и весу. Кроме того, они интегрировали современные технологии, а также искусственный интеллект, чтобы сделать БПЛА более продвинутыми и удобными для применения во всех областях, включая военную.

БПЛА выполняют задачи разведки, наблюдения, маскировки и шпионажа в труднодоступных местах, помогая защищать безопасность или становясь мишенями для практических стрельб на учениях. Они также используются для учебных полетов, поисково-спасательных операций, сбора



метеорологических данных, создания 3D-карт для наблюдения за местностью и объектами, транспортировки логистики, технических товаров, военной медицины, спасения и скорой помощи; пропаганды, распространения листовок, токсичных веществ, радиоактивных веществ и т. д.

### **с) Городское управление**

Например, во Вьетнаме исследование, представленное на Конференции по безопасности дорожного движения 2023 года, заявило, что БПЛА будут приоритетом для инспекции городского порядка в Хошимине.

Авторы использовали БПЛА для сбора данных и изображений городского порядка в городе. Затем они применили инструменты анализа изображений и обработки данных для оценки городской ситуации, включая информацию о движении, спутниковых городах и общественной инфраструктуре. Результаты показали, что использование БПЛА является современным, эффективным и широко применимым решением для мониторинга и проверки городской безопасности и порядка. БПЛА могут летать на больших высотах, что помогает наблюдать за обширными территориями. Это способствует быстрому и точному выявлению нарушений, таких как незаконное строительство домов или незаконные свалки.

Однако использование БПЛА в этой стране все еще сталкивается с некоторыми проблемами. В настоящее время правовые нормы по использованию БПЛА во Вьетнаме остаются неполными и несогласованными. Это может создавать трудности для властей в эффективном и безопасном использовании БПЛА. Что касается человеческих ресурсов, использование БПЛА требует от операторов специализированных знаний и навыков. В настоящее время эти ресурсы все еще ограничены.

## **Глава 2. Порядок использования БПЛА при обращении с незаконными свалками**

### **2.1 Опыт применения дронов в разных странах**

В апреле 2021 года в городах Борнмут, Крайстчерч и Пул (ВСП), Англия, был запущен эксперимент с дронами. Городской совет сотрудничал с экологической благотворительной организацией Hubbub, стартапом Ellipsis Earth и сетью быстрого питания McDonald's (которая спонсировала эксперимент). Проект использует данные с дронов для информирования о размещении контейнеров для мусора, графиках уборки улиц и кампаниях по изменению поведения, связанным с мусором. Цель состоит в том, чтобы создать рекомендации, которые можно будет воспроизвести и применить к другим местным властям.

Программное обеспечение Ellipsis Earth будет сканировать и обрабатывать изображения, полученные с помощью БПЛА, чтобы автоматически и быстро выявлять паттерны в мусоре и количественно оценивать их по брендам и типам, создавая тепловые карты отходов. Эти данные будут переданы их экспертам вместе с анализом и рекомендациями по решениям.

Однако проект также вызвал опасения по поводу конфиденциальности. Ellipsis Earth заявила, что проверки будут проводиться в ранние часы каждого дня и что их программное обеспечение также может автоматически отклонять любые изображения, которые могут идентифицировать людей, пикселизировать их и затем удалять из системы, чтобы избежать проблем с идентификационными знаками.

Проект также использовался в городе Сорренто, Италия, летом 2020 года, где он был признан большим успехом. Это помогло властям сократить количество отходов на 45% и отходов от сигарет на 69%.

В Соединенных Штатах и Западной Европе за последние полвека технологии обработки отходов значительно улучшились. Вместо того чтобы хранить хаотичные отходы на открытых свалках, были внедрены современные технологии обработки свалок, которые оказались эффективными. Основные положения концепции управляемых свалок были добавлены в законодательство Европейского Союза и Соединенных Штатов. Места для утилизации отходов (WDS) в этих странах функционируют согласно хорошо разработанным и стабильным технологиям под строгим контролем государственных управлений. В то же время это означает, что серьезность проблемы, связанной с воздействием WDS на окружающую среду, снизилась, но вопрос мониторинга операций WDS остается актуальным.

