

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Агрономический факультет

Кафедра «Землеустройство и кадастры»

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника _____ агрономического факультета

Филимоненко Дмитрия Сергеевича
Ф.И.О. студента

Направление подготовки 21.03.02 - Землеустройство и кадастры

Профиль – Землеустройство

Тема ВКР: МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН АВТОНОМНЫМИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Объем ВКР: текстовые документы содержат 74 страницы; задание по подготовке ВКР 1 стр., таблиц 5, рисунков и графиков 6, фотографий 33, список использованной литературы состоит из 36 наименований, приложения 2 стр.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР

Развитие Беспилотных Летательных аппаратов является актуальным вопросом во многих сферах, в том числе и в сельском хозяйстве. В работе рассматривается возможность применения станции беспилотного летательного аппарата для мониторинга сельскохозяйственных земель.

2. Глубина, полнота и обоснованность решения задачи

Содержание работы полностью освещает вопрос во всех его аспектах. Подробно раскрывается понятие мониторинга земель, классификация БПЛА и беспилотных автоматических систем и дана характеристика Республики Татарстан – региона планируемых работ. Проектирование автономной станции БПЛА основано на применении готовых решений автономных станций с добавлением беспилотного летательного аппарата высокой дальности полёта, что позволяет расширить границу зоны возможного мониторинга и охватить практически всю площадь республики.

3. Качество оформления текстовых документов

и ситуациях повышенной сложности. Обладает отличными знаниями по всем аспектам компетенций. Имеет стратегические инициативы по применению компетенций в производственных и учебных целях.

«Хорошо» – студент полностью освоил компетенции, эффективно применяет их при решении большинства стандартных производственных и (или) учебных задач, а также в некоторых нестандартных ситуациях. Обладает хорошими знаниями по большинству аспектов компетенций.

«Удовлетворительно» – студент освоил компетенции. Он эффективно применяет при решении стандартных производственных и (или) учебных задач. Обладает хорошими знаниями по многим важным аспектам компетенций.

7. Замечания по ВКР

Данная работа изложена понятным языком с соблюдением всех правил русского языка. Раскрытие сути материала происходит постепенно и позволяет разобраться в работе даже тем, кто не имеет специального образования, навыка или знаний в данной области. В работе рассмотрены все аспекты проекта, начиная от нормативно-правовой базы, регламентирующей данную деятельность, и заканчивая определением окупаемости затрат. Способ реализации проекта рассмотрен со всех сторон и учитывает множество аспектов, как юридических в виде нормативно-правовой документации, технических в виде оснащения проекта, экономических в виде расчёта стоимости реализации и дальнейшего функционирования, а также трудовых в виде безопасности жизнедеятельности и охраны труда работников. Проект является перспективным и рекомендуется к реализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензируемая выпускная квалификационная работа отвечает предъявляемым требованиям и заслуживает оценки «Отлично», а ее автор Филимоненко достоин присвоения квалификации бакалавр по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры.

Рецензент - Главный инженер МУП «Центр подготовки исходной документации»
Должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Фамилия И.О.

« 24 » 01 20 20 г.

С рецензией ознакомлен*

[Signature] Филимоненко Д.С.
подпись Ф.И.О

« 23 » 01 20 20 г.

*Ознакомление обучающегося с рецензией обеспечивается не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы

ОТЗЫВ

руководителя о выпускной квалификационной работе
выпускника кафедры «Землеустройства и кадастры» Казанского государственного аграрного университета Филимоненко Д. С.

Тема выпускной квалификационной работы «Мониторинг сельскохозяйственных земель Республики Татарстан автономными беспилотными летательными аппаратами» актуальна и соответствует ее содержанию.

Первая часть работы раскрывает понятие мониторинга земель, а также применение технологии БПЛА для его проведения. Вторая часть работы содержит подробную характеристику Республики Татарстан и раскрывает её природно-климатические, демографические и экономические аспекты. Третья часть работы даёт подробную классификацию БПЛА с описанием видов, а также нормативно-правовую базу полётов БПЛА в России. Четвёртая и пятая главы представляют собой проект с подробным описанием оборудования и местоположения станции, а также её экономическую эффективность. Шестая глава содержит информацию об охране труда и окружающей среды на производстве.

При этом Филимоненко Д. С. использовал новейшую научную литературу, включая нормативно-правовые акты, интернет-источники и т.п.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы Филимоненко Д. С. подтвердил освоение компетенции в соответствии ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.02 - Землеустройство и кадастры.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с заданием и строго по календарному плану.

На основании изложенного считаю, что работа может быть допущена к защите, а ее автор достоин присвоения ему квалификации «Бакалавр».

Руководитель выпускной
квалификационной работы,
заведующий кафедрой землеустройства
и кадастры профессор Сафиоллин Ф. Н.

Ознакомлен с содержанием отзыва


подпись

Сафиоллин Ф. Н.
Ф.И.О.

« 17 » 01 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Казанский государственный аграрный университет»
Агрономический факультет

Кафедра «Землеустройство и кадастры»

ВКР допущена к защите,
зав. кафедрой, профессор

Сафиоллин Ф.Н.

«24» 01 2020 г.

**МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН АВТОНОМНЫМИ БЕСПИЛОТНЫМИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки

21.03.02 – Землеустройство и кадастры

Профиль – Землеустройство

Выполнил – студент
заочного обучения

Филимоненко Дмитрий Сергеевич

«14» 01 2020 г.

Научный руководитель –
профессор

Сафиоллин Фаик Набиевич

«23» 01 2020 г.

Казань – 2020

ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЗАДАНИЕ ПО ПОДГОТОВКЕ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
(Направление подготовки 21.03.02 – Землеустройство кадастры)

1. Фамилия, имя и отчество студента (ки) Филимонов Дмитрий Сергеевич
2. Тема работы Мониторинг сельскохозяйственных земель Республики Татарстан автомобильными бесшумными измерительными аппаратами
(утверждена приказом по КазГАУ № 484 от «13» 12 2019 г.)

3. Срок сдачи студентом законченной работы 23.01.2020.
4. Перечень подлежащих разработке в выпускной квалификационной работе вопросов (краткое содержание отдельных глав) и календарные сроки их выполнения:

1. Провести анализ литературных источников и нормативно-правовых актов, касающихся бесшумных измерительных аппаратов (01.2019-02.2019)
2. Разработать рабочую программу по теме исследования (03.2019-04.2019).
3. Собрать фактический материал по теме исследования в период прохождения производственной практики (03.2019-04.2019), провести его анализ и изложить первую главу выпускной квалификационной работы.
4. Написать отчёты по производственной практике, по освоению профессиональных умений и навыков, и по научно-исследовательской работе в период прохождения производственной практики написать отчёты (11.2019-12.2019).
5. Выполнить проектную часть и рассчитать экономическую эффективность использования бесшумных

метательных аппаратов.

6. Сдать проектную часть на проверку за 10 дней до
защиты выпускной квалификационной работы (15.01.20).

7. Подготовить презентацию и доклад. Выйти на
защиту выпускной квалификационной работы.

5. Дата выдачи задания 15.01.2019г

Утверждаю:

Зав. кафедрой

Научный руководитель

Задание принял к исполнению

(дата, подпись)

(дата, подпись)

(дата, подпись студента)

АННОТАЦИЯ

выпускной квалификационной работы

Темой данной выпускной квалификационной работы является мониторинг сельскохозяйственных земель республики Татарстан автономными беспилотными летательными аппаратами. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, шести глав, разделённых на параграфы, заключения, списка литературы и двух приложений.

Введение к работе содержит её цель и задачи, а также актуальность.

Первая глава «Теоретические основы и практические приёмы мониторинга земель» даёт понятие о мониторинге земель, его классификацию, способы осуществления, а также возможность применения беспилотных летательных аппаратов при выполнении мониторинга.

Вторая глава «Характеристика республики Татарстан» содержит информацию о местоположении региона, его почвенно-климатической характеристике, демографическим и экономическим показателям.

Третья глава «Принципы работы БПЛА» раскрывает классификацию беспилотных летательных аппаратов и беспилотных авиационных систем, а также даёт информацию о нормативно-правовой базе полётов в воздушном пространстве.

Четвёртая глава «Проект автономной беспилотной базовой станции» содержит проектную часть в виде предлагаемого оборудования для создания станции, а также обоснование её размещения.

Пятая глава «Обоснование эффективности проекта» содержит информацию о возможностях станции, а также об экономической целесообразности её использования в целях мониторинга земель.

Шестая глава «Охрана окружающей среды, техника безопасности и физическая культура на производстве» содержит информацию об охране труда и окружающей среды в рамках рассматриваемого проекта.

Заключение подводит итоги выпускной квалификационной работы.

ANNOTATION

of Graduate Qualification Work

The theme of this final qualification work is the monitoring of agricultural lands of the Republic of Tatarstan by autonomous unmanned aerial vehicles. Final qualification work consists of an introduction, six chapters, divided into paragraphs, conclusion, list of references and two appendices.

Introduction to the work contains its purpose and objectives, as well as relevance.

The first chapter, "Theoretical Foundations and Practical Methods of Land Monitoring," gives the concept of land monitoring, its classification, implementation methods, and the possibility of using unmanned aerial vehicles when monitoring.

The second chapter "Characterization of the Republic of Tatarstan" contains information on the location of the region, its soil and climate characteristics, demographic and economic indicators.

The third chapter, "UAV Operation Principles," reveals the classification of unmanned aerial vehicles and unmanned aerial systems, as well as provides information on the regulatory framework for flights in airspace.

The fourth chapter, "Design of an autonomous unmanned base station," contains the design part in the form of the proposed equipment for the creation of the station, as well as the rationale for its location.

The fifth chapter, "Justification of Project Efficiency," contains information about the station's capabilities, as well as the economic feasibility of its use for land monitoring.

The sixth chapter "Environmental Protection, Safety Engineering and Physical Culture at Work" contains information on labor and environmental protection in the framework of the project under consideration.

The conclusion summarizes the final qualifying work.

The material of the work is presented on 81 pages, consists of 4 tables and 37 figures.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ	9
1.1 Мониторинг земель. Виды, задачи.....	9
1.2 Внедрение БПЛА в мониторинг земель.....	14
Глава II. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	17
2.1 Общие сведения.....	17
2.2 Земельные ресурсы	18
2.3 Природно-климатическая характеристика	23
2.4 Состав и структура населения	25
2.5 Экономическая характеристика.....	28
Глава III. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ БПЛА.....	31
3.1 Понятия БПЛА, ДПЛА, БАС и БАК	31
3.2 Классификация БПЛА по принципу полета.....	33
3.3 Классификация БПЛА по лётным параметрам	41
3.4 Беспилотные авиационные системы	44
3.5 Нормативно-правовая база полётов БПЛА	46
Глава IV. ПРОЕКТ АВТОНОМНОЙ СТАНЦИИ БПЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ	49
4.1 Модель беспилотного летательного аппарата	49
4.2 Наземная станция управления БПЛА	52
4.3 Размещение наземной станции управления	56
Глава V. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ПРОЕКТА.....	60

5.1 Возможности НСУ БПЛА	60
5.2 Затраты на осуществление проекта.....	64
5.3 Экономическая эффективность проекта.....	66
Глава VI. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ТЕХНИКА	
БЕЗОПАСНОСТИ И ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ	
.....	69
6.1 Охрана окружающей среды	69
6.2 Безопасность жизнедеятельности.....	72
6.3 Физическая культура на производстве	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ И	
ЛИТЕРАТУРЫ	80
ПРИЛОЖЕНИЯ	85

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир не стоит на месте, новые технологии внедряются практически в каждую сферу. Изобретения, инновации появляются каждый день и находят применение в тех или иных сферах. Можно перечислить десятки, и даже сотни сфер, которые являются на сегодняшний день наиболее важными (каждая из них важна по-особенному и для конкретной группы людей), однако, в этой работе будет затронут вопрос землеустройства.

Землеустройство пересекается с основными глобальными проблемами человечества в трёх аспектах:

Питание. По всей планете раскидано некоторое количество стран со скудным природным разнообразием или экономикой, построенной таким образом, что здоровое питание недоступно некоторой части населения; к счастью, в нашем государстве такой проблемы нет. Однако, чтобы, сохранить богатство природных, в частности земельных ресурсов, необходим постоянный мониторинг за их состоянием, чтобы поддерживать плодородие почвы, рационализировать использование и предотвращать различные проблемы на этапе их зарождения. Сельское хозяйство в данном аспекте играет главную роль – именно оно отвечает за продовольствие, за предоставление населению (не только своей страны) продуктов питания, а также ресурсов для производства.

Экология. Этап мгновенного применения новых технологий во все возможные сферы прошёл, и теперь в большинстве разработок встаёт вопрос, как они повлияют на дальнейшее развитие живых организмов. Одной из них является проблема нарушенных земель, которые нуждаются в восстановлении для дальнейшего использования. В то же время многие земли требуют повышения плодородия почвы, чтобы увеличить урожайность, а весь сельскохозяйственный фонд требует постоянного наблюдения, чтобы избежать подобных проблем. К тому же не стоит забывать про различные типы

производства, которые загрязняют воздух, воду, землю и также требуют контроля.

Новые технологии. Этот аспект имеет не только отрицательную, но и положительную сторону, ведь их применение упрощает жизнь людей, ускоряет и улучшает работу предприятий, и даёт толчок в развитии отдельных сфер. В данной работе будет рассматриваться такая технология, как беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые не являются совершенно новым открытием, однако, находят применение в новых сферах.

В моей работе будет рассмотрено более «приземлённое» и конкретное применение БПЛА для решения глобальных задач, а именно его использование для мониторинга сельскохозяйственных земель.

В связи с этим **целью** данной работы является изучение возможности применения БПЛА для мониторинга сельскохозяйственных земель республики Татарстан на автономной основе. Для этого требуется решение следующих **задач**:

- изучить понятие мониторинга земель, виды и категории земельных ресурсов, а также мониторинг земель с помощью БПЛА;
- рассмотреть классификацию беспилотных аппаратов;
- рассмотреть нормативно-правовую базу полётов БПЛА;
- определить характеристики моделей наземной станции управления и беспилотного летательного аппарата, а также местоположение планируемой автономной базовой станции;
- рассчитать стоимость затрат на реализацию проекта и его возможности.

Поскольку внедрение беспилотных летательных аппаратов в сельское хозяйство произошло недавно, то данная работа является актуальной для развития сельского хозяйства в регионе. Автоматизированный дрон широко применяется в различных сферах, однако, в сельском хозяйстве он новичок, поэтому необходима коллаборация уже имеющихся методов аэрофотосъёмки и космической съёмки с новой технологией, чтобы максимально упростить задачу контроля сельскохозяйственных земель.

Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

1.1 Мониторинг земель. Виды, задачи

Мониторинг – это периодическое отслеживание состояния какого-либо объекта. В рамках данной работы будет рассматриваться мониторинг земель, целью которого является контроль изменения земельного фонда. Классификация мониторинга земель содержит 4 группы [5]:

- Деление мониторинга земель по территориальному охвату. Он может быть **глобальным** – т.е. отслеживать изменение состояния природных ресурсов планеты в целом с целью предотвращения глобальных чрезвычайных ситуаций; **национальным** – в пределах стран и государств; **региональным** – в пределах какого-то крупного региона. Как правило, деление на регионы не связано с административно-территориальным делением РФ, а включает в себя области со схожими природными, антропогенными или биологическими условиями; **локальным** – проводимым на территориях отдельных субъектов страны, вплоть до мониторинга отдельных земельных участков.
- Деление мониторинга земель по характеру изменений. Мониторинг земель может быть **фоновым**, когда наблюдения происходят в районах отсутствия деятельности человека, и **импактным** – за землями, подверженными воздействию антропогенных факторов.
- Деление мониторинга земель по наблюдаемым процессам. Оно может быть **эволюционным**, когда отслеживаются глобальные процессы изменения земельного фонда, который заметен на достаточно больших промежутках времени (например, движение материков); **циклическим**, изменения внутри которого имеют циклический характер (суточное, годовое или сезонное изменение); **чрезвычайным**, когда изменения происходят вследствие чрезвычайных ситуаций и катастроф; **антропогенным** – изменения в результате деятельности человека;

- Деление по срокам и периодичности проведения. Мониторинг земель может быть **базовым**, или изначальным; **периодическим** – проводимым с определённым периодом; **оперативным**, который фиксирует состояние на данный момент; **ретроспективным** – проводимым за определённый период времени.

