

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Верисокин Александр Евгеньевич
Должность: И.о. директора института наук о земле
Дата подписания: 06.04.2026 16:02:47
Уникальный программный ключ:
bba78f4c385ebf765cda3fef3917df7dfef1e004

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»
Колледж СКФУ в г. Ставрополе

**Методические указания
для практических занятий**

ОП.15. Применение беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой сфере

Специальность	21.02.01	Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений
Форма обучения	очная	

Ставрополь

Пояснительная записка

Методические указания по организации и проведению практических занятий составлены в соответствии с ФГОС СПО по специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений и рабочей программой учебной дисциплины ОП.15. Применение беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой сфере.

Целью выполнения практических занятий является систематизация и закрепление теоретических знаний, и формирование практических умений.

Особое значение для усвоения содержания ОП.15. Применение беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовой сфере и привития практических навыков имеет правильная и четкая организация проведения и выполнения студентами практических работ под контролем преподавателя.

Перед началом выполнения каждой работы студенты должны ознакомиться с ее основными положениями, порядком выполнения работы.

По каждому практическому занятию предусматривается индивидуальный отчет перед преподавателями.

В результате изучения ОП.15. Применение беспилотных летательных аппаратов и роботизированных систем в нефтегазовой отрасли обучающийся должен овладеть следующими профессиональными компетенциями:

ПК 1.1 Осуществлять контроль и соблюдение основных технологических показателей разработки нефтяных и газовых месторождений.

ПК 1.2 Выполнять обработку геологической информации о месторождении.

ПК 1.3 Осуществлять мероприятия по интенсификации добычи нефти и газа и увеличению нефтеотдачи пластов.

ПК 1.4 Оценивать добывные возможности скважин.

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

- анализировать состояние обустройства месторождений с целью выработки рекомендаций по оптимизации и выбору методов контроля за объектами нефтегазовой отрасли;

- владения навыками работы с БПЛА.

Знания:

- знания по современным технологиям работы с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и роботизированными системами, методам работы с БПЛА, современному программному обеспечению, применяемому при работе с БПЛА и роботизированными системами.

Тема 2. Классификация БПЛА

Практическое занятие № 1 Классификация БПЛА

Классификация БПЛА

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) классифицируют по разным критериям.

Разберу основные варианты подробно.

1. По конструкции (принципу полёта)

БПЛА самолётного типа (с фиксированным крылом):

имеют неподвижное крыло, создающее подъёмную силу;

высокая скорость и дальность полёта;

продолжительная автономность;

требуют взлётной полосы или катапульты;

примеры: «Орлан-10», «Охотник», американский MQ-9 Reaper.

БПЛА вертолётного типа / мультироторные (коптеры):

оснащены одним большим винтом (однороторные) или несколькими пропеллерами (мультироторные);

вертикальный взлёт и посадка;

возможность зависать в воздухе;

высокая манёвренность;

ограниченное время полёта (обычно 20–40 минут);

примеры: DJI Mavic, Autel, российский «Элерон».

Гибридные БПЛА (VTOL, конвертопланы):

сочетают вертикальный взлёт (как у коптеров) и горизонтальный полёт (как у самолётов);

технически сложные и дорогие;

пример: «Аист» компании «Дрон солюшнс».

Аэростатические БПЛА:

используют подъёмную силу газа легче воздуха (гелий, водород);

дирижабли и аэростаты;

длительное барражирование;

применяются для ретрансляции связи, наблюдения;

пример: «Барраж-1».

Барражирующие боеприпасы (дроны-камикадзе):

спроектированы для атаки цели с самоликвидацией;

могут иметь самолётную или мультироторную схему;

примеры: российский «Ланцет», Switchblade.

2. По количеству пропеллеров (для мультироторных БПЛА)

Однороторные: один основной ротор + хвостовой для управления курсом; подходят для тяжёлых грузов.

Трикоптеры: три пропеллера; высокая манёвренность, стабильность.

Квадрокоптеры: четыре пропеллера (два по часовой стрелке, два против); самый популярный тип.

Гексакоптеры: шесть пропеллеров; высокая грузоподъёмность, низкий уровень вибрации.

Октокоптеры: восемь пропеллеров; стабильность на большой высоте, высокая надёжность.

3. По размеру и массе

В российском законодательстве (по Воздушному кодексу) выделяют:

до 149 г — освобождены от учёта и регистрации;

150 г – 30 кг — подлежат государственному учёту (через Росавиацию);

свыше 30 кг — требуют государственной регистрации.

Общая классификация по размеру:

Микродроны (2–50 см): скрытное наблюдение, развлечения; пример — «Вектор Х-120».

Мини-дроны (50 см – 2 м): гражданские, научные, военные задачи; большинство потребительских моделей.

Средние (2–10 м, 25–500 кг): высокая грузоподъёмность и дальность; «Орлан-10» (~15 кг).

Большие (свыше 10 м, от 500 кг до тонн): стратегическая разведка, ударные миссии; «Охотник».

4. По дальности и продолжительности полёта

Очень малой дальности (5–40 км, 20–45 мин): развлечения, обучение, любительская съёмка.

Малой дальности (до 70 км): компактные БПЛА (мультикоптеры, самолётного типа), автономность до 2–3 ч.