Однако в развивающихся странах, где большинство отходов все еще отправляется на свалки, технологии управления остаются на примитивном уровне. Наиболее распространенной практикой мониторинга технологических свалок является наземная проверка. В этих странах разработка и применение методов дистанционного мониторинга давно представляют интерес, поскольку они экономят время и человеческие ресурсы, а также снижают риски для персонала при инспекции опасных участков объекта. Первые попытки использования БПЛА для изучения свалок начались в 1970-х годах в Соединенных Штатах. Законы там требовали, чтобы все свалки оценивались, их владельцы идентифицировались, а заброшенные свалки подлежали рекультивации, если они были признаны источниками загрязнения окружающей среды.

В результате были разработаны методологические рамки и процедуры для использования аэрофотоснимков в оценке и классификации свалок. Аэрофотоснимки использовались на действующих свалках для создания детализированных топографических карт, определения площади, объема отходов, уровня заполнения и других пространственных характеристик.

Кроме того, аэрофотоснимки полезны для оценки практики хранения отходов, типов отходов, мест утилизации жидких отходов и других факторов. Исследования также показали, что детализированные топографические карты свалок и окружающих территорий помогают выявлять потенциальные пути миграции загрязняющих веществ в поверхностные или подземные воды.

Хотя использование БПЛА показало превосходную эффективность с точки зрения простоты, эффективности и стоимости обследования по сравнению с традиционными методами, применение БПЛА в управлении свалками все еще ограничено. Некоторые исследования сосредоточены только на конкретных аспектах, таких как расчет объема отходов или определение источников выбросов метана, что делает применение БПЛА более дорогим за счет улучшения БПЛА с помощью лазерных сканеров, тепловизоров или мультиспектральных сенсоров. Однако применение недорогих БПЛА с обычными RGB-камерами для обеспечения правильной работы свалок не было изучено подробно. Многие платформы для обработки изображений данных с БПЛА появились, но по-прежнему сильно зависят от опыта и экспертизы...

## **2.2 Использование БПЛА для мониторинга и управления свалками в Пермском крае**

В рамках данного исследования были обследованы свалки твердых бытовых отходов (ТБО) в Пермском крае, Россия. Исследование не только

фокусируется на действующих свалках, но и распространяется на ряд свалок, которые прекратили работу, но не были полностью реконструированы, площадью от 2,2 до 45 га и объемами накопленных отходов от 75 до 5288 тыс. м<sup>3</sup>. Это делается для проверки методов обнаружения распространенных проблем, таких как утечки фильтрата на свалках.

Название объекта	Тип объекта	География (город, регион)	Площадь объекта (гектары)	Объем накопленных отходов (тыс. м <sup>3</sup> )
Landfill «S»	MSW landfill	Perm, Perm Region	45.0	5288
Landfill «Ch»	Industrial & MSW landfill	Chusovoy, Perm Region	8.0	473
Landfill «M»	MSW landfill	Kungur, Perm Region	2.2	75
Dump «I»	MSW dump	Ilyinsky village, Perm Region	3.0	No data
Dump «L»	MSW dump	Lyamino village, Perm Region	3.2	248

Таблица 3. Общие сведения об обследованных свалках Пермского края

Подробная информация об исследуемых объектах представлена в Таблице 3. Эти факторы помогают определить соответствующую стратегию развертывания БПЛА, особенно с учетом размера и эксплуатационного состояния каждой свалки. Поскольку большинство свалок имеют небольшую площадь, предпочтение отдается мультикоптерным БПЛА. Этот тип БПЛА обладает высокой мобильностью, низкой стоимостью и быстрым развертыванием. Были выбраны БПЛА серии DJI Phantom (включая Phantom 3 Pro, Phantom 4 и Phantom 4 Pro), а также экспериментальные модели БПЛА, улучшенные с помощью программного обеспечения ArduPilot и использующие такие датчики, как камеры Sony и Olympus.