Мониторинг земель может быть государственным, в таком случае он будет охватывать большое количество земель за один цикл, или частным – по инициативе организаций и предприятий, как правило, сельскохозяйственного, промышленного или экологического назначения.

Государственный мониторинг земель финансируется из бюджета, поэтому он должен решать сразу несколько задач:

- отслеживать состояние земель и их изменение, чтобы максимально предотвратить и устранить любые негативные процессы;
- контролировать использование земель для обеспечения кадастра актуальной информацией, а также осуществлять охрану;
- информировать население о реальном состоянии окружающей среды.
- систематизировать, анализировать и хранить информацию о непрерывном мониторинге земель.

Проведение мониторинга земель в целях государства даёт обширный объём кадастровой информации, которая не только обеспечивает различные органы государственной власти и самоуправления актуальной информацией, но и помогает выявить несоответствие использования земель их прямому назначению, а также устранить различные процессы нарушения земли на этапе их первого проявления. Таким образом, государство заинтересовано в проведении постоянного мониторинга земель, поскольку оно помогает сохранить ценные земельные ресурсы, а также обеспечивает кадастр необходимыми данными.

Выполнение мониторинга земель на практике может осуществляться двумя основными методами: наземным и дистанционным [6].

Наземный мониторинг представляет собой совокупность геодезических измерений, кадастровых работ и обследований. К геодезическим измерениям в данном типе мониторинга можно отнести любые наземные измерения, в результате которых можно получить топографо-картографический материал. Это, как правило, совокупность тахеометрических, теодолитных и нивелирных измерений или измерений, проводимых с помощью ГНСС-технологий.



Рисунок 1. Наземный мониторинг земель

Кадастровые работы представляют собой инвентаризацию земель и их межевание. Инвентаризацией земель называют мероприятия по переучёту земельных участков и выявления неиспользуемых земель, либо используемых нерационально. Межевание – это определение границ земельного участка. Любая инвентаризация земель включает в себя межевание, а межевание так или иначе содержит геодезические работы, но эти три типа работ могут выполняться независимо друг от друга для достижения конкретных целей, и данные каждой из них являются частью наземного мониторинга.

Первые два типа наземных мониторинга дают информацию о правовом состоянии земель, об их местоположении и способе использования, однако, для полноценного мониторинга необходима также их качественная оценка, которую обеспечивают различные виды наземных обследований. Наиболее

общим является агрохозяйственное обследование участков, поскольку оно даёт оценку по внешним характеристикам (тип почвы, степень кислотности, влажность, подверженность эрозии и т.д.). Такого описания достаточно для классифицирования земельных участков, но для более высокой степени изученности необходимы дополнительные уточняющие обследования. Мелиоративные обследования дают информацию о глубине залегания грунтовых вод и степени их увлажнённости; почвенные обследования являются источником данных о составе почвы и её основным характеристикам; агрохимические обследования позволяют узнать обеспеченность почвы питательными веществами; геоботанические обследования дают описание количеству и качеству травостоя и его кормовые характеристики. Все эти работы выполняются специальным оборудованием, которое может представлять собой передвижные станции, установленные на автомобилях высокой проходимости, либо специальные приборы для определения конкретных характеристик земли.

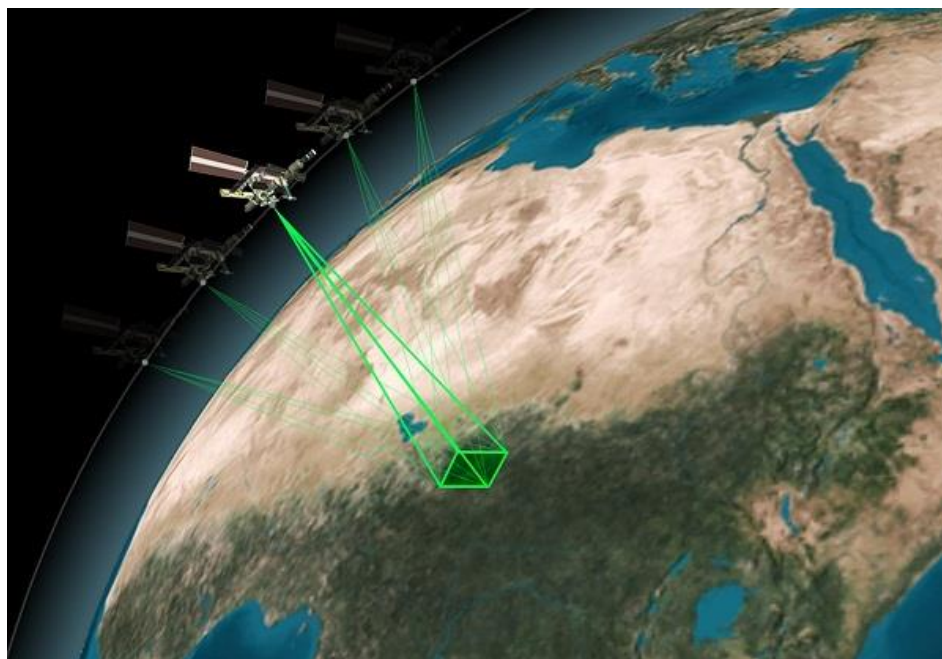


Рисунок 2. Дистанционный мониторинг Земли

Дистанционный мониторинг земли представляет собой методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В широком понятии этого метода для изучения поверхности используется отражённый сигнал

электромагнитного излучения, который подвергается последующему анализу. На практике, как правило, под понятием ДЗЗ подразумевают различные фотографические методы получения информации с использованием искусственных спутников Земли (ИСЗ), специальных самолётов и других пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов.

Все объекты, находящиеся на поверхности Земли, имеют разный состав, плотность и отражательную способность, что является основным преимуществом при ДЗЗ. Спектр электромагнитного излучения достаточно разнообразен, и поэтому различные типы волн (с различной длиной волны) могут использоваться для конкретных целей исследования. Спектр отражаемых от растений и почв волн очень хорошо изучен, поэтому для мониторинга земель имеется исчерпывающий набор показателей для дешифрирования снимков различных спектров волн.

Приборы и аппаратуру, используемую в дистанционном зондировании, можно классифицировать следующим образом:

1. Вид регистрируемого излучения может разделять приборы на активные и пассивные. В первом случае используется сигнал, который излучается аппаратом, отражается поверхностью, и возвращается обратно. В случае пассивных приборов используется излучение природного происхождения, например, свет или тепло;
2. Способ приёма излучения выделяет ту самую наиболее известную группу фотографических приборов или две другие: оптико-электронные и радиофизические, принцип работы которых основан на различных физических явлениях;
3. Пространственное разрешение получаемых результатов ранжирует оборудование по степени точности: очень малое разрешение (десятки км на местности), малое разрешение (несколько км на местности), среднее (сотни м на местности), высокое (десятки м на местности), очень высокое (несколько м на местности) и сверх высокое (несколько дм на местности).

Снимки, полученные с помощью ДЗЗ, в основном используются для составления карт и планов не только общего образца, но и тематических. Однако, дистанционный мониторинг позволяет решать множество других задач: дешифрирование снимков с целью изучения растительности, в сельскохозяйственных целях, с целью почвенных, геоморфологических и геоботанических исследований, ландшафтное дешифрирование, а также изучение изменения рельефа, различных гидрогеологических особенностей, а также обновление уже имеющейся информации мониторинга.

1.2 Внедрение БПЛА в мониторинг земель

Контроль сельскохозяйственных земель в больших масштабах осложнён тем, что классическими наземными методами трудно дать полноценную оценку ситуации в поле. Наилучшим методом для анализа и мониторинга земель в больших масштабах становятся методы дистанционного зондирования. Космические снимки дают очень хорошую детальную информацию о поверхности земли, особенно в условиях высокого разрешения, однако, они являются невыгодными для использования малыми предприятиями по ряду причин. Наиболее выгодным решением являются аэрофотоснимки, однако, использование малой авиации также достаточно дорого для сельхозпроизводителей, а также затруднено в районах с неоднородным рельефом. Наиболее эффективным методом мониторинга сельскохозяйственных земель является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

С помощью БПЛА можно не только получить информацию о границах участков, но и густоте и равномерности посевов, что очень важно в ведении сельского хозяйства. Как было отмечено в предыдущем параграфе, съёмка может быть проведена не только в видимом спектре излучения, но и в других его областях, и подобный анализ может дать подробную оценку состоянию посевов, а периодический мониторинг – полную картину роста и созревания урожая.



Рисунок 3. Мониторинг земель с помощью БПЛА

Мониторинг земель необходим не только в сельском хозяйстве, но и в кадастре. Для кадастровых целей он выступает как источник информации об использовании земель и его границах, а также результаты съёмки с БПЛА являются отличной основой для создания топографических карт и планов. Кроме того, по результатам съёмки с беспилотных летательных аппаратов можно составить 3D-модель или BIM-модель, что очень важно в градостроительстве.

На сегодняшний день используется два основных вида БПЛА – самолётного типа (дроны) и вертолётного типа. Они внедряются во многие сферы, начиная от военных нужд и заканчивая доставкой различных товаров, и это показывает высокую значимость и перспективу развития аппаратов.

С другой стороны, внедрение новых технологий всегда сопряжено с некоторыми трудностями. Различные беспилотники (дроны, квадрокоптеры) сейчас доступны практически каждому, и встаёт серьёзный вопрос: а какие из них можно использовать в картографических целях? Можно использовать обычные общедоступные летательные аппараты для мониторинга земель, но при этом не иметь возможность посчитать конкретные размеры по фотографиям. С другой стороны, любое оборудование, предназначенное для

выполнения геодезических измерений, должно быть сертифицировано, в том числе и документом об обязательной периодической поверке прибора.

Кроме того, рынок БПЛА на сегодняшний день очень богат, модели имеют большое разнообразие в дальности и высоте полёта аппаратов, что наталкивает на логичный вопрос о согласовании и регулировании полётов в воздушном пространстве. Поскольку массовая подготовка специалистов в области работы с беспилотными летательными аппаратами отсутствует (несмотря на курсы по подготовке к работе с конкретными моделями), методы запуска таких аппаратов не нормированы, что впоследствии может привести к различного рода проблемам.

Тем не менее перспектива внедрения БПЛА в мониторинг земель имеет большой ряд преимуществ:

1. Быстрое улучшение имеющихся геодезических данных (карт, планов, сетей и т.п.);
2. Создание новых карт, планов, банков пространственных данных и трёхмерных моделей;
3. Ускорение процесса инвентаризации, а также постоянный контроль за землями.

Стоит отметить, что любое замещение человеческой работы роботами всегда сопровождалось увеличением производительности труда. В данном контексте аппараты позволяют увеличить не только производительность, но и мобильность, которая является крайне важной в условиях масштабов нашей страны. Современный мир открыт к новым технологиям в любых сферах, но важно не забывать о том, что нужно регламентировать их использование.

Глава II. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

2.1 Общие сведения

Республика Татарстан – это административно-территориальная единица площадью 6,8 млн га, которая находится в центральной части России. Столицей Республики Татарстан является г. Казань, население которого выше 1 млн человек.



Рисунок 4. Местоположение Республики Татарстан в Российской Федерации

Протяжённость территории Республики составляет 460 км с запада на восток и 460 км с севера на юг. Местоположение территории характеризуется слиянием двух крупных рек – Кама и Волга. Расстояние до столицы РФ составляет 797 км.

Административно-территориальное деление Республики насчитывает 2 городских округа и 43 муниципальных района. Городскими округами являются Набережные Челны и г. Казань, а муниципальными районами Агрызский, Азнакаевский, Аксубаевский, Актанышский, Алексеевский, Алькеевский, Альметьевский, Апастовский, Арский, Атнинский, Бавлинский, Балтасинский, Бугульминский, Буинский, Верхнеуслонский, Высокогорский, Дрожжановский, Елабужский, Заинский, Зеленодольский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Кукморский, Лаишевский, Лениногорский, Мамадышский, Менделеевский, Мензелинский, Муслюмовский,

Нажнекамский, Новошешминский, Нурлатский, Пестречинский, Рыбно-Слободской, Сабинский, Сармановский, Спасский, Тетюшский, Тукаевский, Тюлячинский, Черемшанский, Чистопольский и Ютазинский. Городами Республики также являются Агрыз, Азнакаево, Альметьевск, Бавлы, Болгары, Бугульма, Буинск, Елабуга, Заинск, Зеленодольск, Лениногорск, Мамадыш, Менделеевск, Мензелинск, Нижнекамск, Нурлат, Тетюши и Чистополь.

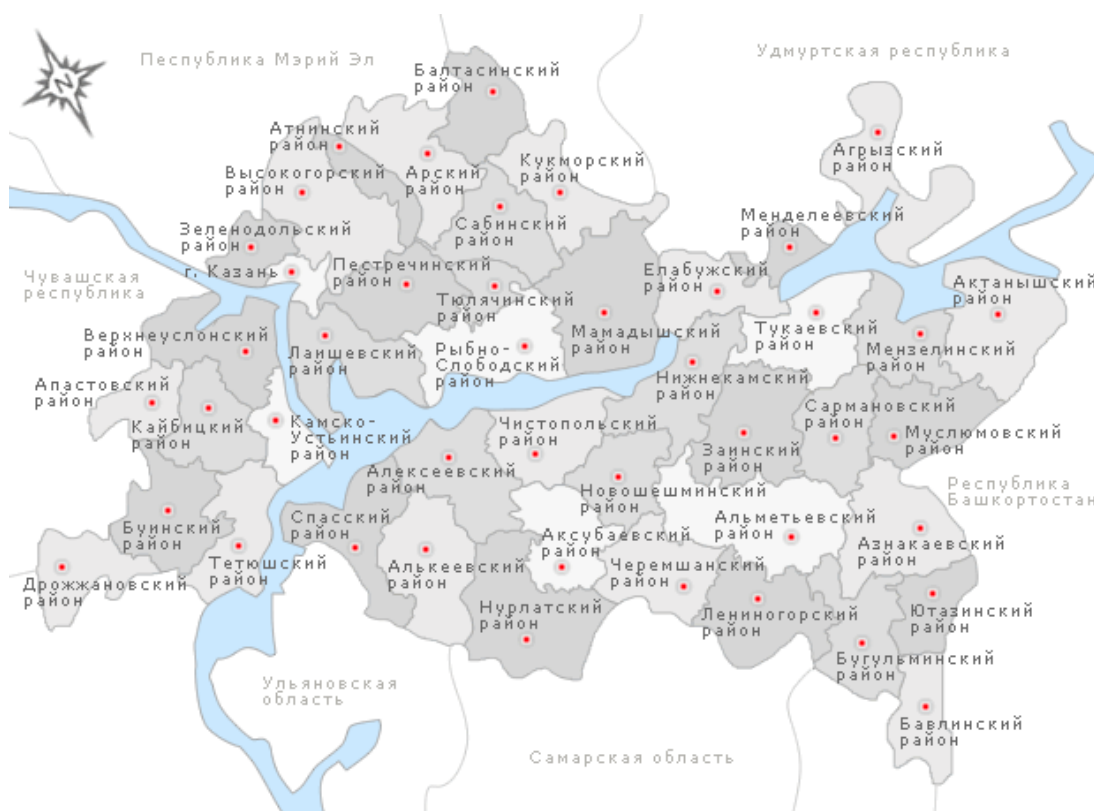


Рисунок 5. Месторасположение районов Республики Татарстан на карте Российской Федерации

2.2 Земельные ресурсы

Земля является наиболее важным богатством общества, поскольку она является не возобновляемым ресурсом, и соответственно нуждается в охране и поддержке в надлежащем состоянии. Земля занимает около трети поверхности планеты, что составляет примерно 15 млрд. га, поэтому она является важной составляющей жизни в различных аспектах [3].

Социальный аспект земельных ресурсов заключается в том, что земля — это та твёрдая поверхность, на которой мы живём. Несмотря на то, что по факту люди живут в домах, нельзя отрицать тот факт, что большинство

перемещений человека происходит именно по земле. Она является стабильной и даёт человеку ощущение надёжности.