Средней дальности: сотни километров, несколько часов полёта; «Форпост».

Большой продолжительности: тысячи километров, десятки часов; тяжёлые стратегические БПЛА.

5. По каналу управления

По Wi-Fi: управление со смартфона, дальность до 150 м; возможны задержки видео.

По радиоканалу: пульт с мощным передатчиком, дальность >100 км; качество зависит от погоды и РЭБ.

Опволоконные: кабель устойчив к помехам, но уязвим физически; дальность ограничена длиной кабеля (несколько км).

6. По способу вывода изображения

FPV-дроны (First Person View): картинка передаётся в очки оператора, эффект присутствия; высокая скорость и манёвренность.

С выводом на экран пульта/телефона: требуется приложение для смартфона или специализированный пульт.

7. По сфере применения

Любительские и спортивные: развлечения, фото- и видеосъёмка.

Профессиональные:

- аэрофотосъёмка, картография;
- сельское хозяйство (мониторинг посевов, распыление удобрений);
- строительство (инспекция объектов);
- логистика (доставка грузов);
- поисково-спасательные работы.

Учебные: обучение пилотированию и сборке.

Военные:

- разведка и наблюдение;
- корректировка огня;
- РЭБ (радиоэлектронная борьба);
- ударные задачи (включая барражирующие боеприпасы).

Практическое занятие № 2 Структура беспилотных авиационных систем

Беспилотная авиационная система (БАС) — это комплекс взаимосвязанных элементов, предназначенный для решения задач без присутствия пилота на борту. Она включает в себя беспилотные воздушные суда (БВС), наземные средства обеспечения, системы управления, связи и другие компоненты, необходимые для эксплуатации и выполнения полётного задания.



Основные компоненты БАС

Беспилотное воздушное судно (БВС) — основной элемент системы, который выполняет полёт. Может быть автономным (не предусматривает вмешательства внешнего пилота) или управляемым внешним пилотом. Включает корпус, крылья, силовую установку, систему управления, датчики, навигационные системы и другие компоненты. n1-aeronet.ru/file-cdn-edu.firpo.ru

Наземная станция управления (станция внешнего пилота, СВП) — рабочее место, с которого оператор управляет полётом БВС, получает и анализирует данные, поступающие от аппарата. file-cdn-edu.firpo.ru/file-cdn-edu.firpo.rusky-space.ru

Средства связи — каналы передачи данных между БВС и наземной станцией управления, включая радиочастоты, спутниковые каналы и другие технологии. sky-space.ru

Наземные средства обеспечения применения — совокупность изделий, необходимых для подготовки БВС к полёту, его сопровождения в полёте, послеполётной

подготовки, ремонта и восстановления при необходимости. К ним могут относиться стартовые и посадочные средства (пусковые установки, парашюты, аэрофинишеры), тренажёры, средства транспортирования и жизнеобеспечения, вспомогательное оборудование для пред- и послеполётного контроля. file-cdn-edu.firpo.ru/files.stroyinf.ru

Программное обеспечение — программы и алгоритмы, обеспечивающие навигацию, управление, анализ данных и выполнение поставленных задач. sky-space.ru

Полезная нагрузка — оборудование, которое устанавливается на БВС для выполнения конкретных функций (например, камеры, датчики, оборудование для доставки грузов). nti-aeronet.rusky-space.ru

Дополнительные элементы

Системы навигации и позиционирования — обеспечивают определение местоположения, ориентации и курса БВС с помощью GPS, инерциальных систем и других технологий. file-cdn-edu.firpo.ru/rurub-in.ru

Системы стабилизации и управления — контролируют положение и ориентацию БВС в пространстве, обеспечивают стабильность и управляемость. file-cdn-edu.firpo.ru

Системы предотвращения столкновений — для обеспечения безопасности при взаимодействии нескольких БВС. oblako.mai.ru

Техническая и регламентирующая документация — обеспечивает соответствие системы техническим требованиям и стандартам. files.stroyinf.ru

Средства интеграции с другими системами — позволяют объединять несколько БАС в систему с единым управлением. files.stroyinf.ru

Типы БАС

БАС можно классифицировать по разным критериям, например:

По типу летательного аппарата: самолётного типа, вертолётного типа (роторные), смешанного типа (конвертопланы), планеры.

По продолжительности полёта: малой, средней, большой продолжительности, неограниченной (например, с внешним питанием по кабелю).

По высоте полёта: высотные, средневысотные, маловысотные.

По сферам применения: сельское хозяйство, метеорология, геодезия, строительство, логистика, предотвращение и ликвидация ЧС, военная сфера и др..