Название объекта	География (город, регион)	Тип БПЛА	Высота полета (м)	Разрешение пикселей на земле (см/пикс)	Погодные условия (Температура °C / Скорость ветра м/с)
Landfill «S»	Perm, Perm Region	Pixhawk_X4.M1	215	5.0	>80 / No data
Landfill «Ch»	Chusovoy, Perm Region	DJI Phantom 4	96	5.5	<50 / No data
Landfill «M»	Kungur, Perm Region	DJI Phantom 3 Pro	75	3.2	12–13 / 6–7
Dump «I»	Ilyinsky village, Perm Region	DJI Phantom 3 Pro	69	3.0	4–5 / 7–8
Dump «L»	Lyamino village, Perm Region	X-FLY	223	3.8	12 / 1–2

Таблица 4. Технические параметры и погодные условия при выполнении полетных заданий БПЛА

Полет БПЛА был запланирован в ходе исследования, сочетая предыдущие исследования тайских и корейских экспертов, а также практический опыт. В частности, разрешение наземного пикселя варьировалось от 3,0 до 5,5 см/пикс, в то время как высота полета колебалась от 69 до 233 метров. Для геологических обследований эти характеристики достаточны для удовлетворения потребностей мониторинга без необходимости высокой точности.

Таблица 4 содержит полные сведения о полетах, такие как погода, высота полета и используемый БПЛА. Для обеспечения безопасности полета и качества изображений БПЛА летал при температурах от -9 °C до 32 °C и скорости ветра не выше 10 м/с. Кроме того, некоторые свалки использовали контрольные точки на земле (GCP), чтобы увеличить точность полученных данных, особенно при сравнении данных из разных временных периодов.

Данные, собранные с помощью БПЛА, обрабатывались в два основных этапа: (1) фотограмметрическая обработка изображений и (2) тематическая интерпретация изображений. Авторы использовали программное обеспечение Agisoft Metashape Pro для создания продуктов, таких как ортофотопланы и 3D-модели. На основе контрольного списка, разработанного на основе российских, американских и европейских законодательных норм, изображения были проанализированы для проверки соответствия свалок эксплуатационным требованиям, включая:

- Временное покрытие отходов;
- Защита прилегающей территории от загрязнений;
- Наличие технической инфраструктуры на месте;
- Обеспечение стабильности массы отходов.

В некоторых случаях, чтобы проверить точность тематической интерпретации результатов аэрофотосъемки, выборочные полевые обследования WDS были повторены.

БПЛА использовались для проверки применения промежуточных покрытий на свалках для предотвращения пожаров, запахов и распространения отходов. Например, на свалке "С" в Пермском крае изображения БПЛА показали явную разницу между недавно нанесенным слоем почвы (красная область) и старым слоем почвы, который был нанесен около года назад (желтая область). Это позволило выявить проблемы, такие как эрозия поверхности. Тем временем, изображения БПЛА помогли выявить широкое загрязнение отходами в районе свалки "И" в деревне Ильинский. Загрязненные участки, которые часто располагались в основном в обочинных каналах, были изучены. Исследование показало, что детализированные возможности БПЛА

превосходят спутниковые изображения, позволяя точно идентифицировать участки, требующие рекультивации.

Существенной частью операций на свалках является оценка состояния технической инфраструктуры, такой как резервуары для фильтрата и дренажные системы. Изображения БПЛА с участка свалки "М" в Кунгуре показали, что дренажный канал был заблокирован, что привело к переполнению фильтрата и его просачиванию в близлежащий лес. Это загрязнение было легко выявлено на ортофотокартах, которые послужили основой для предложенных технологических мероприятий по рекультивации.