Исторический аспект земельных ресурсов отражён в разделении земли разными государствами. Современная картина расположения границ государств является стабильной, и даже в ней постоянно происходят какие-то изменения. Если рассматривать каждый период истории, то он обязательно сопровождался с изменением объёма земельных ресурсов стран и государств. Эти изменения могли быть локальными или глобальными, и их можно связать не только с войнами и борьбой за землю, но и с освоением новых земель, а также куплей/продажей и дарением земли в государственных масштабах.

Экономический аспект заключается в том, что земля является объектом производства в своём большинстве. Здесь речь может идти не только о сельскохозяйственной деятельности с использованием земли, но и о добыче полезных ископаемых и минералов. Также земли, которые используются населением в качестве участков, на которых строятся дома или предприятия, переходят в собственность или другой вид землепользования после уплаты определённой стоимости государству, и являются налогооблагаемыми весь период использования. Такой принцип земельных отношений не развит в государствах с коммунистическим строем, однако, в них земля как экономический ресурс всё ещё может рассматриваться как объект для производства.

Российская Федерация является самым крупным обладателем земельных ресурсов – девятой частью всей суши. В условиях таких масштабов землевладений необходима обширная классификация земель для наиболее эффективного использования и управления.

С точки зрения управления, вся территория поделена на субъекты, в которых есть органы управления, назначенные государством, и наряду с ними есть местные органы самоуправления. На сегодняшний день в нашей стране присутствует 85 субъектов, из которых:

- 22 Республики (Республика Адыгея, Республика Алтай, Республика Башкортостан, Республика Бурятия, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Калмыкия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Карелия, Республика Коми, Республика Крым, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Саха (Якутия), Республика Северная Осетия – Алания, Республика Татарстан, Республика Тыва, Удмуртская Республика, Республика Хакасия, Чеченская Республика, Чувашская Республика);
- 9 краёв (Алтайский Край, Забайкальский Край, Камчатский Край, Краснодарский Край, Красноярский Край, Пермский Край, Приморский Край, Ставропольский Край, Хабаровский Край);
- 46 областей (Амурская область, Архангельская область, Астраханская область, Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Волгоградская область, Вологодская область, Воронежская область, Ивановская область, Иркутская область, Калининградская область, Калужская область, Кемеровская область, Кировская область, Костромская область, Курганская область, Курская область, Ленинградская область, Липецкая область, Магаданская область, Московская область, Мурманская область, Нижегородская область, Новгородская область, Новосибирская область, Омская область, Оренбургская область, Орловская область, Пензенская область, Псковская область, Ростовская область, Рязанская область, Самарская область, Саратовская область, Сахалинская область, Свердловская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тверская область, Томская область, Тульская область, Тюменская область, Ульяновская область, Челябинская область, Ярославская область);
- 3 города федерального значения (Москва, Санкт-Петербург, Севастополь);
- 1 автономная область (Еврейская автономная область);
- 4 автономных округа (Ненецкий АО, Ханты-Мансийский АО, Чукотский АО, Ямало-Ненецкий АО) [4].

В то же время субъекты РФ объединены в 8 федеральных округов, 12 экономических районов и 8 природных районов. Каждый субъект, в свою очередь, подразделяется на более мелкие образования, в которых осуществляется внутреннее управление.

Для эффективного использования земельных ресурсов они были поделены на 7 категорий, каждая из которых определяет целевое назначение земли [2].

Наиболее важной и ценной категорией являются земли сельскохозяйственного назначения, которые в земельном кодексе определены как земли за чертой поселений. Они предоставляются для ведения сельского хозяйства (животноводства, растениеводства), которое в результате даёт продукты питания населению, животным и сырьё для промышленности. Такие земли имеют особый режим охраны, также к ним применяются различные программы по повышению плодородия почв. Земли сельскохозяйственного назначения, в свою очередь, разделяются на сельскохозяйственные и несельскохозяйственные угодья. Отличие заключается в том, что сельскохозяйственные земли имеют прямое назначение для выращивания растений, а несельскохозяйственные могут использоваться с целью, например, выпаса скота. Каждый участок имеет виды разрешённого использования, которые для сельскохозяйственных земель устанавливаются из анализа состава почвы и природных условий конкретного региона.

Землями промышленности являются земли, которые расположены за пределами населённых пунктов, и используются для предоставления территории организациям и предприятиям, осуществляющим промышленность.

Наибольшим объёмом земель обладают земли лесного фонда, которые регулируются не только Земельным Кодексом, но и Лесным Кодексом. Они, в свою очередь, подразделяются на лесные земли (на которых располагается лес, или планируется выращивание и восстановление леса) и нелесные земли, предназначенные для ведения лесного хозяйства.



Рисунок 6. Лесные ресурсы РФ

Земли водного фонда представляют собой береговые линии, а также земли, которые выделили для строительства различных гидротехнических сооружений. Как и земли лесного фонда, их регулирует отдельный документ – Водный Кодекс РФ.



Рисунок 7. Водные ресурсы РФ

Земли поселений (или земли населённых пунктов) определяют границы расположения поселений, внутри которых могут располагаться как участки,

находящиеся в собственности, так и участки, принадлежащие муниципальным образованиям. Такие земли предназначены для обеспечения жизни граждан в условиях населённых пунктов. Назначения каждого отдельно участка определяется видом разрешённого использования.

Земли особо охраняемых территорий представляют собой совокупность земель, которые представляют собой историческую, культурную, рекреационную, оздоровительную, или природную ценность. Как правило, они изъяты из хозяйственного использования, и находятся под охраной.

Для земель, которые никаким образом не используются, отвели категорию земель запаса. Особенностью таких земель является то, что они могут находиться только в государственной собственности, и для их использования необходим перевод в другую категорию. Как правило, это земли северных районов (4 млн га), тундровых (180 млн га) и таёжных зон (1,5 млн га).

2.3 Природно-климатическая характеристика

Площадь Республики Татарстан поделена на три основные части, характеризующие её рельеф: Предкамье, Закамье и Предволжье. Максимальные высоты достигаются на Предволжской возвышенности – до 276 м.

Наибольшие высоты Предкамья достигают 243 м, что обусловлено частичным захватом районов Сарапульской и Можгинской возвышенностей. Наиболее низкий рельеф (около 200 м) на территории Республики характерен для западного Закамья, в то время как в восточном Закамье находится наиболее возвышенная местность с высотами до 381 м.



Рисунок 8. Карта климатических зон Республики Татарстан

Леса Республики Татарстан представляют собой лиственные породы деревьев и занимают около 17% территории. Наиболее распространёнными породами деревьев являются осина, берёза, липа и дуб.

Средние широты местоположения Республики характеризуют её умеренно-континентальный климат, особенностью которого является умеренно-холодная зима и тёплое лето. Продолжительность периода с температурой выше 0°C составляет около 200 дней, при этом температура самого тёплого месяца – июля – составляет около 18°C . продолжительность холодного периода, соответственно, около 150-170 дней с характерной средней температурой в январе -15°C . Сумма годовых осадков на территории Республики Татарстан составляет 460-540 мм с равномерным распределением в течение года. Почвы на территории Республики отличаются наличием чернозёмов на юге и серых и лесных почв на севере. На холмах и возвышенностях также встречаются дерновые почвы, а дерново-подзолистые находятся, как правило, в верхних частях склонов.



Рисунок 9. Структура почв Республики Татарстан

2.4 Состав и структура населения

По численности населения Республика Татарстан находится на восьмом месте в ранжированном списке административно-территориальных единиц по стране, а по Приволжскому федеральному округу – второе. По данным государственной статистики, на 1 января 2019 года население Республики Татарстан составляет 3 898 628 человек, из которых 1 251 969 человек проживает в г. Казань.

В структуре населения наиболее многочисленными являются г. Казань, Альметьевский, Зеленодольский, и Нижнекамский муниципальные районы. Наиболее малочисленными являются Алькеевский, Апастовский, Атнинский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Новошешминский, Спасский, Тюлячинский, Черемшанский и Ютазинский муниципальные районы, которые составляют менее 0,5% в структуре населения Республики.

Плотность распределения населения неравномерная и напрямую связана с экономической деятельностью районов.

Структура населения республики Татарстан



Рисунок 10. Структура населения Республики Татарстан. Городское и сельское население

Таблица 1. Структура административно-территориального деления Республики Татарстан. Структура населения районов

	Административно-территориальная единица	Численность населения	% в структуре
1	г. Казань	1251969	32
2	Агрызский муниципальный район	35081	0,9
3	Азнакаевский муниципальный район	61069	1,6
4	Аксубаевский муниципальный район	28421	0,7
5	Актанышский муниципальный район	29836	0,8
6	Алексеевский муниципальный район	25198	0,6
7	Алькеевский муниципальный район	18863	0,5
8	Альметьевский муниципальный район	208046	5,3
9	Апастовский муниципальный район	19649	0,5
10	Арский муниципальный район	51832	1,3
11	Атнинский муниципальный район	13002	0,3
12	Бавлинский муниципальный район	34690	0,9
13	Балтасинский муниципальный район	33294	0,9
14	Бугульминский муниципальный район	104416	2,7
15	Буинский муниципальный район	42341	1,1
16	Верхнеуслонский муниципальный район	16216	0,4
17	Высокогорский муниципальный район	50526	1,3

продолжение таблицы

	Административно-территориальная единица	Численность населения	% в структуре
18	Дрожжановский муниципальный район	21836	0,6
19	Елабужский муниципальный район	85596	2,2
20	Заинский муниципальный район	54377	1,4
21	Зеленодольский муниципальный район	165681	4,5
22	Кайбицкий муниципальный район	13671	0,4
23	Камско-Устьинский муниципальный район	14945	0,4
24	Кукморский муниципальный район	50852	1,3
25	Лаишевский муниципальный район	44458	1,1
26	Лениногорский муниципальный район	81697	2,1
27	Мамадышский муниципальный район	42021	1,1
28	Менделеевский муниципальный район	30264	0,8
29	Мензелинский муниципальный район	28001	0,7
30	Муслюмовский муниципальный район	19523	0,5
31	Нижнекамский муниципальный район	275520	7,1
32	Новошешминский муниципальный район	13045	0,3
33	Нурлатский муниципальный район	56068	1,4
34	Пестречинский муниципальный район	40170	1
35	Рыбно-Слободской муниципальный район	25052	0,6
36	Сабинский муниципальный район	31041	0,8
37	Сармановский муниципальный район	34592	0,9
38	Спасский муниципальный район	19001	0,5
39	Тетюшский муниципальный район	22042	0,6
40	Тукаевский муниципальный район	41348	1,1
41	Тюлячинский муниципальный район	13841	0,4
42	Черемшанский муниципальный район	18921	0,5
43	Чистопольский муниципальный район	76393	2
44	Ютазинский муниципальный район	20316	0,5

2.5 Экономическая характеристика

Расположение в индустриальном районе способствует экономическому развитию Республики Татарстан, и ставит его на позицию одного из наиболее развитых регионов страны. Территория Республики поделена на 6 экономических зон: Казанскую агломерацию, Предкамскую экономическую зону, Набережночелнинскую агломерацию, Предволжскую экономическую зону, Закамскую экономическую зону и Юго-восточную экономическую зону.



Рисунок 11. Деление Республики Татарстан на экономические зоны

В состав Казанской агломерации входит г.Казань и 7 муниципальных районов; Предволжской экономической зоны – 6 муниципальных районов; Предкамской экономической зоны – 6 муниципальных районов; Закамской экономической зоны – 7 муниципальных районов; Нижнекамской (Набережночелнинской) агломерации – 9 муниципальных районов и г. Набережные Челны; Юго-восточной экономической зоны – 8 муниципальных районов.

Основной специализацией региона является промышленность, в которой нефтегазовая отрасль составляет значительную долю в производстве – чуть более 30%. Следующей по значимости в структуре является добыча

полезных ископаемых, которая составляет около 29% промышленного сектора экономики Республики.



Рисунок 12. Структура промышленности Республики Татарстан

Не менее значимым для Республики является и аграрный сектор, который ставит её на третью позицию по объёму произведённой сельскохозяйственной продукции. Общая площадь земель, имеющих сельскохозяйственное назначение, составляет 4630 тыс. га, из которых 4703 тыс. га – земли сельскохозяйственных угодий и 3274 тыс. га – пашни. На данный момент в действительности из них используется для обработки 3240 тыс. га[30], что является хорошим показателем рациональности использования земель.

Природно-климатические условия региона предполагают развитие зерновых и кормовых культур, а также овощей, в том числе картофеля. Наибольшей долей в структуре посевов обладают зерновые и яровые зерновые культуры. В регионе насчитывается 425 сельскохозяйственных организаций, которые занимаются растениеводством или смешанным сельским хозяйством.



Рисунок 13. Структура сельскохозяйственных посевов Республики Татарстан

Специализацией сельского хозяйства в регионе является животноводство, основным направлением которого является производство молока и мяса. Не менее развиты производство звероводческой и рыбной продукции, а также яиц.

Производство и переработка сельскохозяйственной продукции в Республике Татарстан достаточно слажены и структурированы, объёмы производства позволяют обеспечивать продовольствием не только Республику, но и другие регионы. В пригородных районах наиболее развито птицеводство, однако, в более удалённых присутствуют также традиционные направления – разведение крупного рогатого скота, свиней, овец и коз, реже встречаются пчеловодство, кролиководство, звероводство и коневодство.

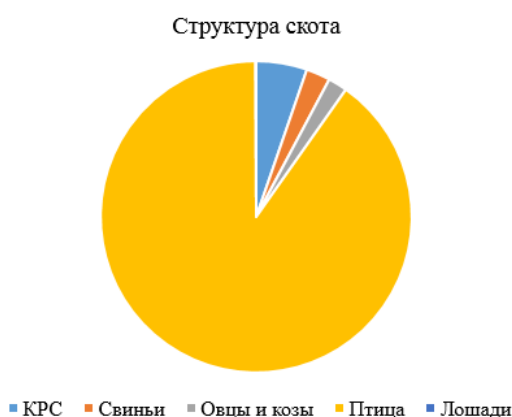


Рисунок 14. Структура поголовья скота РТ

Глава III. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ БПЛА

3.1 Понятия БПЛА, ДПЛА, БАС и БАК

Беспилотный летательный аппарат – это летательный аппарат многоразового или условно-многоразового использования, не имеющий на борту экипажа (пилота) и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных функций в автономном режиме (с помощью собственной управляющей программы) или посредством дистанционного управления (осуществляемого оператором со стационарного или мобильного пульта управления). В соответствии с данным определением к беспилотным летательным аппаратам можно отнести не только аппараты привычного нам вида данной категории, но беспилотные и парaplаны, моторные дельтапланы и беспилотные дирижабли. С другой стороны, к ним не относятся бомбы, снаряды, ракеты, аэростаты без двигателей. Более узкие понятия беспилотных летательных аппаратов определяют конкретную группу в их классификации: БПЛА вертолётного типа и т. п.



Рисунок 15. БПЛА вертолётного типа

С учётом увеличения сфер деятельности, использующих беспилотные летательные аппараты, стали появляться такие понятия, как Беспилотная авиационная система (БАС) и Беспилотный Авиационный Комплекс (БАК), которые объединяют сам аппарат, средства его обеспечения, а также необходимую инфраструктуру.

В качестве совокупных средств обеспечения аппарата подразумеваются наземный пункт управления, средства связи аппарата, а также транспортно-пусковое устройство, если оно необходимо. Отличие беспилотного авиационного комплекса от беспилотной авиационной системы заключается в том, что он является более узким понятием, содержащим в себе необходимое наполнение для выполнения функций БПЛА, в то время как система дополнена внутренними структурными элементами, которые рационализируют и улучшают работу комплекса. Более того, в БАС также необходимо включать нормативно-правовую документацию, протоколы обмена информацией, средства интеграции с другими системами и технический персонал.

По сравнению с БПЛА, дистанционноуправляемый летательный аппарат (ДПЛА) является более узким определением, поскольку отсекает от БПЛА все автономно работающие аппараты. С другой стороны, ДПЛА являются одним из видов беспилотных средств, что подразумевает необходимость рассмотрения аппаратов данного типа только в рамках беспилотных.