Тема 3. Применение БПЛА на нефтегазовых объектах

Практическое занятие № 3 Упрощенная классификация оборудования БПЛА по требованиям к вероятности безотказной работы

Упрощённая классификация оборудования БПЛА по требованиям к вероятности безотказной работы разделяет его на две группы в зависимости от критичности элементов для функционирования комплекса и безопасности полёта. sciup.orgarchive.tpu.rujournals.eco-vector.com



Первая группа — оборудование, к которому предъявляются **повышенные требования по отказоустойчивости**:

- оборудование, осуществляющее навигацию и самолетовождение;
- системы, обеспечивающие режимы ручной посадки (если это необходимо);
- сервоприводы;
- система автоматического спасения (САС). sciup.orgarchive.tpu.rujournals.eco-vector.com

[vector.com](http://sciup.orgarchive.tpu.rujournals.eco-vector.com)

Особенности этой группы:

- поломка любого элемента оборудования первой группы приводит к немедленному прекращению выполнения лётного задания и возврату БПЛА на базу;

- если возврат невозможен, срабатывает САС и происходит выброс парашюта.
sciup.orgjournals.eco-vector.com

Вторая группа — остальное оборудование БПЛА. При выходе из строя элементов этой группы решение о дальнейших действиях принимает управляющий персонал комплекса. sciup.orgjournals.eco-vector.com

Взаимодействие между группами осуществляется через управляющие интерфейсы. sciup.orgjournals.eco-vector.com

Некоторые дополнительные аспекты:

- В случае малых БПЛА (взлётная масса до 5 кг) из-за ограничений по габаритам и массе часто используется единый радиоканал связи для передачи командно-телеметрических данных и данных полезной нагрузки. sciup.orgjournals.eco-vector.com
- Для БПЛА с взлётной массой более 5 кг может быть целесообразным использование отдельных радиолиний связи для передачи командно-телеметрических данных и данных полезной нагрузки. sciup.orgjournals.eco-vector.com
- Требования к надёжности БПЛА зависят от класса и функционального назначения аппарата. Например, для БПЛА стратегического назначения требования к надёжности могут быть предельно высокими. cyberleninka.ru
- В ходе разработки и проектирования БПЛА или для обоснования безопасности выполнения полётного задания составляется перечень особо ответственных элементов конструкции, отказ которых критически влияет на безопасность полёта.

Практическое занятие № 4 Использование БПЛА в концепции «интеллектуальное месторождение»

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в концепции «интеллектуальное месторождение» позволяет автоматизировать мониторинг инфраструктуры, повысить безопасность, снизить затраты и оперативно реагировать на нештатные ситуации. Эта технология стала одним из ключевых элементов цифровизации нефтегазовой отрасли, обеспечивая сбор данных в режиме реального времени и интеграцию с системами управления активами. ugra-news.ru +4

История внедрения

Пионером в использовании БПЛА в рамках концепции «интеллектуальное месторождение» стало АО «Самотлорнефтегаз» (дочернее предприятие «Роснефти»). Впервые идея была реализована на Самотлорском месторождении в 2010 году. Опытно-промышленные испытания подтвердили возможность контроля трасс трубопроводов и

инфраструктуры в любое время суток и при практически любой погоде. В 2011 году БПЛА получили возможность трансляции видеоизображения в режиме реального времени через интернет, а для анализа фотоматериалов был разработан интерактивный фотоархив с привязкой снимков к местности. С апреля 2012 года система воздушного мониторинга была введена в опытно-промышленную эксплуатацию. [ugra-news.ru](#) +2

Основные задачи БПЛА в «интеллектуальном месторождении»

Мониторинг состояния трубопроводов. БПЛА проверяют целостность промышленных трубопроводов и коммуникаций, выявляют утечки, коррозию, деформации конструкций, несанкционированные врезки и просадки грунта. Тепловизионная съёмка позволяет обнаруживать утечки даже ночью и под землёй на глубине до 1 м. [ugra-news.ru](#) +4

Контроль инфраструктуры. Дроны осматривают кустовые основания, площадки ДНС и КСП, факельные установки, нефтехранилища, линии электропередач. [dzen.ru](#) +2

Экологический мониторинг. БПЛА отслеживают состояние окружающей среды, включая качество всхожести семян на рекультивируемых участках, очаги возгораний, разливы нефти и их воздействие на почву и водоёмы. Для этого используются датчики магнитного поля, металлодетекторы, датчики радиации и другие приборы. [ugra-news.ru](#) +3

Охрана территории. Беспилотники фиксируют случаи несанкционированного доступа на объект, незаконные врезки в трубопроводы, хищения имущества. [ugra-news.ru](#) +2

Координация работ. БПЛА помогают планировать комплексные планово-предупредительные ремонты (КППР), контролировать работы по рекультивации загрязнённых земель, а также оперативно направлять специалистов к месту аварии. [ur-pro.ru](#) +1

Геологоразведка и картографирование. На этапе разведки дроны создают ортофотопланы и 3D-модели участков, что ускоряет проектирование и строительство инфраструктуры. [dzen.ru](#) +1

Технологии и оборудование

БПЛА оснащаются:

фото- и видеокамерами высокого разрешения (например, 24 мегапикселя); [ugra-news.ru](#) +1

тепловизорами для инфракрасной съёмки; [dzen.ru](#) +1

газоанализаторами для контроля загазованности;

лазерными дальномерами и сканерами для точных измерений.

Полёты могут выполняться по заранее заданным маршрутам или в ручном режиме. Данные передаются в онлайн-режиме на командно-диспетчерский пункт, а затем в корпоративную сеть предприятия. Современные системы позволяют интегрировать информацию с программными продуктами для анализа и управления. ugra-news.ru +2

Экономический и технологический эффект

Снижение затрат. Облёт территории с помощью БПЛА обходится значительно дешевле, чем использование вертолётов или наземных бригад. Например, на Самотлорском месторождении эффективность БПЛА по сравнению с традиционными методами обследования составила более 300%. cr-pro.ru +2

Оперативность. БПЛА позволяют быстро обнаруживать инциденты и принимать меры, что снижает потери от утечек нефти и сокращает время ликвидации аварий. ugra-news.ru +1

Повышение безопасности. Минимизируется нахождение сотрудников на опасных территориях, снижается риск для жизни при авариях.