Стабильность массы отходов является решающим фактором для безопасности и долговечности свалки. БПЛА не только быстро предоставляют данные, но и помогают создавать детализированные 3D-модели. На свалке "Л" в деревне Ляминово 3D-модели показали признаки оседания на склонах, где масса отходов эрозировалась и высыпалась. Благодаря этим данным можно быстро и точно реализовать меры по восстановлению, такие как укрепление склонов или изменение угла наклона массы отходов.

Данное исследование показывает, что БПЛА с обычными RGB-камерами способны отслеживать большинство нормативных требований к операциям свалок в соответствии с российским, американским и европейским законодательством. БПЛА особенно эффективны в мониторинге технических процессов, таких как хранение отходов, уплотнение отходов и промежуточная изоляция. Хотя они не могут отслеживать отдельные партии отходов, БПЛА могут обнаруживать серьезные дефекты в ключевых операционных процессах. БПЛА также полезны для оценки строительных и инженерных требований, хотя ограничены в отношении скрытых структур, таких как подземные трубопроводы. Кроме того, они предоставляют мощный инструмент для



определения степени и масштабов воздействия свалок на окружающую среду, таких как загрязнение фильтратом и распространение отходов. Однако БПЛА также подвержены погодным условиям (дождь или сильный ветер), но все же превосходят спутниковые изображения по детализации и гибкости. БПЛА также предоставляют своевременную и точную информацию, помогая управляющим свалками и регулирующим органам принимать более эффективные решения.

## **Глава 3. Оценка преимуществ, вызовов и перспектив развития БПЛА**

### **3.1 Преимущества и вызовы использования БПЛА**

Как обсуждалось в предыдущих главах, БПЛА помогают снизить профессиональные риски и опасности. С возможностями дистанционного управления дроны могут сообщать о потенциальных угрозах, таких как нефтяные и газовые заводы, трубопроводы или пожары. С возможностью летать на большой высоте БПЛА также помогают работникам избегать опасностей, таких как высота, ветер или радиация, что помогает людям находить более безопасные альтернативы.

Многие дроны на рынке сегодня обладают хорошими возможностями избежания препятствий, поэтому они могут легко добираться до земель или пляжей, доступ к которым затруднен для властей. Это помогает властям обнаруживать незаконные действия или места незаконного сброса отходов. Оснащенные современным оборудованием, БПЛА могут записывать изображения высокого разрешения или 4К-видео, которые невозможно обнаружить невооруженным глазом. Поскольку дроны бывают разных типов с различными характеристиками, они гибки для выполнения множества различных задач. Это позволяет людям использовать БПЛА в различных областях деятельности, таких как развлечения, личная или экологическая защита и т.д.

Однако БПЛА также подвержены важным вызовам и ограничениям, требующим дальнейшего изучения. Одним из важных вызовов является обеспечение безопасности чувствительных данных, таких как местоположение и т.д. В военных операциях БПЛА уязвимы для угроз утечки данных. Хакеры могут украсть данные, вторгнуться в частную жизнь или использовать их для незаконной деятельности.

Еще одной серьезной проблемой использования БПЛА является ограниченная мощность или срок службы батареи. Обычно БПЛА на батарейках имеют относительно короткое время работы, часто менее часа. Поэтому пользователи БПЛА часто используют их на больших территориях и должны возвращаться на зарядную станцию много раз. По этой причине людям необходимо принимать решение о том, будут ли БПЛА выполнять анализ изображений или данных в реальном времени. БПЛА также подвержены проблемам с двигателем во время полета. Было много случаев, когда дроны ставили под угрозу людей, нанося значительный ущерб и вред из-за отказа двигателя или ошибок программного обеспечения. Поэтому необходимы предполетные проверки безопасности и регулярные обновления систем, чтобы минимизировать риски насколько это возможно.