Отдельно рассматривается понятие Беспилотного Мобильного Средства (БМС, аналог термина Unmanned Vehicle), отличие которого от БПЛА заключается лишь в том, что неуправляемые перемещения могут осуществляться не только в воздухе, но и в космосе по поверхности и атмосфере планет, по межпланетному пространству и околопланетным орбитам; по суше, а именно как по дорожной и железнодорожной сети, так и по горам, полям, пустыне лесу или другим рельефно-климатическим условиям; в надводной поверхности и в подводной среде; а также по подземной среде по уже созданным коммуникациям или ещё неразработанной породе.

Именно условие многократности использования исключают из понятия БМС ракеты, снаряды, бомбы, торпеды и другие средства перемещения заряда

с целью поражения цели, а также одноразовые ракеты-носители. С другой стороны, ряд средств можно отнести к условно-многоразовым: различные непилотируемые КА, аппараты диверсионного назначения или мобильные мишени.

Кроме того, из этой категории исключаются аппараты, перемещение которых не является результатом работы собственной энергетической системы. Такими аппаратами являются, например, GPS-трекеры, метеорологический зонд или другие приборы, движущиеся за счёт применения внешней силы.

Так как беспилотные мобильные средства представляют собой более общее понятие БПЛА, их также можно рассматривать в составе комплексов или систем, а сам принцип беспилотности не означает полную автономность, а может подразумевать также частичное или полное управление диспетчером.

3.2 Классификация БПЛА по принципу полета

Беспилотные летательные аппараты аэродинамического типа делятся на 4 основные группы [27]:

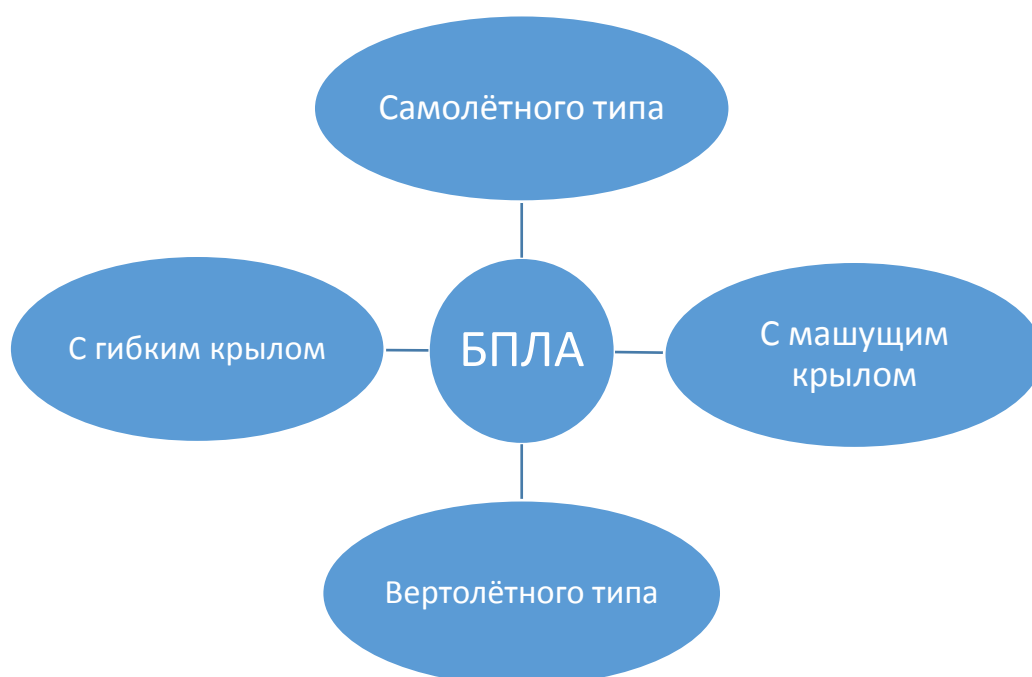


Рисунок 16. Классификация БПЛА

Также к отдельному виду БПЛА относят аппараты аэростатического типа, однако в рамках данной работы они не будут рассматриваться. Кроме того, существуют БПЛА комбинированного типа, например, объединяющие свойства вертолётных и самолётных видов.

Беспилотные летательные аппараты самолётного типа также известны как БПЛА с жёстким крылом, основной принцип полёта которых основан на подъёмной аэродинамической силе, действующей на неподвижное крыло. Основным преимуществом данных аппаратов является высокая скорость, большая возможная высота полёта, а также сравнительно высокая дальность полёта.

Крупные беспилотные самолёты разрабатываются согласно принципам, аналогичным пилотной авиации, т. е. основное строение крыла и фюзеляжа является схожим.



Рисунок 17. БПЛА самолётного типа: а) Proteus, б) Посадка БПЛА с помощью парашюта, в) AV-8B Harrier, г) БПЛА V-STAR, д) БПЛА Excalibur, е) БПЛА Embler

Основным недостатком такого вида БПЛА является требование наличия специальных устройств запуска и посадки, что привело к разработке нетрадиционных моделей, не нуждающихся в аэродроме, поскольку посадка и

взлёт осуществляются вертикальным способом. Чаще всего такие аппараты являются гибридами самолётного и вертолётного типа, либо они могут иметь в своей конструкции небольшие пропеллеры или реактивные двигатели. Однако, переход с вертикального в горизонтальное перемещение у таких аппаратов достаточно сложный, что требует дополнительных устройств или систем контроля на его борту и увеличивает вес необходимой нагрузки.

Беспилотные летательные аппараты с гибким крылом отличаются тем, что крыло представляет собой гибкую конструкцию из упругого композитного или эластичного полимерного материала (реже – ткани). Такому типу БПЛА присуще свойство обратимой деформации, что характерно для аэродинамических беспилотных моторизованных аппаратов и БПЛА с упруго-деформируемым крылом.

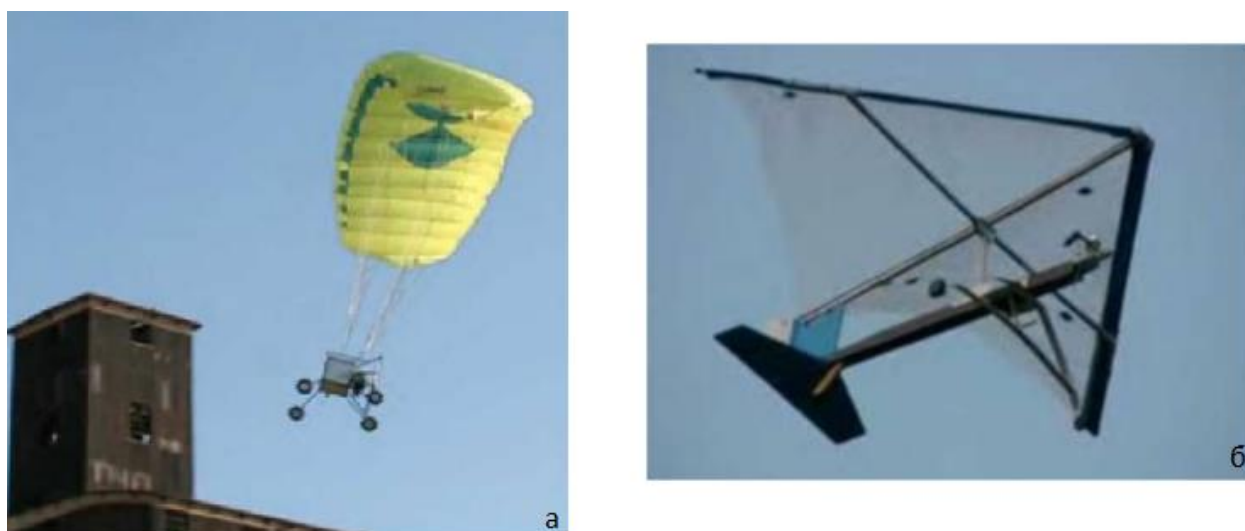


Рисунок 18. Беспилотные моторизованные аппараты с гибким крылом:

а) Мотопараплан, б) Мотodelьтаплан

Беспилотные моторизованные аппараты (парапланы, дельтапланы) представляют собой конструкцию, полёт которой основан на управлении парашютом-крылом, снабжённым воздушным винтом. Основным достоинством таких аппаратов является экономичность в их использовании, а также потребность в площадке всего лишь 2-3 м для предполётного разбега. Управление такими аппаратами может быть осуществлено только одним

человеком, хотя оно весьма затруднено отсутствием жёсткой системы связи с приборами обеспечения навигации БПЛА, что является их главным недостатком.

Отличительной особенностью другого вида беспилотных летательных аппаратов – с упруго деформируемым крылом – является использование композитных материалов большой степени упругости при изготовлении крыльев. Запуск таких аппаратов возможен с помощью катапульты, а также ручным способом.

Беспилотные летательные аппараты вертолётного типа также называют БПЛА с вращающимся крылом или БПЛА с вертикальным взлётом и посадкой (однако, это является не совсем корректным названием, поскольку, как было описано выше такой тип посадки может быть присущ и БПЛА самолётного типа). Отличительной особенностью данного типа является создание ведущим винтом (одним или системой) подъёмной аэродинамической силы, что обеспечивает высокую маневренность аппаратов и простоту в их управлении.

Существует большое множество схем построения самолётных аппаратов, конструкции которых представлены на рисунке ниже:

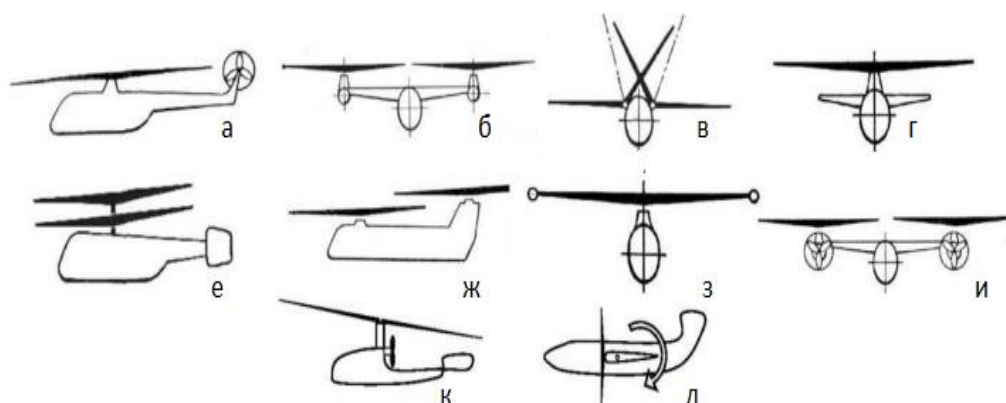


Рисунок 19. Схемы построения вертолётных БПЛА: а) Классическая одновинтовая схема с хвостовым рулевым винтом, б) Двухвинтовая поперечная схема, в) Схема с перекрещивающимися несущими винтами, г)

Вертолеты с крылом, е) Двухвинтовая соосная схема, ж) Двухвинтовая продольная схема, з) Реактивные вертолеты, и) Винтокрылы, к) Автожиры, л) Конвертопланы

Таблица 2. Сравнение характеристик видов БПЛА вертолётного типа

№	Название	Достоинства	Недостатки
1	классическая одновинтовая схема с хвостовым рулевым винтом	простая конструкция и схема управления	большие габариты за счет хвостовой балки и потери мощности на привод рулевого винта, уязвимость и опасность повреждения рулевого винта при полете у земли
2	двухвинтовая поперечная схема	аэродинамическая симметрия схемы; небольшие индуктивные потери на режиме горизонтального полета, что повышает экономичность и дальность полета; относительно высокая грузоподъемность	сложность конструкции системы управления и трансмиссии, необходимость синхронизации вращения винтов, дополнительная масса и лобовое сопротивление фермы, поддерживающей крыло.
3	схема с перекрещивающимися несущими винтами	малые габариты вертолета. Вертолет хорошо приспособлен для вертикального подъема грузов	необходимость синхронизации вращения винтов, сложная система трансмиссии, большой уровень вибраций, возникновение продольного момента, усложняющего балансировку вертолета
4	вертолеты с крылом		рост скорости вертолета ограничен срывом потока с отступающей лопасти несущего винта
5	двухвинтовая соосная схема	малые габариты	сложная система трансмиссии и управления, недостаточная путевая устойчивость на авторотации
6	двухвинтовая продольная схема	большой объем грузовой кабины	сложная система трансмиссии, необходимость синхронизации вращения несущих винтов, большие индуктивные потери при горизонтальном полете и переменные нагрузки на несущих винтах, а также сложная посадка при авторотации

продолжение таблицы

№	Название	Достоинства	Недостатки
7	реактивные вертолеты	простая система трансмиссии и высокая весовая отдача.	сложная конструкция втулки и лопасти несущего винта, трудность создания специальных двигателей, работающих в поле центробежных сил, большой расход топлива, шум от прямоточных и пульсирующих воздушно-реактивных двигателей
8	винтокрылы	высокая скорость полёта	сложность конструкции
9	автожиры	манёвренность	необходим небольшой разбег для взлёта (10-50 см), опасность при снижении скорости полёта, отсутствие нужды в посадочной полосе
10	конвертопланы	при вертикальном взлёте крылья не закрывают воздушный поток от винтов	неэффективное использование винтов при горизонтальном полёте

Если БПЛА вертолётного типа содержат более двух несущих винтов, их называют мультикоптерами. В них реактивные моменты уравниваются за счет вращения несущих винтов попарно в разные стороны или наклона вектора тяги каждого винта в нужном направлении

Бикоптеры – аппараты с двумя несущими винтами иногда относят к классу вертолётов с поперечной схемой расположения винтов, а не к мультикоптерам. Количество роторов (винтов) обуславливает название мультикоптера: бикоптер, трикоптер, квадрокоптер, гексакоптер (с шестью винтами) и октокоптер (с восьмью винтами).

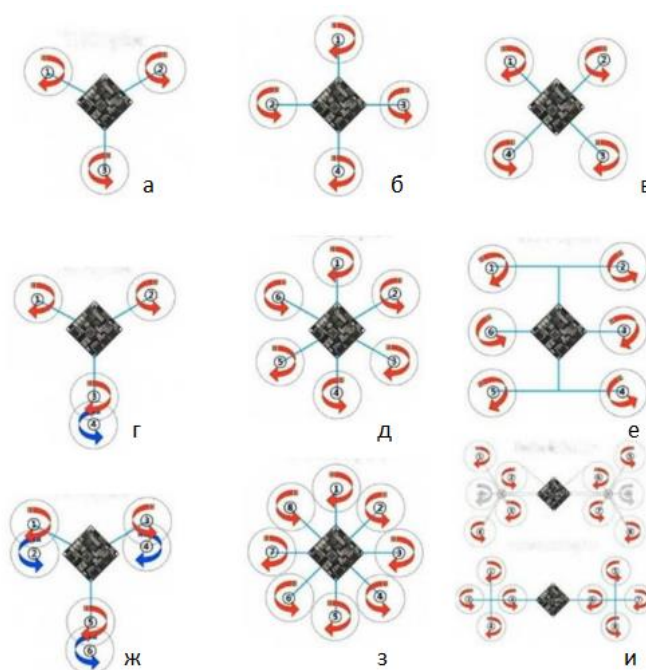


Рисунок 20. Схемы построения мультикоптеров: а) TriCopter, б) +Copter, в) XCopter, г) Y4Copter, д) HexaCopter, е) H6Copter, ж) Y6Copter, з) OctoCopter, и) TwinQuadCopter

Беспилотные летательные аппараты с машущим крылом основаны на принципах бионического движения по наблюдениям полётов птиц и насекомых. Данный вид БПЛА является сравнительно новым и пока развивается исключительно в рамках исследований, не переходя на серийное производство.

Основной причиной для создания таких аппаратов стал интерес к повышению манёвренности БПЛА, которой обладают животные в естественной природе. Более того, разработанные аппараты показывают повышенную эффективность и в использовании энергетических ресурсов.



Рисунок 21. Беспилотные летательные аппараты с машущим крылом:

а) Орнитоптер, б) Энтомоптер

На данном этапе развития основной задачей является достижение такими аппаратами эффективности и манёвренности, приближенных к показателям в живой природе, и в случае её выполнения такой вид БПЛА безусловно займёт ведущее место на рынке. Если основным принципом работы аппарата является подражание движению птиц, то его называют орнитоптером, насекомых – энтомоптером.