Качество данных. Высокоточные снимки и 3D-модели позволяют проводить удалённые измерения с сантиметровой точностью. Данные можно пропускать через алгоритмы искусственного интеллекта для автоматического выявления дефектов.

Превентивное управление. Раннее обнаружение проблем позволяет предотвращать аварии до того, как они приведут к серьёзным последствиям.

Перспективы развития

В будущем ожидается:

создание полностью автономных систем с ИИ, не требующих операторского контроля;

развёртывание сети дроностанций — автоматизированных площадок для зарядки и обслуживания;

внедрение нейросетевых систем прогнозирования аварийных ситуаций;

разработка квантовых сенсоров нового поколения для сверхточного обнаружения утечек.

Интеграция БПЛА в концепцию «интеллектуальное месторождение» трансформирует подходы к управлению нефтегазовыми объектами, делая мониторинг более эффективным, точным и безопасным

Тема 4. Мониторинг с применением БПЛА

Практическое занятие № 5 Экологический мониторинг с применением БПЛА.

Экологический мониторинг с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) — это использование дронов для сбора данных о состоянии окружающей среды, контроля загрязнений, оценки состояния экосистем и оперативного реагирования на экологические угрозы. Технология позволяет охватывать большие территории, работать в труднодоступных местах и получать данные в реальном времени. cyberleninka.ru +2

Основные направления применения

Мониторинг лесных экосистем. БПЛА помогают отслеживать изменения в растительности, выявлять болезни деревьев, последствия лесных пожаров, незаконные вырубки. С помощью дронов можно оценивать плотность лесов, структуру и биоразнообразие. karneev.com +1

Контроль загрязнения водоёмов. Дроны оснащают датчиками для определения загрязнителей в воде, что позволяет оперативно реагировать на утечки химических веществ или другие загрязнения. Также БПЛА используют для анализа качества воды, отслеживания уровня загрязнения и мониторинга изменений в водной флоре и фауне. karneev.com +1

Изучение состояния природных экосистем. Дроны применяют для мониторинга биоразнообразия, выявления заболеваний растений и состояния почвы, что помогает прогнозировать экологические риски.

Контроль промышленных объектов. БПЛА используют для оценки выбросов от заводов и предприятий, контроля уровня выбросов в соответствии с нормами законодательства, обнаружения утечек горячих жидкостей и газов. cyberleninka.ru +1

Мониторинг стихийных бедствий и техногенных катастроф. Дроны быстро оценивают состояние окружающей среды после аварий, наводнений, лесных пожаров, разливов нефти. cyberleninka.ru +1

Обнаружение несанкционированных свалок и браконьерства. Полученные с БПЛА видео и фотоснимки используют в качестве доказательств нарушений.

Мониторинг геотермальных источников и карбоновых полигонов. Дроны помогают

анализировать системы отопления, геотермальные потоки, а также измерять выбросы и поглощение парниковых газов.

Технологии и оборудование

БПЛА оснащают различными датчиками и оборудованием для сбора данных:

Газовые датчики (например, MQ-135) измеряют концентрацию вредных веществ в воздухе (CO, NOx, NH3 и др.).

Датчики температуры и влажности (например, DHT22) позволяют оценивать климатические условия.

Датчики пыли (например, GP2Y1010AU0F) измеряют уровень твёрдых частиц в воздухе.

Тепловизоры помогают выявлять выбросы вредных газов, утечки теплоносителей, температурные изменения на поверхности водоёмов и почвы.

LIDAR-сенсоры (Light Detection and Ranging) создают трёхмерные модели местности с помощью лазерного сканирования. Они используются для оценки состояния лесов, мониторинга изменений в водных ресурсах, изучения коралловых рифов и болот.

Мультиспектральные камеры позволяют анализировать состояние растительности, определять породный состав лесов.

Примеры моделей БПЛА, используемых для экологического мониторинга: DJI Matrice 300 RTK, DJI Matrice 200 Series V2, «Геоскан 201», «Геоскан 401», «Геоскан Lite». cyberleninka.ru +2

Преимущества

Доступ к труднодоступным районам. БПЛА могут работать в удалённых или опасных местах, где традиционные методы мониторинга затруднены.

Быстрота и эффективность. Дроны быстро охватывают большие площади и предоставляют данные в реальном времени. cyberleninka.ru +1

Высокая точность данных. Современные БПЛА оснащены качественными датчиками, что обеспечивает надёжность измерений.

Экономическая эффективность. По сравнению с пилотируемыми аппаратами и спутниковыми системами БПЛА более доступны и снижают эксплуатационные расходы.

Возможность интеграции с другими технологиями. Данные с дронов обрабатывают

с помощью машинного обучения, ГИС и других инструментов для глубокого анализа.
notes.rshu.ru +1

Ограничения и вызовы

Технические ограничения. Ограничения по времени полёта, грузоподъёмности, точности позиционирования, зависимость от метеоусловий.