В главе 2 также упоминается, что БПЛА могут повлиять на частную жизнь человека. В США для решения этой проблемы Центр демократии и технологий (CDT) рекомендовал Федеральному управлению гражданской авиации (FAA) принять специальные правила для защиты конфиденциальности. В частности, была применена инициатива Privacy by Design (PbD), помогающая минимизировать риск нарушения конфиденциальности. Кроме того, непрерывные полеты БПЛА могут негативно повлиять на рыночную стоимость некоторых компаний из-за непреднамеренного раскрытия их стратегических планов или деловых секретов.

Популярность технологии БПЛА также вызывает опасения по поводу возможности гонки вооружений, поскольку все больше и больше стран разрабатывают передовые БПЛА, что создает риск усиления напряженности и возможности конфликтов, обычно войны между Россией и Украиной или

Палестиной и Израилем. ... Есть мнения, что сфера применения БПЛА все больше расширяется, что может привести к потере контроля человека над их использованием. Использование БПЛА может привести к серьезным последствиям, которые могут отразиться на вашем здоровье. глобальная жизнь.

### **3.2 Перспективы будущего развития БПЛА**

Первоначальная цель БПЛА заключалась в использовании их для задач, которые были слишком дорогими или опасными для человека. В некоторых странах БПЛА используются для транспортных услуг, особенно в сельских или удаленных районах.

Сегодня ученые постоянно совершенствуют БПЛА, интегрируя передовые методы искусственного интеллекта (ИИ), такие как глубокое обучение (DL) и обучение с подкреплением (RL). Эти методы могут улучшить возможности автономного принятия решений БПЛА, особенно в задачах, таких как поиск и обнаружение подземных свалок или подземных канализаций. Учитывая ограничения по хранению и мощности БПЛА, необходимо разрабатывать легкие алгоритмы машинного обучения (ML), глубокого обучения (DL) и обучения с подкреплением (RL) для оптимизации операций.

Улучшенная координация в системах с несколькими БПЛА и передовые алгоритмы планирования маршрутов могут обеспечить эффективные операции, избегая столкновений. Исследования недорогих датчиков, методов обработки изображений и устойчивых методов инспекции повысят применение БПЛА в таких областях, как сельское хозяйство, управление бедствиями и мониторинг инфраструктуры.

Энергоэффективность также является важной областью исследований. Изучение новых материалов для батарей и технологий сбора энергии может продлить время полета и продолжительность миссий БПЛА. Аналогично, энергоэффективные алгоритмы для обработки данных изображений и сенсоров в реальном времени должны быть приоритетными.

Наконец, интеграция технологии блокчейн в сети БПЛА становится методом повышения безопасности, однако необходимо решить проблемы, связанные с ограничениями ресурсов и высокой мобильностью БПЛА. Разработка надежных регуляций и стандартов также имеет важное значение для обеспечения безопасной и надежной работы БПЛА, особенно в контролируемом воздушном пространстве или общественных местах.

## **Заключение**

Мониторинг свалок отходов имеет важное значение для оценки воздействия на окружающую среду и обеспечения соблюдения законодательных норм. Хотя БПЛА были впервые введены для использования на свалках отходов (WDS) более десяти лет назад, только в последние 3–4 года начались обширные исследования потенциала БПЛА в управлении WDS.

Поскольку БПЛА все больше признаются и используются большим количеством людей, публикуется все больше патентов и научных исследований. Технология БПЛА доказала свое превосходство во многих областях, особенно в обнаружении и обработке незаконных свалок, что помогает людям лучше защищать окружающую среду. Через обширные исследования и практические приложения дроны не только помогают улучшить качество управления отходами, но и способствуют снижению затрат, экономии времени и уменьшению рисков для человека.

Использование БПЛА по-прежнему имеет ограничения в отношении конфиденциальности или возможности аварий и инцидентов, правительства крупных стран мира начали создавать четкую правовую основу и международные стандарты для обеспечения эффективного и безопасного использования БПЛА.