3.3 Классификация БПЛА по лётным параметрам

Помимо принципов полёта БПЛА также можно классифицировать по объективным критериям полёта: дальность, высота, продолжительность полёта, размеры и взлетная масса аппарата и т. д.

Международная ассоциация по беспилотным системам AUVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International) предложила

универсальную классификацию, которая охватывает как уже существующие БПЛА, так и перспективные разработки.

Таблица 3. Классификация БПЛА по летным параметрам

Группа	Категория	Взлётная масса, кг	Дальность полёта, км	Высота полёта, м	Продолжительность полёта, ч
Малые БПЛА и Нано БПЛА	nano	<0,025	<1	100	1
Микро-БПЛА	micro	<5	<10	250	1
Мини-БПЛА	mini	50-150	<10	150-300	<2
Лёгкие БПЛА для контроля переднего края обороны	Close range	25-150	10-30	3000	2-4
Лёгкие БПЛА малой дальности полёта	Short range	50-250	30-70	3000	3-6
Средние БПЛА	Medium range	150-500	70-200	5000	6-10
Средние БПЛА с большой продолжительностью полёта	Medium range endurance	500-1500	<500	8000	10-18
Маловысотные БПЛА для проникновения в глубину обороны противника	Low Altitude Deep Penetration	250-2500	<250	50-9000	0,5-1
Маловысотные БПЛА с большой продолжительностью полёта	Low Altitude Long Endurance	15-25	>500	3000	>24
Средневысотные БПЛА с большой продолжительностью полёта	Medium Altitude Long Endurance	1000-1500	>500	5000-8000	24-48
Высотные БПЛА с большой продолжительностью полёта	High Altitude Long Endurance	2500-5000	>2000	20 000	24-48
Боевые (ударные) БПЛА	Unmanned Combat Aerial Vehicles	>1000	1500	12000	2
БПЛА, оснащённые боевой частью	Lethal		300	4000	3-4
БПЛА – ложные цели	Decoys	150-500	0-500	50-5000	<4
Стратосферные БПЛА	Stratospheric	>2500	>2000	>20 000	>48
Экзостратосферные БПЛА	Exo-stratospheric	-	-	>30500	-

3.4 Беспилотные авиационные системы

В гражданской авиации наиболее распространёнными БАС являются информационные, суть работы которых заключена только в сборе фото- и видеоинформации. Полученные данные впоследствии передаются в наземный центр обработки информации.

Для реализации подобной беспилотной авиационной системы необходимы чётко проработанные алгоритмы и соответствующее программное обеспечение.



Рисунок 22. Структура беспилотных авиационных систем

Под функциональными средствами подразумевают беспилотные летательные аппараты, штатный транспорт, стартовые и посадочные средства, а также пункты управления и средства связи. Здесь стартовые и посадочные

средства являются необходимыми аппаратурой и оборудованием для запуска аппарата, а именно различным оборудованием предполётного контроля, пусковыми установками, транспортными средствами. Для полноценного функционирования этой части необходимо её регулярное обслуживание техническим персоналом, а также обеспечение техническими расчётами.

Пункт управления как часть функциональных средств беспилотного автономного комплекса включает в себя необходимые оборудование и аппаратуру для составления и корректировки плана полётов, командного управления заданиями для полётов, а также за техническим состоянием БПЛА. Управленческая структура включает командира и операторов по специализациям.

Размещение пункта управления зависит от целей БАС, они могут быть стационарными, оперативными (на мобильных платформах), либо представлять собой портативные комплексы.

Программное обеспечение БАС включает в себя не только ПО для обработки получаемой в полёте информации, но и алгоритмы автоматического управления БПЛА и протоколы обмена информацией между компонентами автоматического комплекса.

Технический персонал беспилотной автоматической системы должен заниматься различными техническими расчётами, а также расчётом управления БПЛА.

Под вспомогательными техническими средствами БПЛА подразумевают совокупность технического оборудования, складских и бытовых помещений, вспомогательных транспортных средств и средств технического обслуживания.

Документация БАС является одной из важнейших нормативно-правовых составляющих, обеспечивающих её работу. Основными документами должны быть инструкция по эксплуатации беспилотного автономного комплекса, должностные инструкции для персонала, а также правила полёта для БПЛА.

Средства интеграции с другими системами необходимы для обеспечения работы инфраструктуры внешних связей с помощью программного обеспечения, реализующего этот процесс.

Основной задачей в управлении БПЛА является планирование траекторий его полётов. Для её решения необходимо рассматривать БАС как единый объект управления, в котором каждый компонент передаёт информацию о своём текущем состоянии и состоянии окружающей среды в некий центральный узел, который обрабатывает информацию с учётом всех факторов и даёт компоненту указания к действиям. Такой метода управления хорошо проявляет себя при работе в глобальных масштабах, где связь обеспечивается спутниковыми методами.

Под автономностью работы системы подразумевается её независимость от внешних факторов и условий при работе.

Как правило, чем больше беспилотный автоматический комплекс, тем меньше степень его автономности, поскольку управление такими комплексами происходит в военных целях. Однако, для менее масштабных БАС более распространено автоматизирование процессов, поскольку они создаются в гражданских целях, как правило, для периодических полётов с одинаковыми и похожими задачами. Проектирование именно такого комплекса и подразумевается в рамках данной работы, поскольку его целью является мониторинг земель.

3.5 Нормативно-правовая база полётов БПЛА

В настоящее время в нашей стране нормативно-правовая база, регламентирующая полёты БПЛА, находится на стадии разработки, поэтому на данный момент она представлена в основном общими представлениями о полётах [32, 33, 34, 35].

На федеральном уровне установлены следующие правила полётов БПЛА:

- использование воздушного пространства беспилотным летательным аппаратом в воздушном пространстве классов А, С, G, осуществляется на основании плана полёта воздушного судна и разрешения на использование воздушного пространства;
- использование воздушного пространства беспилотным летательным аппаратом осуществляется посредством установления временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полёты;
- сообщение о плане полёта беспилотного летательного аппарата подаётся для получения разрешения на использование воздушного пространства независимо от класса воздушного пространства.

Временные нормативы для представления информации о полётах:

- 3 часа в отношении выполнения полётов при проведении поисково-спасательных работ;
- 5 суток в отношении выполнения полётов БВС в ВП классов А и С.

Представление на установление местного режима подаётся не позднее, чем:

- за три часа в отношении выполнения полётов при оказании помощи при проведении поисково-спасательных работ;
- за трое суток в отношении полётов БВС в ВП классов С и G.

По приказу Министерства транспорта Российской Федерации от 27.06.2011 №171 «Об утверждении инструкции по разработке, установлению, введению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений», в случае необходимости установления временного или местного режима для обеспечения мероприятий, которые предусматривают совместные полёты БВС и ВС, эшелонирование в районе временного или местного режима осуществляет орган ОВД (управления полётами). Установление кратковременных ограничений (до трёх часов – ФП ИВП) осуществляется, в том числе для оперативного введения запретов и

ограничений, в случаях полётов БВС для проведения поисково-спасательных мероприятий.

Класс А	Класс С	Класс G
Устанавливается в верхнем воздушном пространстве, где предоставляется диспетчерской обслуживание или осуществляется управление полетами	Устанавливается в нижнем воздушном пространстве, где предоставляется диспетчерской обслуживание или осуществляется управление полетами	Устанавливается в воздушном пространстве, где не устанавливаются классы А и С
Границы классов А, С и G устанавливаются Минтрансом России.		
Сведения о классификации воздушного пространства публикуются в документах аэронавигационной информации		
Разрешаются полеты только по ППП	Разрешаются полеты по ППП и по ПВП	
Все ВС обеспечиваются диспетчерским обслуживанием		Диспетчерское обслуживание не предоставляется
Все ВС эшелонируются	ВС, выполняющие полеты по ППП эшелонируются относительно других ВС, выполняющих полеты по ППП.	Эшелонирование не производится
	ВС, выполняющие полеты по ПВП эшелонируются относительно других ВС, выполняющих полеты по ППП.	
Ограничения по скорости не применяются	ВС, выполняющие полеты по ПВП получают информацию о движении в отношении других ВС, выполняющих полеты по ПВП	Для всех полетов на высотах ниже 3050 м действует ограничение по скорости – не более 450 км/ч
	Для ВС, выполняющих полеты по ПВП, на высотах ниже 3050 м действует ограничение по скорости – не более 450 км/ч	
Обязательно наличие постоянной двухсторонней радиосвязи с органом ОВД (управления полетами)		При полетах по ПВП наличие постоянной двухсторонней радиосвязи с органом ОВД (управления полетами) не требуется
Все полеты – при наличии разрешения на ИВП, за исключением случаев, предусмотренных ФП ИВП		При выполнении всех полетов ВС, за исключением БВС – разрешение на ИВП не требуется

Рисунок 23. Классификация воздушного пространства

Глава IV. ПРОЕКТ АВТОНОМНОЙ СТАНЦИИ БПЛА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

4.1 Модель беспилотного летательного аппарата

Исходя из приведённой в 2.2 классификации, наиболее манёвренными и простыми с точки зрения взлёта и посадки являются беспилотные летательные аппараты вертолётного типа.

Для проектируемой автономной беспилотной базовой станции был выбран БПЛА модели ТБ-29В. Данная модель является разработкой Российского научно-производственного объединения «Тайбер».



Рисунок 24. БПЛА ТБ-29В

Данный беспилотный летательный аппарат имеет широкий диапазон применения как в гражданских, так и в военных целях. Основным направлением работы аппарата является разведка местности; в гражданских целях она находит применение в виде мониторинга земель, аэрофотосъёмки, патрульно-наблюдательных и других разведочных полётах. Другими возможностями применения БПЛА являются определение координат цели (фотограмметрическим методом), расширение диапазона радиосвязи и создание помех, а также доставка полезной нагрузки весом до 5 кг. В рамках данного проекта наиболее ценным свойством аппарата является возможность

его автономной работы. Также среди функций аппарата есть возможность ручного или полуавтоматического управления и присутствует возможность аварийной посадки с помощью авторотации или парашюта. Взлёт и посадка являются полностью автоматическими и не требуют дополнительного оборудования, однако, площадка для взлёта должна иметь размеры около 5 м в диаметре.

Такие функции являются важными при планировании регулярного многоразового использования аппарата, поэтому он является подходящей моделью для автономной базовой станции БПЛА.

Основным преимуществом ТБ-29В являются его габариты: его длина составляет 1,7 м, а диаметр несущего винта 1,86 м. Высота БПЛА 55 см, а его масса 19,6 кг, что позволяет ему быть мобильным и портативным, а также простым в эксплуатации.

Аппарат обладает достаточно широким диапазоном рабочих температур: от -25°C до $+45^{\circ}\text{C}$, и местность Республики Татарстан вполне укладывается в него, особенно с учётом того, что основные сельскохозяйственные работы выполняются в период с апреля по октябрь.

Полётные характеристики ТБ-29В обусловлены наличием бензинового поршневого двигателя внутреннего сгорания, который помогает достичь таких показателей, как максимальная скорость 120 км/ч, максимальная дальность полёта – 500 км и максимальная высота полёта 2800 м. Двигатель обладает мощностью 7,2 л. с., объём топливного бака составляет 8 л, а расход топлива – 1,2 л/ч при движении с крейсерской скоростью 100 км/ч. При таких характеристиках аппарат может находиться в воздухе до 7 ч.

Скорость вертикального подъёма БПЛА достигает величины в 3 м/с, что обеспечивает подъём на максимальную высоту менее, чем за 6 минут. Другой немаловажной характеристикой является максимальная скорость ветра, допустимая для взлёта и посадки аппарата, и для ТБ-29В она составляет 14 м/с, что соответствует сильному ветру по шкале Бофорта.

Немаловажной характеристикой БПЛА является его конструктивная часть в виде камеры. На ТБ-29В устанавливаются камеры модели DSTControl OTUS-U135 весом в 1,2 кг.



Рисунок 25. Камера DSTControl OTUS-U135

Данная камера обладает хорошей гиросtatической стабилизацией, что даёт ей преимущество при работе в совокупности с движущимся источником – БПЛА.

Конструкция камеры (подвеса) содержит в себе 4 фотографирующих устройства:

- Блочная камера SONY типа FCB-EX20DP (SURVEYOR);
- Блочная камера SONY типа FCB-EX1010P (SPOTTER);
- Блочная камера SONY типа FCB-H11 (HD);
- Инфракрасная камера FLIR Tau 320.

В совокупности подвес обладает свойством вращения, что позволяет получать изображение в нужной области. Инфракрасная камера позволит лучше изучать земли сельскохозяйственного назначения с целью мониторинга посадок.

В совокупности БПЛА и подвес с камерой такого типа дают широкие возможности не только для выполнения мониторинга земель, но и для измерений, требующих фотограмметрические вычисления, поэтому

перспективы работы проектируемой станции могут распространяться не только на сельское хозяйство.

4.2 Наземная станция управления БПЛА

Дистанционное управление беспилотным летательным аппаратом в рамках постоянной наземной базовой станции должно управляться из специального комплекса. В настоящее время существует несколько разработок готовых наземных станций управления, одна из них – INDELA-GCS.



Рисунок 26. Внешний вид наземной станции управления INDELA-GCS

Данная НСУ позволяет не только управлять непосредственно беспилотным летательным аппаратом, но и также производить управление его нагрузкой. В рамках данного проекта полезной нагрузкой является подвес OTUS-U135, управление которым может быть осуществлено с той же самой наземной станции управления. Станция легко интегрируется в существующие сети, что позволяет управлять ей на расстоянии с помощью сети Ethernet.



Рисунок 27. Рабочее место управления НСУ

В наземной станции управления установлено программное обеспечение, которое позволяет создавать и редактировать полётное задание с учётом следующих особенностей:

1. В любой точке маршрута возможно планирование зависания на необходимое время;
2. Планирование маршрута полёта может быть осуществлено как перед ним, так и во время в виде редактирования уже существующего;
3. Автоматический взлёт, посадка и возвращение на определённую точку также программируются;
4. Возможно построение сложного маршрута с более, чем 2000 точек.

Рабочее место управления БПЛА позволяет производить полёт в четырёх основных режимах: автономный режим полёта, полуавтономный режим полёта, режим полуавтоматического пилотирования до точки, а также режим автоматического возвращения.

Особенностью автономного режима полёта является возможность БПЛА автоматически возвращаться на базовую станцию в случае потери связи с ней. Как правило, такое может происходить на больших высотах или при удалении от базовой станции.

Немаловажной функцией INDELA-GCS является возможность отслеживания информации с полезной нагрузки в режиме реального времени, а также управлять ей для более точных снимков.

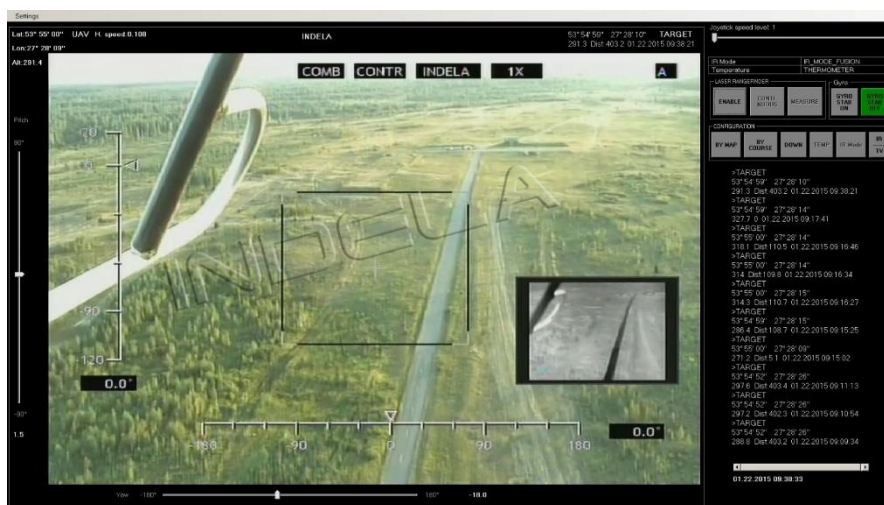


Рисунок 28. Отслеживание информации с полезной нагрузки в режиме реального времени

Наземная станция управления обеспечивает выполнение следующих функций:

1. Моделирование выполнения полётной задачи;
2. Ведение протокола выполнения полётной задачи;
3. Управление линиями связи;
4. Определение ветровых условий и других параметров атмосферы;
5. Определение координат в режиме реального времени;
6. Предполётную и постполётную подготовку;
7. Планирование задач во время маршрута полёта;
8. Управление режимами полёта и полезной нагрузкой;
9. Приём и отображение информации в режиме реального времени;

10. Обмен телеметрической информацией в реальном времени с беспилотным летательным аппаратом.