Сложности в неблагоприятных погодных условиях. Стабильность съёмки и безопасность полётов могут снижаться при сильном дожде, тумане и т. д..

Необходимость наземных геодезических работ. Для высокоточной привязки данных иногда требуются опорные наземные точки.

Законодательные ограничения. В России и мире существуют ограничения по регистрации БПЛА, их применению для промышленных задач, а также по эксплуатации аппаратов с максимальной взлётной массой свыше 30 кг. cyberleninka.ru +2

Потребность в квалифицированных специалистах. Требуется подготовка операторов и аналитиков данных.

Перспективы

Развитие технологий обещает расширение возможностей БПЛА: улучшение дальности полёта, качества съёмки, автономности, интеграция с искусственным интеллектом и большими данными. В России планируется увеличение числа дронов для экологического мониторинга, в том числе в рамках национальных проектов. laboratoria.by +2

Таким образом, БПЛА становятся ключевым инструментом для глубокого понимания экологических процессов и активной защиты природы, хотя их применение требует решения ряда технических, законодательных и кадровых задач.

Практическое занятие № 6 Планирование действия БПЛА

Этапы планирования

Подготовительный этап

анализ задачи (цель миссии: мониторинг, съёмка, доставка и т. д.);

сбор данных о районе полётов (рельеф, препятствия, зоны ограничений);

проверка метеоусловий;

учёт технических характеристик БПЛА (дальность, время полёта, полезная нагрузка);

изучение нормативных требований для зоны полётов.

Предполётное планирование

определение точек маршрута и контрольных точек;

расчёт времени полёта и запаса топлива/энергии;

распределение задач между БПЛА при групповом применении;

разработка плана действий на случай нештатных ситуаций;

подготовка полётного задания для загрузки в автопилот.

Оперативное планирование (в ходе миссии)

корректировка маршрута при изменении обстановки;

перераспределение задач между БПЛА;

адаптация к новым целям или приоритетам;

учёт непредвиденных препятствий или угроз.

Постполётный анализ

оценка эффективности выполнения задачи;

анализ отклонений от плана;

сбор данных для оптимизации будущих миссий.

Ключевые факторы при планировании

Технические ограничения БПЛА:

максимальная дальность и высота полёта;

время автономной работы;

грузоподъёмность;

погодные ограничения (ветер, осадки, температура).

Нормативные требования:

необходимость подачи плана полёта в органы управления воздушным движением;

зоны запрета полётов (аэродромы, стратегические объекты);

высотные ограничения (например, 150 м над населёнными пунктами);

требования к видимости и связи с оператором.

Особенности местности:

рельеф и препятствия (здания, ЛЭП, деревья);

радиопомехи и зоны потери связи;

доступность GPS-сигнала.

Оперативные факторы:

динамически изменяющиеся цели (например, движущиеся объекты);

приоритет задач;

координация с другими воздушными судами.

Методы и алгоритмы планирования

Для оптимизации маршрутов и распределения задач применяют:

Генетические алгоритмы — для поиска близких к оптимальным маршрутов при многомерной маршрутизации. Позволяют за малое число шагов эволюции получить эффективный план.

Нейросетевые методы — для распознавания и классификации наземных объектов в режиме реального времени.

Минимаксный критерий — при оперативном планировании для минимизации максимальной нагрузки на отдельный БПЛА. Пример логики:

Выбрать наиболее удалённый объект.

Назначить для него ближайший доступный БПЛА.

Проверить условие непересекаемости маршрутов.

Нечёткая логика — для оценки допустимой длительности поиска объектов, особенно при отклонении от графика или ограниченном запасе топлива.

Кластеризация — разбиение территории на зоны для снижения вычислительной сложности расчётов при большом числе объектов.

Практические шаги для планирования

Сбор данных:

загрузить карту района и отметить запретные зоны;

уточнить метеопрогноз на время миссии;

проверить заряд батарей/запас топлива.

Построение маршрута:

задать точки взлёта, посадки и контрольных пролётов;

учесть безопасные высоты над препятствиями;

рассчитать время полёта между точками.

Проверка соответствия нормам:

убедиться, что маршрут не проходит через запретные зоны;

подать план полёта в ЕС ОрВД (если требуется);

получить разрешение на использование воздушного пространства.

Загрузка задания:

перенести маршрут в ПО управления БПЛА;

настроить параметры съёмки/мониторинга;

проверить связь с наземной станцией.

Резервирование:

определить запасные посадочные площадки;

прописать действия при потере связи;

установить критерии для автоматического возврата.

Мониторинг и корректировка:

отслеживать положение БПЛА в реальном времени;

при необходимости изменить маршрут или приоритеты;

фиксировать отклонения для последующего анализа.

Нормативные требования (РФ)

При планировании полётов в России учитывайте:

Обязательная регистрация БПЛА массой более 30 кг.

Подача плана полёта через СППИ (Систему представления планов полётов) для полётов:

вне прямой видимости;

выше 150 м;

вблизи аэродромов (менее 30 км от контрольных точек).

Исключения (не требуют разрешения):

полёты до 150 м в зонах БПЛА;

визуальные полёты до 150 м на удалении 30+ км от аэродромов;

работы на высоте до 30 м (авиахимработы).