В будущем интеграция искусственного интеллекта, передовых датчиков или блокчейна может превратить БПЛА в незаменимые инструменты в любой области, особенно в военной сфере и охране окружающей среды. Это поможет людям справляться с бедствиями и поддерживать устойчивую экономику. Развивающиеся страны, такие как Вьетнам, а также крупные страны мира, такие как Россия, США, Китай и др., также должны укреплять международное

сотрудничество и исследования, чтобы максимизировать преимущества БПЛА и минимизировать потенциальные негативные последствия.

В кратце, с выдающимися преимуществами и перспективами развития, БПЛА являются передним краем технологического решения, приносящим большую ценность в защите окружающей среды и улучшении качества жизни. С непрерывным развитием технологий в этой четвертой промышленной революции надеемся, что однажды инвестиции в исследования и применение БПЛА станут не только трендом, но и необходимым требованием в контексте глобального устойчивого развития.

### Список использованных источников

1. Трюонг, Т. К. Д. Т. Т. Н. В. М. (б.г.). Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга пластиковых отходов на побережье. *Электронный журнал природы и окружающей среды*. <https://thiennhienmoitruong.vn/ung-dung-thiet-bi-may-bay-khong-nguoi-lai-giam-sat-rac-thai-nhua-ven-bien.html>
2. Куан Кху 7 Онлайн. (2024, 22 декабря). Беспилотные летательные аппараты в военной деятельности. *Куан Кху 7 Онлайн*. <https://baoquankhu7.vn/may-bay-khong-nguoi-lai-trong-hoat-dong-quan-su-576011999-0032044s35410gs?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
3. Изучение беспилотных летательных аппаратов – что такое UAV? (б.г.). *UAV Вьетнам*. <https://uavvietnam.net/blogs/news/tim-hieu-ve-may-bay-khong-nguoi-lai-uav-la-gi>
4. Хуэ, В. (2023, 5 декабря). Конференция по безопасности дорожного движения во Вьетнаме 2023: исследование применения БПЛА для проверки городского порядка. *Журнал транспорта*. Copyright (C) by <https://tapchigiaothong.vn>. [https://tapchigiaothong.vn/nghien-cuu-ung-dung-uav-kiem-tra-trat-tu-do-thi-183231123163607635.htm?utm\\_source=chatgpt.com](https://tapchigiaothong.vn/nghien-cuu-ung-dung-uav-kiem-tra-trat-tu-do-thi-183231123163607635.htm?utm_source=chatgpt.com)
5. *Окружающая среда и охрана природы: Вклад дронов – Aonic Group*. (б.г.). <https://aonic.com/vn/moi-truong-va-bao-ton-dau-an-cua-drone/>
6. Vietnam ICT. (б.г.). Использование беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта для переработки отходов. Получено 19 декабря 2024 г. из <https://ictvietnam.vn/su-dung-may-bay-khong-nguoi-lai-va-ai-de-xu-ly-rac-28044.html>
7. *Drone technology and AI used in UK-first to tackle litter in Bournemouth, Christchurch and Poole*. (n.d.). BCP.



<https://www.bcpccouncil.gov.uk/news-hub/news-articles/drone-technology-and-ai-used-in-uk-first-to-tackle-litter-in-bournemouth-christchurch-and-poole>

8. Filkin, T., Sliusar, N., Ritzkowski, M., & Huber-Humer, M. (2021b). Unmanned aerial vehicles for operational monitoring of landfills. *Drones*, 5(4), 125. <https://doi.org/10.3390/drones5040125>

9. Dathop. (б.г.). 10 преимуществ и недостатков беспилотных летательных аппаратов. Получено 19 декабря 2024 г. из <https://dathop.com/10-uu-nhuoc-diem-cua-may-bay-khong-nguoi-lai/>