Рисунок 29. Вид НСУ снаружи

Комплекс наземной станции управления имеет габариты 430×220×207 см и весит 1480 кг. Он состоит из двух отсеков, в которых расположено 3 рабочих места для операторов. Внутри находится 7 мониторов диагональю 22 дюйма каждый, а также система отопления и кондиционирования, система подачи питьевой воды на 20 л и топливные баки, позволяющие работать от топлива в течение суток.

Отсек управления представляет собой сервер управления, а также рабочие места для операторов. Он показывает информацию о беспилотном летательном аппарате в режиме реального времени, а также даёт возможность управлять полезной нагрузкой БПЛА.

Вспомогательный отсек содержит топливный бак, систему бесперебойного электропитания, вентиляционную установку, а также кондиционер и устройство отопления.

Также на НСУ установлена метеостанция и 12-метровая мачта с автоматическим механизмом подъёма.

Внешне наземная станция управления представляет собой цельную конструкцию из алюминия, обустроенную внутри сэндвич-панелями. В ней не используются горючие материалы, а воздух поступает через специальную фильтрующую установку.

4.3 Размещение наземной станции управления

Расположение наземной станции планируется на аэродроме Куркачи, который находится в Высокогорском муниципальном районе Республики Татарстан на северо-востоке от г. Казань на расстоянии 35 км и на юге от железнодорожной станции Куркачи. Аэродром расположен на абсолютной высоте 148 м, а его географические координаты:

55°58' северной широты

49°30' восточной долготы



Рисунок 30. Аэродром Куркачи на карте GoogleEarth

Лётное поле аэродрома представляет форму многоугольника, ширина которого составляет 1 км на севере и сужается к югу до 0,7 км при длине в 2,4 км. В северо-западной части располагаются строения аэродрома, и это место идеально подходит для расположения базовой станции НСУ БПЛА.

Поверхность аэродрома имеет незначительный уклон, однако, в целом является ровной. Грунт суглинистый до 7 м, с дерновым покровом, в период весенне-осенний распутицы выходит из строя на срок до 15 дней.

В северной части аэродрома имеется вертолётная площадка, подходящая для запуска и посадки вертолёт. Также на аэродроме расположена и другая площадка (южнее), которая также подходит для посадки некоторых самолётов, а также дополнительно используется для временной стоянки вертолёт.

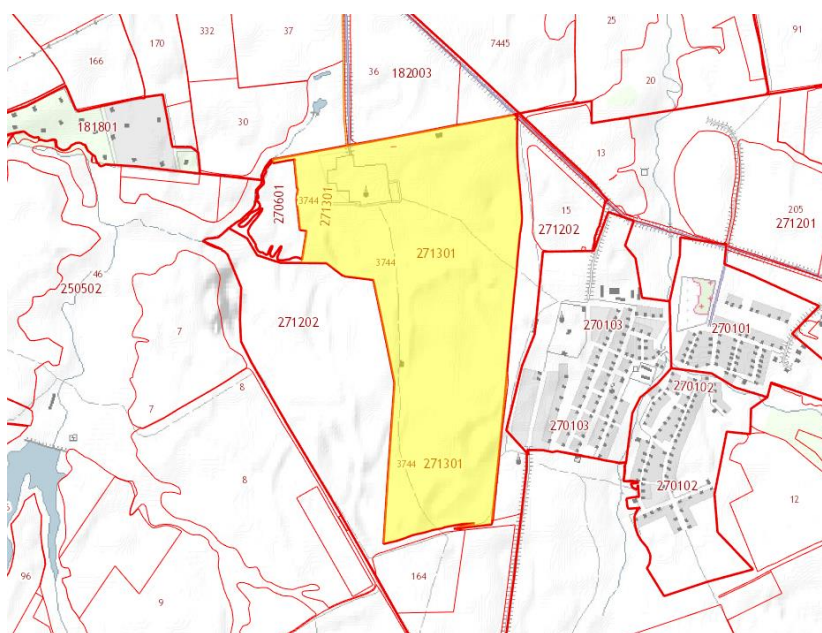


Рисунок 31. Территория аэродрома Куркачи на публичной кадастровой карте

Аэродром предназначен для взлёта и посадки самолётов 3 и 4 класса, вертолёт, а также более мелких воздушных средств, таких как дельтапланы, воздушные аэростаты, и другие. Базирование какого-либо воздушного средства, который подходит для взлёта и посадки на аэродроме Куркачи, производится по договору с его администрацией.

Старшим авиационным начальником аэродрома является глава центрального аэроклуба Республики Татарстан Мищенко Юрий Владимирович, поскольку аэродром Куркачи является местоположением ЦА РТ. В рамках аэродрома уже располагаются организации ОАО «КАП», ООО

«Авиатор», ООО «Каутц», что говорит о лояльности администрации аэродрома в вопросах базирования воздушных средств.

На расстоянии 4 км севернее от аэродрома Куркачи располагается вертолётная площадка, которая может стать запасным аэродромом в случае аварийной посадки воздушного судна.

При размещении автономной базовой станции необходимо выбрать местность, которая будет иметь минимальные препятствия на горизонте, а также располагаться вблизи дорог для удобства и не пересекать лётно-посадочное пространство аэродрома. Другим условием является расположение лётной площадки вблизи НСУ, что позволит выполнять запуск в кратчайшие сроки, однако, в условиях практически ровной местности аэродрома, в этом нет крайней необходимости. С другой стороны, запуск следует проводить с вертолётных площадок, поскольку перед каждым запуском необходимо согласование с администрацией аэродрома, и таким образом запуск с вертолётных площадок будет более рациональным.



Рисунок 32. Допустимое размещение наземной станции слежения БПЛА

При анализе территории аэродрома доступной для размещения наземной станции слежения БПЛА была выделена территория южнее

основных строений и восточнее южной вертолётной площадки. Поскольку габариты НСУ небольшие (430×220 см) и отсутствует зависимость от внешних сетей электро- и водоснабжения, размещение станции может быть в любой точке выделенной области. Также размеры наземной станции управления позволяют хранение БПЛА ТБ-29В внутри, когда она не производит никаких полётов. В такие межполётные периоды может выполняться обработка данных, что доступно в дистанционном режиме, и непосредственный доступ к станции не является обязательным.

Глава V. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ПРОЕКТА

5.1 Возможности НСУ БПЛА

Основной задачей проектируемой беспилотной автоматической системы (станции) является мониторинг земель. Исходя из характеристик БПЛА ТБ-29В, максимальная дальность полёта составляет 500 км, при полёте туда-обратно, она составит 250 км.

Основной для размещения наземной станции управления БПЛА является Аэродром Куркачи, который находится к югу от посёлка железнодорожной станции Куркачи. В таком случае мы можем проанализировать радиус дальности полёта туда-обратно (Рисунок 17).

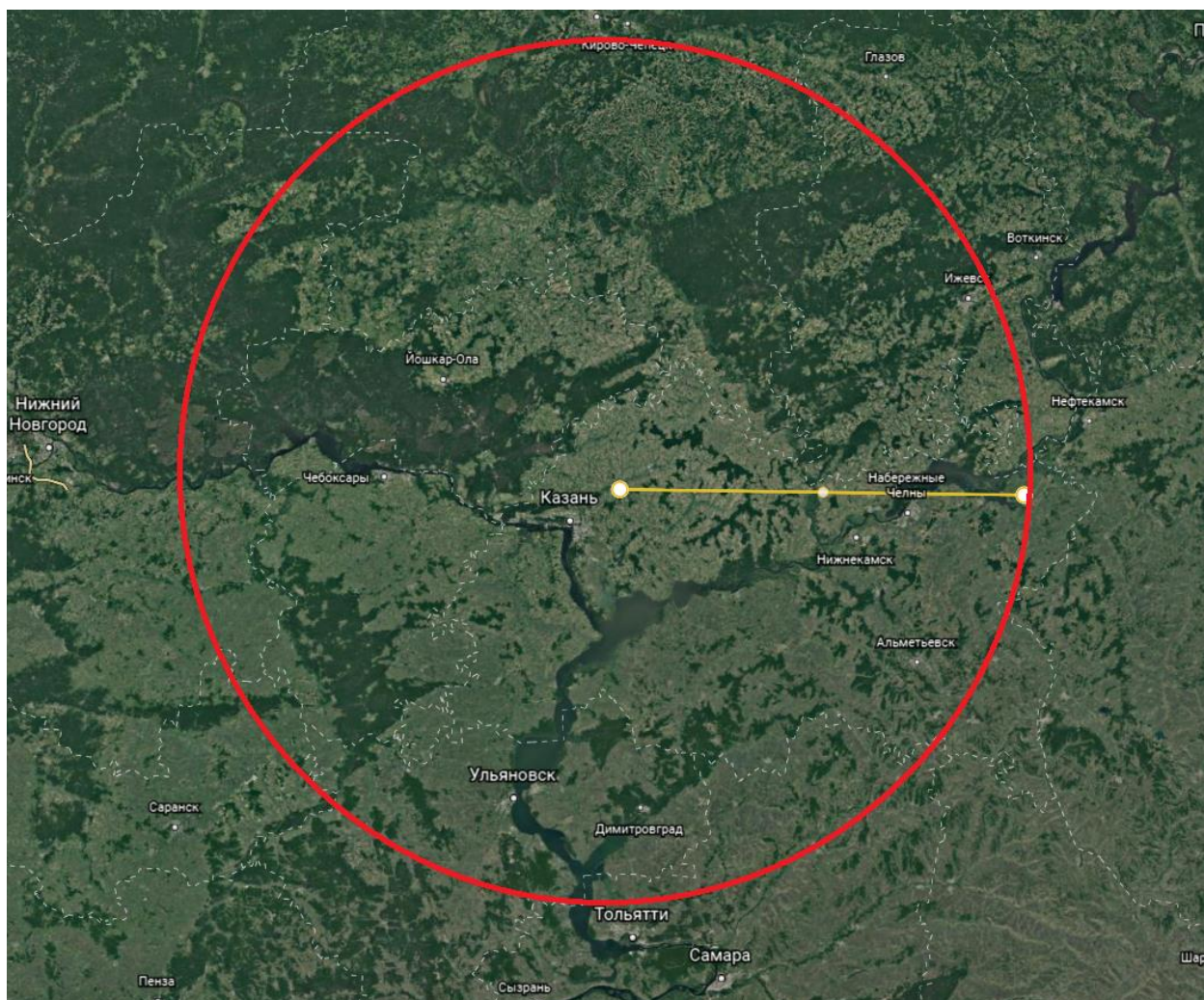


Рисунок 33. Охват земель при использовании БПЛА вертолётного типа

Вертолёт ТБ-29В является достаточно мощным и приспособлен к дальним полётам, поэтому радиус его действия составляет 250 км. Он позволяет охватывать практически полностью Республику Татарстан, за исключением Бавлинского муниципального района, Ютазинского муниципального района, части Азнакаевского муниципального района и восточной половины Актанышского муниципального района.



Рисунок 34. Охват земель Республики Татарстан

Также в поле действия БПЛА попадают Республика Марий-Эл, Республика Чувашия, половина Ульяновской области, северная часть Самарской области, половина Республики Удмуртия, половина Кировской области, часть Республики Мордовия и Нижегородскую область. Дальность действия работы ТБ-29В позволяет работать не только в пределах Республики Татарстан, но и в других Республиках и областях. Общая площадь охвата составляет около 40 млн га, что определяет большие перспективы в работе БПЛА.

Основной целью работы БПЛА является мониторинг сельскохозяйственных земель, которые в Республике Татарстан находятся под

наблюдением единой информационной системы агропромышленного комплекса. Основной целью системы является создание функциональной структуры управления сельским хозяйством, а одной из её задач – мониторинг сельскохозяйственных земель. На данном этапе система является на стадии внедрения и для задачи мониторинга использует космические снимки.

В последние годы в Республике Татарстан увеличивается степень вовлеченности с/х земель в севооборот, и по последним данным стратегией развития сельскохозяйственной отрасли Республики является увеличение площади посевов до 2,8 млн. га [29].

Поскольку охват земель достаточно обширный, то возможно производить мониторинг не только сельскохозяйственных земель, но и любые другие области. Немаловажным является мониторинг лесных ресурсов, которых в Республике Татарстан насчитывается 1,2 млн га



Рисунок 35. Карта лесов Республики Татарстан

Основная часть лесов входит в область работы БПЛА, поэтому его использование для функций мониторинга лесов также будет экономически эффективно.

Другим применением БПЛА может стать проведение фотограмметрической аэрофотосъёмки для составления карт и планов. Особенностью данного процесса является то, что модель выбранного подвеса обладает маленьким фокусным расстоянием, недостаточным для аэрофотосъёмочного процесса, а также они имеют свойство поворачивать камеру, что может усложнить последующие вычисления углов ориентирования снимков. С другой стороны, подвес является съёмным, и может быть заменён на камеру другой модели, более подходящей для аэрофотосъёмки. Однако, выполнение такого рода измерений не является широко применяемой процедурой для данной модели БПЛА и может рассматриваться в качестве дополнительных исследований его возможностей. Установка такой камеры дала бы возможность выполнения аэрофотосъёмки для получения материала в масштабе 1:500, 1:1000 и 1:2000. Более крупные масштабы получить невозможно, поскольку максимальная высота подъёма БПЛА – 2800 м – не будет являться достаточной для них.

Преимуществом данной модели БПЛА является полёт на расстояние до 500 км, что может позволить снимать большие участки на удалённых расстояниях с достаточным для фотограмметрии продольным перекрытием в 60% и поперечным в 40% .

Мониторинг может производиться также и для других территорий, например, земель населённых пунктов или земель особо охраняемых природных территорий. В рамках данного проекта может быть рассмотрено применения БПЛА для проведения различных видов мониторинга, и каждый из них будет актуальным благодаря дальности действия аппарата.

5.2 Затраты на осуществление проекта

Данный проект является достаточно сложным с точки зрения реализации, поскольку содержит большие объёмы затрат на его осуществление. Это связано с тем, что автономные базовые станции не реализуются в виде комплектующих – в таком случае теряется их принцип автономности, поскольку работа такой станции предполагается быть независимой от внешних ресурсов. Необходимые ресурсы для работы станции – это топливо и питьевая вода, для работы беспилотного летательного аппарата – только топливо.

В случае полной загрузки и наполненности топливного бака, наземная станция управления может работать в течение суток на полную мощность.

Таблица 4. Сметная стоимость реализации проекта

№	Название	Стоимость, р.
1	БПЛА «Тайбер» ТБ-29В	9 360 000
2	ПодвесDSTControl OTUS-U135	1 427 400
3	НСУ INDELA-GCS	5 304 000
4	Автоматический наземный антенный комплекс	1 263 000
5	Ремонтный комплект (ЗИП)	1 635 600
	Итого	18 990 000

Согласно сметной стоимости, для внедрения автономной наземной базовой станции БПЛА необходимо 18 990 000 рублей. В данном случае не учитываются затраты на аренду земли, поскольку территория аэродрома находится в государственной собственности, а все полёты осуществляются на договорной основе.

При осуществлении мониторинга сельскохозяйственных земель один полёт при расчёте затрат на топливо для БПЛА и НСУ будет стоить 1713 р. с учётом стоимости дизельного топлива 45 100 р. за тонну.

Если каждые сутки выполнять 1 полёт на максимальную дальность, а остальное время использовать для обработки информации, то за один такой рабочий день необходимо тратить около 38 л топлива для обеспечения работы НСУ. Тогда тонна дизельного топлива сможет обеспечивать её в течение 26 суток.