Запретные зоны: приграничная полоса (25 км вдоль госграницы), зоны охраны мероприятий.

Ответственность: нарушение правил влечёт штрафы по ст. 11.4 КоАП РФ.

Инструменты

ПО для планирования:

Mission Planner (для ArduPilot);

QGroundControl (универсальное);

DJI Pilot (для дронов DJI);

специализированные ГИС-платформы.

Тема 5. Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем

Практическое занятие № 7 Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем в России. Постановка дрона на учет через госуслуги.

Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем (БАС) в России включает ряд документов, регулирующих их учёт, эксплуатацию и использование воздушного пространства. Основные нормативные акты:

- **Воздушный кодекс РФ.** Определяет общие требования к беспилотным воздушным судам (БВС), включая необходимость сертификации БАС и государственного учёта. Ч. 2.2 ст. 34 Воздушного кодекса РФ требует наносить учётные опознавательные знаки на БВС с максимальной взлётной массой от 0,15 кг до 30 кг. admkuib.donland.ru +1

- **Постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. №658** «Об утверждении Правил учёта беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлётной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезённых в Российскую Федерацию или произведённых в Российской Федерации». Устанавливает правила учёта БВС.

- **Постановление Правительства РФ от 19 марта 2022 г. №415.** Ввело изменения, согласно которым государственному учёту подлежат БВС с максимальной взлётной массой от 0,15 кг (ранее — от 0,25 кг). Владельцы БВС, не подлежавших учёту ранее, обязаны были пройти процедуру в течение 60 дней с даты вступления постановления в силу.

- **Федеральные правила использования воздушного пространства РФ (ФП ИВП №138),** утверждённые Постановлением Правительства РФ от 11 марта 2010 г. №138. Устанавливают разрешительный порядок использования воздушного пространства для БВС, включая необходимость направления плана полёта в центры Единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) и получения разрешения.

- **Приказ Минтранса России от 24 апреля 2025 г. №142** «Об утверждении Федеральных авиационных правил „Порядок организации и обеспечения функционирования линий управления беспилотными авиационными системами и контроля беспилотных авиационных систем для беспилотных авиационных систем в составе с беспилотными гражданскими воздушными судами“». Вступил в силу 1 марта 2026 г. и действует до 1 марта 2032 г..

[Постановка дрона на учёт через Госуслуги](#)

Обязательность учёта. Регистрация обязательна для БВС с максимальной взлётной массой от 150 г до 30 кг. Дроны весом до 150 г не подлежат учёту. БВС тяжелее 30 кг регистрируются по правилам, аналогичным для пилотируемых аппаратов, включая получение сертификата лётной годности и свидетельства внешнего пилота. [klever.tech](#) +3

Срок постановки на учёт. Заявление необходимо подать в течение 10 рабочих дней после покупки дрона. До регистрации использовать БВС запрещено.

Пошаговая инструкция регистрации через Госуслуги:

1. Зайдите на портал Госуслуг.
2. В строке поиска введите «учёт беспилотных и сверхлёгких воздушных судов» и нажмите «Начать».
3. Выберите тип: беспилотное воздушное судно → «поставить на учёт БАС».
4. Проверьте личные данные: номер телефона, email, адрес регистрации.
5. Укажите, является ли дрон собственным производством (самодельный или промышленный квадрокоптер).
6. Заполните сведения о беспилотном воздушном судне: организация-изготовитель, тип БПЛА/БАС, масса и категория дрона, технические характеристики.
7. Укажите серийный номер дрона (идентификационный номер указывается на корпусе или упаковке).

8. Загрузите фотографии квадрокоптера и серийного номера (для подтверждения соответствия БАС).

9. Подпишите заявление электронной подписью: выберите сертификат, введите ПИН-код, нажмите «Подписать».

10. Отправьте заявление на регистрацию дрона.

Необходимые данные для регистрации:

- тип аппарата (наименование, присвоенное производителем);
- серийный (идентификационный) номер;
- максимальная взлётная масса;
- количество двигателей и их вид (электрический, газотурбинный, двигатель внутреннего сгорания);
- информация об изготовителе (для юридического лица — наименование, для ИП или физического лица — данные о самостоятельном изготовлении).

Срок рассмотрения заявления — около 10 рабочих дней. Уведомление о постановке на учёт или отказе (с указанием причин) приходит в личный кабинет в течение 3 рабочих дней после регистрации. klever.tech +1

После регистрации дрону присваивается учётный номер, который необходимо нанести на корпус изделия до начала полётов. Если дрон весит менее 1,5 кг — в 3 местах, более 1,5 кг — в 5 местах. Шрифт должен быть не менее 5 мм, маркировка — долговечной.

Важно: если дрон продан, новый владелец обязан зарегистрировать его на себя в течение 30 дней с момента покупки. При изменении технических характеристик, внешнего вида БВС или смене владельца необходимо подавать заявление о внесении изменений в учётную запись. kr.ru +1

Ответственность. За управление БВС, не поставленным на учёт, предусмотрен штраф от 2 000 до 2 500 рублей или лишение права управления БВС на срок до 1 года.