10. Mohsan, S. a. H., Othman, N. Q. H., Li, Y., Alsharif, M. H., & Khan, M. A. (2023). Unmanned aerial vehicles (UAVs): practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. *Intelligent Service Robotics*. <https://doi.org/10.1007/s11370-022-00452-4>

11. Tg&Vn. (2024, 14 июня). Беспилотные летательные аппараты: «Козырь» будущего. Газета «Мир и Вьетнам». Получено из <https://baoquocte.vn/thiet-bi-bay-khong-nguoi-lai-at-chu-bai-cua-tuong-lai-274976.html>

12. Zhao, J., Li, Y., Zhang, Y., Wang, W., & Huang, S. (2021). Application of UAV in environmental monitoring of solid waste landfills: Challenges and opportunities. *Waste Management*, 135, 274-284. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.09.030>

13. Innoter. (n.d.). Monitoring of landfills and detection of unauthorized garbage dumps using space imagery data. GEO Innoter. <https://innoter.com/en/articles/monitoring-of-landfills-and-detection-of-unauthorized-garbage-dumps-using-space-imagery-data/>



Рисунок 1. Участки временного покрытия отходов на полигоне ТБО[8]

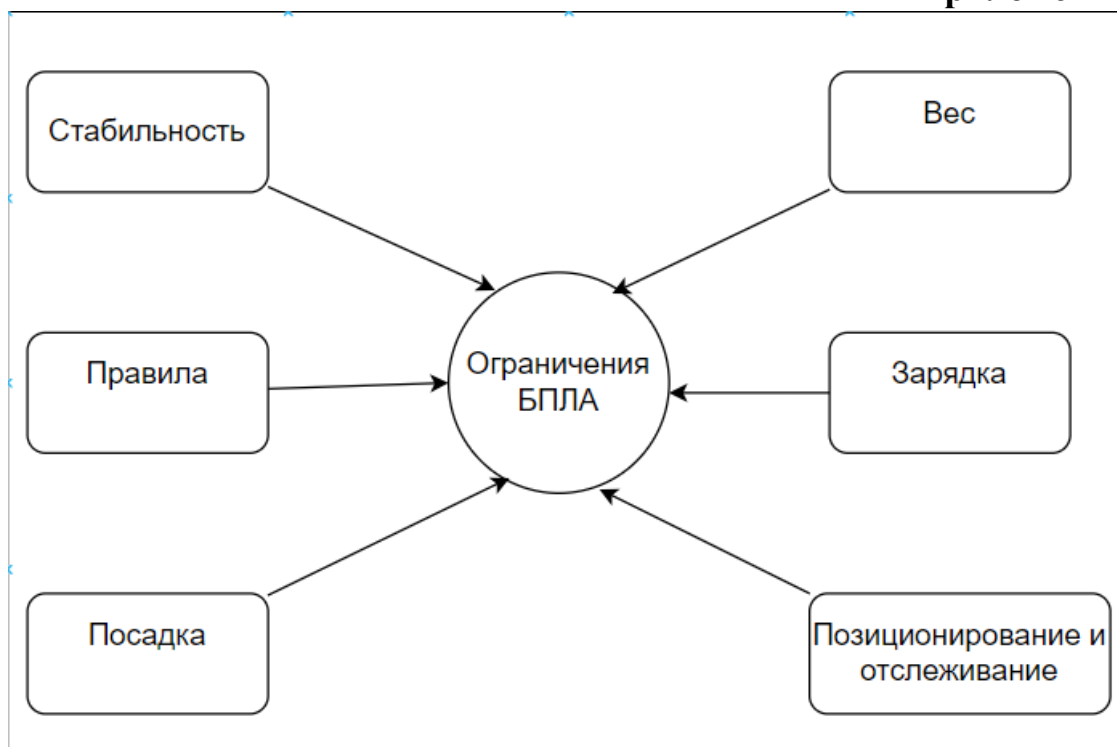


Рисунок 2. Вызовы использования БПЛА[10]