Для того, чтобы выполнить мониторинг земель на всей территории Республики, необходимо выполнять полёты каждый день. При этом полёты на высоте 2500 м могут обеспечить материалом территорию Предволжья за 10-12 дней, Предкамья за 15-20 дней, Закамья за 11-15 дней. Для обследования территории всей Республики необходимо 1,5 месяца, однако, эти расчёты дают информацию только об обеспечении обычными снимками (без ИК области). Такие полёты не обеспечат информацией о высотах, которая и не является необходимой для целей мониторинга земель. Для более точной и детальной информации необходимы полёты на более низкой высоте, однако, для получения предварительных данных, её вполне достаточно. По полученным предварительным снимкам можно определить области, требующие более детального изучения.

Такие полёты будут стоить 65-67 тысяч рублей, если среди затрат учитывать только расходы на топливо.

Работа операторов как источник затрат на осуществление проекта не учитывается, поскольку в Республике Татарстан существует Единая информационная система агропромышленного комплекса. Проект предназначен для эффективного использования, планирования и контроля этапов сельскохозяйственного производства, а также наблюдения и мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, поэтому создание автономной станции БПЛА является хорошей перспективой для внедрения в развивающуюся информационную систему.

5.3 Экономическая эффективность проекта

Для оценки экономической эффективности проекта необходимо сравнить затраты по времени на съёмку традиционным (наземным методом) и с помощью БАС. Чтобы оценить стоимость съёмки наземным методом, можно воспользоваться справочником базовых цен на инженерные изыскания для строительства:

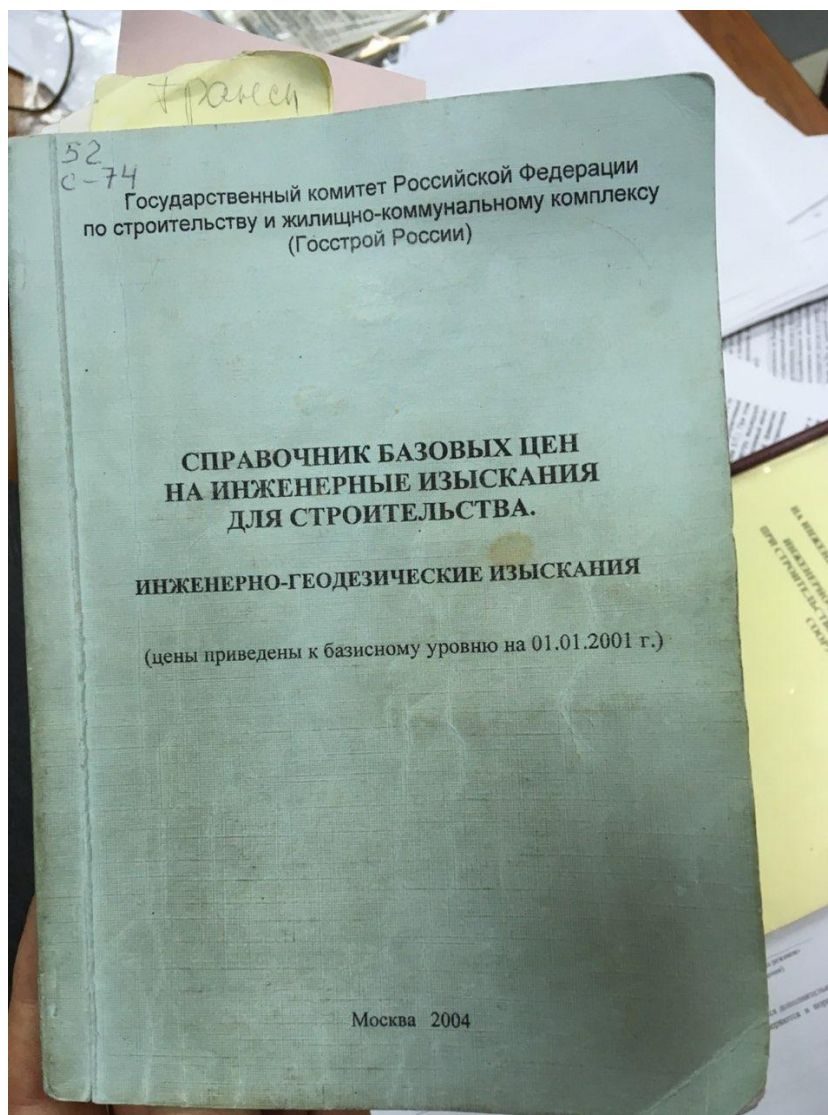


Рисунок 36. Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства

В качестве примера разберём мониторинг 300 га сельскохозяйственных угодий.

Наземный метод. Для выполнения мониторинга условно установим, что необходимо создать план масштаба 1:1000 с высотой сечения рельефа.

Допустим, что участок съёмки не представляет собой сложную территории и, согласно справочнику, имеет самую простую категорию сложности – I. Тогда стоимость полевых работ составит 759 руб/га и камеральных – 227 руб/га, а с пересчётом на актуальную стоимость работ с учётом инфляции – стоимость полевых составит 3301,65 руб/га и камеральных – 987,45 руб/га. Стоимость съёмки 1 га составит 4289,1 руб без учёта транспортных расходов, расходов на организацию и ликвидацию работ, а также НДС.

Транспортные расходы рассчитываются как стоимость затрат на внутренние и внешние перемещения в процентном соотношении от стоимости полевых и камеральных работ. Наземные работы по мониторингу сельскохозяйственных земель площадью около 300 га могут быть выполнены за 2 месяца, что обуславливает затраты на внешний транспорт в 21% от стоимости работ и затраты на внутренний – 26,25%. Тогда стоимость съёмки за 1 га составит 6304,98 руб. Стоимость организации и ликвидации работ составляет 6% от общей стоимости работ, что увеличит цену за съёмку 1 га до 6,683,28 руб.

Общая стоимость работ по мониторингу наземным способом 300 га сельскохозяйственных угодий составит 2 406 000 руб. Временные затраты на работу – 2 месяца.

Съёмка с помощью БПЛА. Для расчёта затрат на такой метод съёмки необходимо вычислить длину маршрута на площадке в 300 га. Если при съёмке необходимо представить данные в масштабе 1:1000, то с учётом фокусного расстояния камеры ($f=0,1$ м), высота съёмки должна составлять 100 м. Угол обзора камеры составляет 45° , что даст при такой высоте ширину съёмочной полосы в 200 м. Пусть перекрытие маршрутов в съёмке составит 30%. Тогда длина маршрута съёмки 21,5 км. Даже при удалении площадки съёмки от базовой станции на 200 км, сам процесс съёмки можно осуществить за 1 день. В таком случае весь объём работ будет выполнен за 7-10 дней. При определении стоимости работ будем учитывать, что полевая часть требует затрат только на топливо, что составит 527 604 руб.

Итого, в результате расчётов было выявлено, что стоимость работ при выполнении мониторинга сельскохозяйственных угодий площадью 300 га наземным способом составит 2 406 000 руб. и займёт 2 месяца, в то время как работы по мониторингу такого же участка земли с помощью БПЛА можно выполнить за 7 дней с затратами в 527 тыс. руб.

Глава VI. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

6.1 Охрана окружающей среды

В производственных условиях охрана окружающей среды заключается в реализации экологической политики, которая направлена на учёт возможных влияний работы предприятия или его работников на природу. Деятельность предприятия по охране окружающей среды должна соблюдать несколько принципов.

В первую очередь, при осуществлении производственной деятельности должны учитываться риски возникновения экологической опасности. Причём влияние таких явления возможно не только на природу, но и на человека. В таком случае должен соблюдаться принцип рационального сочетания экономических, социальных и экологических интересов.

Существуют различные нормы и требования, регламентирующие оценку экологической ситуации окружающей среды. Они устанавливаются законодательно, соответственно, их несоблюдение преследуется по закону. В общем случае они представляют собой совокупность норм технических регламентов, которые должны быть соблюдены при осуществлении процесса производства. В более частном случае они представляют собой набор показателей разных измерений (уровень загрязнения воздуха, воды, почвы и т.п.).

В последнее время развитие технологий происходит настолько стремительно, что отслеживание появления инноваций в той или иной области может быть затруднено большим объёмом информации. Однако, всё больше при разработке нового оборудования и технологий учитывается экологическая составляющая нововведения, что способствует технологическому развитию состояния окружающей среды. Страны всё чаще ужесточают экологические нормы, поэтому внедрение новых технологий в производство становится

неизбежным. В нашей стране этот принцип получил развитие только недавно, поскольку в условиях обширной территории экологические проблемы не являются наиболее важными. С другой стороны, изменение оборудования или некоторых аспектов на предприятии не должно быть связано исключительно с охраной окружающей среды; чаще всего оно связано с интенсификацией производства, а повышение экологической составляющей является только преимуществом при выборе технологий и техники. Некоторые технологии показывают перспективы в улучшении влияния на окружающую среду, и выбор таких должен стоять в приоритете.

Политика охраны окружающей среды является государственной задачей, однако, она должна реализовываться не только на федеральном уровне, но и на всех остальных структурных единицах, в том числе и в глобальных масштабах, локальных – в рамках административно-территориальных единиц, а также на производстве.

В условиях любого производства существует риск возникновения аварийной ситуации, которая может негативно повлиять как на окружающую среду, так и на человека, в том числе и работников. Поэтому руководство предприятий должно осуществлять подготовку кадров к возможным ситуациям чрезвычайного характера. Бывают случаи, когда причина подобной аварии не является виной производства, а представляет собой результат влияния какого-то другого явления (например, землетрясения, пожары, наводнения, которые могут вызвать сбой в работе производства и привести к чрезвычайным ситуациям, в том числе и по загрязнению окружающей среды). Ответственность за предотвращение таких ситуаций полностью лежит на работниках предприятия.

Современное общество привыкло развиваться в условиях доступности многой информации, и состояние окружающей среды не должно быть исключением. Если предприятие проводит какие-то специальные экологические мероприятия, в том числе и контроль состояния окружающей

среды, то материалы таких работ должны находиться в свободном доступе для обеспечения информационной доступности.

Любое производство оказывает влияние на экологию, даже если оно не заметно или выглядит неочевидным. В любом случае должны быть реализованы меры по сохранению состояния окружающей среды и по снижению рисков возникновения её загрязнения. Как уже было отмечено выше, всегда должна присутствовать готовность к устранению последствий экологических аварий. В первую очередь, такие мероприятия могут быть связаны с совершенствованием уровня экологического контроля на производстве.

Если деятельность предприятия подразумевает наличие отходов, то их утилизация должна производиться максимально безопасным для окружающей среды способом. Отдельно стоит отметить класс радиоактивных отходов, транспортировка и утилизация которых строго регламентирована государством, и при несоблюдении этих регламентов может привести к экологической и биологической катастрофе.

Существуют различные нормативы, регламентирующие утилизацию или хранение отходов химических веществ. Они могут быть выброшены в атмосферу или сточные воды, и в обоих случаях деятельность по утилизации таких отходов должна контролироваться предприятием, поскольку несоблюдение установленных норм и правил может привести к сильному загрязнению природы, что обернётся административной или уголовной ответственностью для определённых лиц.

В определённых масштабах предприятия должен осуществляться внутренний контроль за его деятельностью с целью определения степени соблюдения норм и правил регламентированных экологических требований.

Также немаловажной составляющей любой политики по охране окружающей среды является обучение сотрудников и населения в области экологии.

В рамках работы проектируемой автономной беспилотной базовой станции могут возникнуть следующие риски:

- загрязнение окружающей среды отходами сжигания топлива базовой станцией и беспилотным летательным аппаратом;
- загрязнение окружающей среды отходами биотуалета НСУ;
- возможность возникновения пожаров, поскольку НСУ и БПЛА являются электронными устройствами большого масштаба.

Принцип автономности базовой станции позволяет ей не зависеть от внешних факторов, однако, использование топлива может спровоцировать негативные процессы. Масштабы таких загрязнений являются незначительными из-за размера оборудования и станции, поэтому никаких специальных мер по защите окружающей среды не требуется.

6.2 Безопасность жизнедеятельности

Безопасность жизнедеятельности – это система знаний, которая обеспечивает безопасность обитания человека в производственной и непроизводственной сфере развития по обеспечению безопасности в перспективах с учётом антропогенного влияния на среду обитания [31]. Охраной труда называют систему законодательных актов, которые представляют собой совокупность лечебно-профилактических, санитарно-гигиенических, организационно-технических и социально-экономических методов, обеспечивающих безопасность работы и жизнедеятельности в процессе работы.

Законодательно охрана труда в нашей стране регламентирована Конституцией РФ, Трудовым Кодексом и Декларацией прав и свобод граждан, поэтому её осуществление является задачей государства.

Охрана труда подразумевает создание здоровых и безопасных условий работы, и в первую очередь она заключается в выборе рационального местоположения для размещения производства. Корректное размещение зданий и сооружений производства не должно нарушать нормативно-

технические документы, которые регламентируют, в первую очередь, влияние производства на окружающую среду.

Воздействие вредных факторов производства на работников может быть сдержано совокупностью санитарно-технических, гигиенических и организационных мероприятий, что подразумевает проведение производственной санитарии – одной из важных составляющих охраны труда.

Другой составляющей охраны труда является создание условий труда, обеспечивающих снижение или исключение действия опасных производственных факторов на работника, что подразумевает создание техники безопасности как сводной инструкции.

Наиболее распространённым опасным фактором на предприятии являются пожары, которые могут стать причиной взрывов, обрушения или повреждения установок, сооружений, зданий, снижения концентрации кислорода, возникновения токсичных веществ и дыма, повышенной температуры предметов и воздуха, а также, непосредственно, открытого огня и искр. Поэтому в любых учреждениях и предприятиях должна проводиться противопожарная профилактика, которая подразумевает не только обучение персонала технике безопасности, но и массовые инструктажи, борьбу с поджогами, контроль выполнения норм пожарной безопасности и утверждение проектов строительства с противопожарной точки зрения. Также противопожарная профилактика подразумевает обеспечение оборудованием и техническими разработками по пожаротушению, осуществление пожарного надзора на соблюдение техники безопасности, а также распространение знаний о пожарах и методах борьбы с их возникновением среди населения.

При изучении условий работы операторов автономной базовой станции необходимо рассматривать несколько основных факторов. Во-первых, принцип работы подразумевает практически полную неразделимость камеральных и полевых условий, поскольку полевым этапом является только перенос БПЛА на вертолётную площадку (взлёт и посадка осуществляются

автоматически), а остальное рабочее время оператор проводит в камеральных условиях.

Требования производственной санитарии подразумевают температуру в НСУ 18-20°C и уровень влажности от 35% до 75%. Поскольку станция имеет внутреннее отопление, такие условия могут быть соблюдены даже в зимний период, а в тёплое время года при необходимости температура может быть снижена с помощью также встроенного кондиционера. Норма рабочей площади подразумевает работу трёх операторов, однако, потребность в таком количестве операторов при условии работы всего лишь одного БПЛА отсутствует. Воздухообмен предусмотрен конфигурацией НСУ, и дополнительно обеспечивает очистку поступающего внутрь воздуха, поскольку сама станция является военной разработкой и может работать в сложных полевых условиях.

Другим немаловажным фактором является соблюдение норм по техническому освещению на любом производстве, где требуется зрительная работа. Экспериментально доказано, что улучшение качества освещения позволяет повысить производительность работы сотрудников. Наилучшим освещением при работе в помещении является естественное, однако, в данных условиях работы оно отсутствует. Станция оснащена внутренним освещением, мощности которого достаточно для работы с мониторами. Наилучшим освещением являются лампы, а доля общего света должна составлять лишь 10%.

При работе с любым оборудованием и техникой должны соблюдаться правила противопожарной безопасности, и подразумевается, что оператор автономной базовой станции будет обучен работе с ними. Особо важным является работа с персональными компьютерами, в которой должны учитываться не только противопожарные условия и правила использования, но и влияние такого типа работы на организм человека.

В первую очередь, необходимо учитывать, что работа перед мониторами должна осуществляться на расстоянии минимум 30-40 см в зависимости от его

размера. Другим немаловажным правилом при работе является то, что подключение и обслуживание ПК должно производиться только при отключённых устройствах и проводах исключительно с совместимыми с данной моделью устройствами. Должно отсутствовать любое давление на кабели, а также возможное скручивание.