Для полётов могут потребоваться дополнительные разрешения, например, на использование воздушного пространства, которые нужно получать в соответствующих ведомствах

Тема 6. Требования к БПЛА

Практическое занятие № 8 Требования к комплексу БПЛА
Требование к составу и оснащению команд операторов

Требования к комплексу БПЛА и составу команд операторов включают несколько ключевых аспектов: медицинские и квалификационные требования к персоналу, состав

расчёта, знания и навыки операторов, а также оснащение команд.

Требования к персоналу

К работе с комплексами дистанционного мониторинга на базе БПЛА допускаются лица, которые:

соответствуют требованиям пунктов 1, 3, 7, 13 «Перечня работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования)» (приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ №83 от 16 августа 2004 года);

прошли обучение по утверждённым программам по эксплуатации БПЛА данного типа;

усвоили навыки практической работы с комплексом и допущены к самостоятельной работе приказом по организации.

Состав расчёта

Для выполнения всех полётных задач (предполётный контроль, взлёт, полёт по маршруту, посадка) требуется расчёт в составе 2 операторов.

При установке наземной станции управления (НСУ) на автотранспортном средстве в состав расчёта может включаться водитель.

Допускается эксплуатация комплекса одним оператором, если это оговорено в руководстве по эксплуатации данного типа БПЛА.

Типовой состав расчёта комплекса БПЛА может включать: начальника расчёта, оператора, водителя (при наличии средства перемещения).

Знания и навыки операторов

Операторы должны знать:

порядок и правила эксплуатации БПЛА;

основы самолетовождения, аэродинамики, метеорологии;

специфику применения БПЛА для конкретных задач (например, для нужд лесного

хозяйства);

правила ведения радиосвязи;

правила техники безопасности при выполнении работ с БПЛА. lptexpo.ru +1

Операторы БПЛА должны быть уверенными пользователями ПК, уметь пользоваться картографическими материалами. lptexpo.ru +1

Дополнительно к требованиям могут относиться знания:

нормативных правовых актов, регламентирующих порядок использования воздушного пространства РФ, производства полётов беспилотными воздушными судами; pravo.gov.ru +1

порядка производства полётов в сегрегированном воздушном пространстве; pravo.gov.ru +1

требований эксплуатационной документации, лётно-технических характеристик и эксплуатационных ограничений БПЛА; pravo.gov.ru +1

порядка действий при нештатных и аварийных ситуациях, при проведении поисковых работ в случае аварийной посадки БПЛА; pravo.gov.ru +1

технологии выполнения авиационных работ, характеристик используемого оборудования. pravo.gov.ru +1

Оснащение команд

Команды оснащаются, например, следующим оборудованием:

Автомобиль повышенной проходимости с возможностью работы оператора внутри салона. Автомобиль должен быть оборудован солнцезащитными шторками, системой обогрева и кондиционирования салона, преобразователем напряжения питания (инвертором) 12(24)/220 вольт и мощностью не менее 1 кВт, узлами крепления дополнительного монитора. lptexpo.ru +1

В комплектацию автомобиля входят:

УКВ-радиостанция для связи с воздушными судами;

УКВ-радиостанция для связи с наземными командами и другими операторами БПЛА;

жидкокристаллический монитор с диагональю не менее 19 дюймов;

спутниковый телефон;
компас;
приёмник спутниковой навигации (ГЛОНАСС/GPS);
ручной аккумуляторный электрический фонарь;
бензопила с канистрой для ГСМ объёмом 10 л;
топор;
лопата;
ручная пила (ножовка столярная или лучковая);
комплект для снятия зависших парашютов. lptexpro.ru +1

Также могут использоваться рабочие места операторов (РМО) — специализированные рабочие станции, которые должны быть компактными для установки в мобильные пункты управления, но при этом обеспечивать удобство и комфорт работы оператора. РМО могут включать органы управления: основную клавиатуру, панель с функциональными клавишами, джойстик, «шайбу» управления поворотным шасси БПЛА и другие элементы.

Дополнительные требования

При организации полётов необходимо учитывать требования к получению разрешений на использование воздушного пространства, включая полёты над населёнными пунктами. Также важно соблюдать правила, связанные с запретными зонами и зонами ограничения полётов. pravo.gov.ru +1

Для обеспечения информационной безопасности линий управления БПЛА применяются средства криптографической защиты информации.

Конкретные требования могут варьироваться в зависимости от типа БПЛА, целей его использования, законодательства и других факторов.

Тема 7. Построение маршрута полета

Практическое занятие № 9 Облет заданного объекта Рекомендации по построению маршрута полета с учетом ветра. Построение полета прямолинейного параллельного маршрута

Построение маршрута полёта с учётом ветра и построение прямолинейного параллельного маршрута требуют учёта нескольких ключевых факторов: характеристик ветра (направление и скорость), воздушной скорости летательного аппарата, а также особенностей

задачи (например, типа полёта — аэрофотосъёмка, мониторинг объектов и т. д.).
mai.rude.donstu.runaukovedenie.ru

Учёт ветра при построении маршрута

Для лёгких аппаратов, у которых воздушная скорость относительно невысока, учёт ветра при составлении маршрута является принципиальным. При расчёте времени полёта по маршруту время перелёта между парами точек принимается минимально возможным.
mai.runaukovedenie.ru

Для учёта ветра необходимо знать:

направление ветра (азимут);

скорость ветра;

скорость движения летательного аппарата.