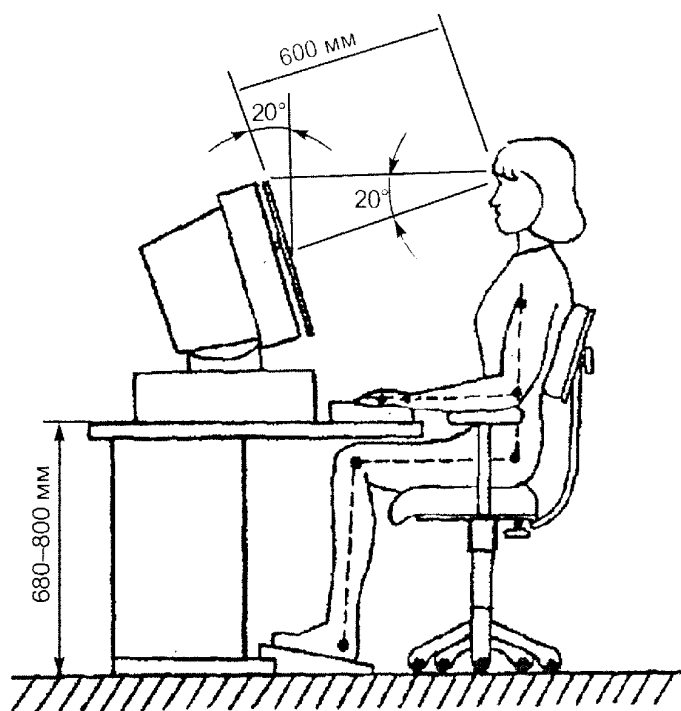


Рисунок 37. Расположение оператора перед ПК

Стул оператора должен обладать свойствами регулирования высоты, а также регулированием уровня наклона спинки, а продолжительность непрерывной работы не должна превышать 2 часов.

Отдельно регламентируются места для курения. При работе в зданиях создаются специальные места для курения, однако, в случае данной базовой станции курение должно производиться на расстоянии не менее 10 м от станции, а отходы должны быть утилизированы корректным способом для полного исключения возможного возгорания.

6.3 Физическая культура на производстве

В современном производстве физическая культура человека является очень важной частью трудового процесса, поскольку работа в течение

десятков лет очень сильно влияет на организм человека. Любой трудовой процесс имеет фазу вработывания, и при большой продолжительности работы снижается продуктивность человека. В таком случае небольшие перерывы с целью физической нагрузки ускоряют процесс вработывания, а также снижают падение производительности труда. С анатомической точки зрения, физическая нагрузка позволяет восстановить и перераспределить мышечную и нервно-психическую энергию.

Отклонение в физическом состоянии организма возможно в условиях производства, когда происходит локальная нагрузка на отдельные части тела, либо физическая нагрузка снижена в принципе, и для предупреждения возникновения последствий рекомендуется применять методы физического воспитания работников. С другой стороны, необходимо также снизить причины возникновения профессиональных заболеваний, а также обеспечить профилактику болезней и травм.

Научная организация труда (НОТ) подразумевает повышение производительности труда путём взаимодействия людей и техники, а также гармоничного развития физического труда работников. Соответственно, научная организация труда подразумевает внедрение физической культуры в производство.

Целью НОТ является повышение производительности труда работников, и для её достижения необходимо контролировать физическую активность работника на всех этапах его становления. В первую очередь, в период профессиональной подготовки физическая культура должна быть неотъемлемой частью процесса обучения. Затем оптимальная динамика работника должна соблюдаться в его трудовой деятельности, то есть физическая культура на производстве должна обеспечить ускорение вработывания и исключение снижения работоспособности. Немаловажным является способ проведения свободного времени рабочего. Физическая активность во время досуга способствует снижению негативных последствий неблагоприятных условий труда.

Повышение физической активности человека во всех сферах его жизни способствует не только повышению здоровья человека, но и его активности, а также творческого потенциала. В зависимости от факторов производства происходит конкретизация задач и методов обеспечения физической культуры населения. Также на уровень физической активности влияют состояние здоровья, уровень физической подготовки, возраст и пол человека.

Физическая культура на производстве может быть представлена в виде физкультминут, филькультурных пауз и вводной гимнастики. Корректное формирование принципов осуществления физической культуры на производстве должно быть напрямую связано с производственным процессом, чтобы правильно управлять продуктивностью работников и обеспечить динамичность процессов. Исследования показывают, что продуктивность среднестатистического работника является высокой в начале рабочего дня и значительно снижается к его окончанию при стабилизации в дневной период. Происходит чередование следующих фаз работы:

1. Период вработывания, который может длиться от 30 минут до 1 часа, в который происходит рост производительности труда работника за счёт активизации регуляторных функций организма;
2. Период стабилизации, отличающиеся высоким показателем работоспособности в течение длительного периода времени;
3. Период прогрессирующего снижения работоспособности, который сопровождается утомлением работника и активным снижением его производительности.

В зависимости от условий работы, динамика рабочего процесса может изменяться. Также существует такое понятие, как конечный порыв, обусловленный условно-рефлекторной реакцией на приближающееся окончание работы в виде временного повышения продуктивности. Такой эффект может произойти из-за утомления работника и желания быстрее закончить работу.

Другими факторами, влияющими на динамику работоспособности человека, являются гигиенические условия труда, психологическая нагрузка и характер производственной деятельности. Однако, для любого производства рекомендуется вводить физическую активность.

Работникам автономной базовой станции БПЛА для ускорения процесса вработывания рекомендуется проведение вводной гимнастики, которая представляет собой совокупность систематических упражнений перед началом работы. Поскольку работа оператора является малоподвижной, то рекомендуется каждый час делать физкультминуты, а именно выполнять 2-3 физических упражнения в течение не более 5 минут. В середине рабочего дня рекомендуется проводить физкультурные паузы, которые необходимы для обеспечения работника срочным адаптивным отдыхом. Длительность физкультурной паузы составляет 10-15 минут. Если в какой-то из периодов оператор вынужден выходить из помещения, чтобы отнести или забрать БПЛА, то выполнение физкультминуток не является обязательным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из множества способов мониторинга земель наиболее эффективным является мониторинг с помощью воздушных или космических средств, включая использование беспилотных летательных аппаратов, поскольку они достаточно просты в управлении, мобильны и дают необходимую информацию в короткие сроки.

Для развития Республики такой мониторинг земель является перспективным, поскольку аграрный сектор экономики занимает одну из ведущих позиций нашего региона.

Основой для использования БПЛА является размещение автономной базовой станции беспилотного летательного аппарата на аэродроме Куркачи в Высокогорском муниципальном районе Республики Татарстан. Её основными составляющими являются наземная станция управления, представляющая собой автономный бокс INDELA-GCS, работающий на дизельном топливе, и сам беспилотный летательный аппарат Тайбер ТБ-29В. Принцип автономности станции подразумевает её работу без подключения к сетям коммуникации.

Характеристики наземной станции БПЛА позволяют осуществлять работу на территории практически всей Республики, за исключением небольших районов на востоке, которые являются недоступными из-за ограниченного радиуса действия БПЛА. Однако, использование возможно не только в данном регионе, но также и в окрестных Республиках и областях.

Затраты на реализацию проекта составляют 19 млн рублей без учёта расходов на заработную плату операторов и стоимости размещения станции, затраты на которое не подразумеваются. При осуществлении полётов на высоте 2500 м, мониторинг всей доступной территории Республики Татарстан возможно выполнить за 1,5 месяца с затратами на топливо 65-67 тыс. рублей, что является хорошим показателем временных затрат.

СПИСОК НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ) часть первая от 30 ноября 1994 г. N 51-ФЗ, часть вторая от 26 января 1996 г. N 14-ФЗ и часть третья от 26 ноября 2001 г. N 146-ФЗ
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. N 136-ФЗ (ЗК РФ)
3. Постановление правительства РФ от 15 июля 1992 г. №491 «О мониторинге земель»
4. Ципинова, Б. С. Мониторинг земель: учебно-методическое пособие/ Б. С. Ципинова. – Майкоп: МГТУ, 2016. – 77с.
5. Гиниятов, И. А. Мониторинг земель и объектов недвижимости: конспект лекций/ И. А. Гиниятов. – Новосибирск, 2011. – 85с.
6. Цекоева, Ф. К. Мониторинг земель на основе новых технологий/ Ф. К. Цекоева // Московский экономический журнал. – 2017. – №1. – с. 67–71
7. Неверова, А. Р. Применение сверхлёгких БПЛА в Землеустроительном картографировании / А. Р. Неверова, Б. Н. Олзоев // Байкальский Государственный Университет. – 2017. – с 65–67
8. Башилов А. М. Автономные беспилотные летательные аппараты в точных системах агропроизводства / А. М. Башилов, В. А. Королёв // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – №3(43) с. 76 – 82.
9. Неверова А. Р. Применение сверхлёгких БПЛА в землеустроительном картографировании / А. Р. Неверова, Б. Н. Олзоев // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – №1 с. 65 – 67.
10. Неверова А. Р. Использование беспилотных летательных аппаратов в кадастре, землеустройстве и градостроительстве / А. Р. Неверова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – №1 с. 265 – 268.
11. Мещанинова Е. Г. Перспективы использования БПЛА при осуществлении земельного надзора / Е. Г. Мещанинова, В. О. Николукина //

Экономика и экология территориальных образований. – 2018. – №3 с. 122 – 128.

12. Медведев А. А. Дистанционный высокодетальный мониторинг динамики зарастания заброшенных сельскохозяйственных земель лесной растительностью / А. А. Медведев, Н. О. Тельнова, А. В. Куликов // Вопросы лесной науки. – 2019. – №3 с. 1 – 12.

13. Карпов А. А. Разработка методики для оценки успешности лесовосстановления дистанционными методами / А. А. Карпов, Н. Р. Пирцхалава, А. Г. Гудина, Р. А. Алешко, А. П. Богданов // Лесотехнический журнал. – 2019. – №3 с. 25 – 34.

14. Бестаева Н. В. Исследование систем мониторинга в сельскохозяйственной сфере / Н. В. Бестаева, Д. К. Султангалиева, А. Д. Зубова // Научный результат. Информационные технологии. – 2018. – №1 с. 19 – 24.

15. Катаев М. Ю. Методы технического зрения для картирования состояния сельскохозяйственных полей / М. Ю. Катаев, К. С. Ёлкин, И. Б. Сорокин // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2018. – №4 с. 75 – 80.

16. Федосеева Н. А. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов / Н. А. Федосеева, М. В. Загвоздкин // Научный журнал. – 2017. – №1 с. 26 – 29.

17. Мелихова Е. В. Применение беспилотных летательных аппаратов в аграрном производстве / Е. В. Мелихова, Д. А. Мелихов // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №3 с. 206 – 211.

18. Вторый В. Ф. Перспективы экологического мониторинга сельскохозяйственных объектов с использованием беспилотных летательных аппаратов / В. Ф. Вторый, С. В. Вторый // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – №92 с. 158 – 165.

19. Железова С. В. Мониторинг посевов озимой пшеницы с применением беспилотной аэрофотосъёмки и оптического датчика GREENSEEKERRT200 / С. В. Железова, А. А. Ананьев, М. В. Вьюнов, Е. В. Березовский // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – №6(194) с. 56 – 61.
20. Овчинникова Н. Г. Применение беспилотных летательных аппаратов для ведения землеустройства, кадастра и градостроительства / Н. Г. Овчинникова, Д. А. Медведков // Экономика и экология территориальных образований. – 2019. – №3 с. 98 – 108.
21. Гафуров А. М. Использование беспилотных летательных аппаратов для оценки почвенной эрозии / А. М. Гафуров // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2019. – №2 с. 182 – 190.
22. Евстратова Л. Г. Особенности мониторинга земель сельскохозяйственного назначения по различным типам аэрокосмических снимков / Л. Г. Евстратова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – №1 с. 205 – 212.
23. Гафуров А. М. Возможности использования беспилотного летательного аппарата для оценки почвенной и овражной эрозии / А. М. Гафуров // Учёные записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2017. – №4 с. 654 – 667.
24. Мусина Г. А. Экологический мониторинг на основе снимков, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов / Г. А. Мусина, Д. С. Ожигин, С. Б. Ожигина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – №1 с. 196 – 204.
25. Башилов А. М. Трёхмерное видеонаблюдение агрообъектов времяпролётной камерой / А. М. Башилов, В. Н. Легеза, В. А. Королёв // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». – 2018. – №1 с. 20 – 25.

26. Генеральный план Куркачинского сельского поселения Высокогорского района Республики Татарстан [Электронный ресурс]: Положение о территориальном планировании, 2012.
27. Фетисов В. С. Беспилотная авиация / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова, В. В. Адамовский, Р. А. Красноперов; Ред. В. С. Фетисов – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217с.
28. Описание аэродрома «Куркачи» [Электронный ресурс]: Центральный аэроклуб Республики Татарстан. – Режим доступа: <http://aeroclub-tatar.com/aerodroms/kurkachi>, свободный. – Загл. с экрана
29. Марат Зяббаров провел рабочее совещание по разработке Единой информационной системы агропромышленного комплекса РТ [Электронный ресурс]: Сайт министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. – Режим доступа: <http://agro.tatarstan.ru/rus/index.htm/news/1569542.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
30. Новости Татарстана: Гринпис составил рейтинг регионов по площади пустующих сельскохозяйственных земель [Электронный ресурс]: интернет-сайт Бизнес Online. – Режим доступа: <https://www.business-gazeta.ru/news/425877>, свободный. – Загл. с экрана.
31. Костылёва Н. В. Существующие требования и подходы к организации природопользования и охраны окружающей среды на предприятии, меры по их улучшению / Н. В. Костылёва, В. И. Микишева // Географический вестни. – 2016. – №1 с. 1 – 10.
32. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138)
33. Федеральные авиационные правила «Организация планирования использования воздушного пространства Российской Федерации» (приказ Минтранса России от 16.01.2012 № 6)

34. Инструкция по разработке, установлению, ведению и снятию временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений (приказ Минтранса России от 27.06.2011 № 171)

35. Табель сообщений о движении воздушных судов в Российской Федерации (приказ Минтранса России от 24.01.2013 № 13)

36. Методические рекомендации по составлению нормативных документов, определяющих организацию использования элементов структуры воздушного пространства (приложение к приказу Росаэронавигации от 21.07.2008 № 108)

ПРИЛОЖЕНИЯ

ХАРАКТЕРИСТИКИ БПЛА ТАЙБЕР ТБ-29В

	Параметры	Значение
1	Максимальная крейсерская скорость	100 км/ч
2	Максимальная скорость	120 км/ч
3	Длина	1600 мм
4	Диаметр главного ротора	1865 мм
5	Высота	550 мм
6	База шасси	320 мм
7	Тип двигателя	Двухтактный
8	Мощность двигателя	7,2 л. с.
9	Объём топливного бака	8 л
10	Расход топлива в крейсерском режиме	1,2 л/ч
11	Максимальная полезная нагрузка	5 кг
12	Максимальная взлётная масса	19,6 кг
13	Пустой вес вертолётa	14,6 кг
14	Максимальная скороподъёмность	6 м/с
15	Максимальная скорость ветра при взлёте и посадке	14 м/с (27 узлов)
16	Дальность действия	500 км
17	Практический потолок	2800 м
18	Время полёта (1 кг полезной нагрузки)	До 5 часов
19	Парашют	баллистический
20	Бортовое питание	7,4 W
21	Высотомер	Радио, лазерный, ультразвуковой
22	Межремонтный срок	500 ч

ХАРАКТЕРИСТИКА НСУ INDELA-GCS

Characteristics		
of workplaces in the GCS monitors in the GCS aaa		
Quantity of sections	pcs.	2
Quantity of workplaces in the GCS	pcs.	3
Size of monitor screens	inch	22
Quantity of monitors in the GCS	pcs.	7
Weather station	pcs.	1
Transceiver of data exchange with the UAV, range	km	100
Hight of the data link mast	m	12
Quantity of way points in flight assignment	points	2000
GCS development time	min	10
Time of GCS autonomous work from the generator	h	24
Time of GCS autonomous work from the accumulators	h	5
Generator capacity	kW	7
Heating system capacity	kW	2
Air conditioner capacity	kW	2
Fuel tank	l	30
Potable water tank	l	20
Performance of the filtration unit	m ³ /h	100
Shelter dimensions	sm	430x220x207
Weight	kg	1480
Operation temperature	°C	-40..+65