de.donstu.ru

Путевая скорость рассчитывается с учётом скорости и азимута направления ветра. Например, по теореме косинусов. de.donstu.ru

В случае постоянного ветра (когда его скорость и направление остаются неизменными в течение всего полёта) решение задачи маршрутизации может быть получено с помощью методов оптимизации, например, решения задач булева линейного программирования.
naukovedenie.ru

Построение прямолинейного параллельного маршрута

Параллельный маршрут рекомендуется использовать, например, при аэрофотосъёмке участков местности. При этом важно соблюдать параллельность маршрутов в пределах допуска по минимальному и максимальному поперечному перекрытию аэрофотоснимков соседних маршрутов. lptexpro.ru/ohranatruda.ru/files.stroyinf.ru

Некоторые рекомендации по построению маршрута:

Выбор поворотных точек. В качестве них рекомендуется применять характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полёте (изгибы рек, перекрёстки дорог, одиночные строения и т. д.).

Первая поворотная точка (исходный пункт маршрута) устанавливается рядом с точкой старта.

Учёт препятствий. Линия пути по возможности не должна проходить возле линий электропередач (ЛЭП) большой мощности и других объектов с высокими препятствиями.

Оптимизация с учётом ветра. Если сила и направление ветра неблагоприятны

(например, сильный ветер вдоль линий облёта), можно оптимизировать маршрут «по направлению».

Iptexpro.rugeoscan.ru

При планировании маршрута также стоит учитывать:

максимальную ширину поля зрения фотокамеры БПЛА на заданной высоте его полёта;

глубину рабочей зоны, которая должна быть в пределах устойчивого приёма видеосигнала и телеметрической информации с борта БПЛА;

расчётное время продолжительности полёта, которое не должно превышать 2/3 максимальной продолжительности, заявленной изготовителем.

Iptexpro.ru

Для автоматизации расчётов и построения маршрутов могут использоваться специализированные программные решения, например, Geoscan Planner (для площадной и линейной аэрофотосъёмки) или программы для навигационных расчётов (например, «Аэрология.PRO»). geoscan.ru aerosoft.org

Важно проводить предполетную подготовку, включающую анализ метеоданных, проверку оборудования и тренировку экипажа.

АПИ навигации от 2ГИС: построение маршрутов

Для упрощения построения маршрутов можно использовать АПИ навигации 2ГИС. Он позволяет точно определять геолокацию, строить маршруты с учётом движения по полосам для транспорта, дорожной ситуации и прогноза пробок. Это помогает сэкономить время и деньги при планировании маршрутов. dev.2gis.ru

Промо

Тема 8. Ресурсоэффективность использования БПЛА

Практическое занятие № 10 Расчет эксплуатации комплекса БПЛА

Расчёт эксплуатации комплекса беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) включает несколько ключевых аспектов, связанных с планированием, техническим обслуживанием, управлением и оценкой эффективности использования техники.

Основные этапы эксплуатации

Эксплуатация БПЛА обычно подразделяется на следующие этапы:

предварительная подготовка;
предполетная подготовка;
выполнение полёта (взлёт, полёт по маршруту, посадка);
работа на земле (обработка данных).

Расчёт параметров эксплуатации

Некоторые параметры, которые могут рассчитываться в рамках эксплуатации БПЛА:

Потребное количество БПЛА для выполнения конкретной операции. Учитываются задачи операции, продолжительность и условия выполнения.

Выбор мест дислокации и инфраструктуры. Определяются точки базирования БПЛА, мобильные пусковые установки, аэродромы для взлёта и посадки. При этом учитываются наличие инфраструктуры, равномерность покрытия территории, потребность в наблюдении в конкретных зонах.

Расчёт запасов топлива. Определяется требуемое и гарантированное количество топлива для используемых в операции БПЛА.

Полетный цикл. Рассчитывается как сумма максимально возможного времени нахождения БПЛА в воздухе и минимального времени на регламентные работы после посадки (заправка, аэродромное обслуживание и т. п.).

Радиус наблюдения (действия). Определяется как максимальное удаление БПЛА от точки базирования при условии возможности возвращения в неё. Зависит от максимальной продолжительности полёта и крейсерской скорости аппарата.

moiseev-bpla.pfengjournal.bmstu.ru

Расчёт надёжности и безотказности

Для оценки безотказности систем БПЛА могут использоваться методы, основанные на теореме умножения вероятностей. Однако такие методы имеют ограничения, так как не учитывают дискретность отказов элементов, изменение структуры системы в процессе развития отказов и влияние восстановления. nikas.pnzgu.ru

Программное обеспечение для расчётов

Для упрощения расчётов и анализа данных могут применяться специализированные программные продукты:

MatLab (пакеты Simulink и UAV Toolbox). Позволяют разрабатывать автономные алгоритмы полёта, полётные контроллеры, планировать миссии БПЛА, анализировать

телеметрическую информацию и показания датчиков. engineering.pnzgu.ru

ROS (Robot Operating System). Популярная платформа для проектирования БПЛА, включающая инструменты для разработки ПО, навигации, коммуникации и других задач. engineering.pnzgu.ru

Специализированное ПО для управления полётами (например, Universal Ground Control Software (UgCS), Geoscan Planner, Mission Planner, DJI Assistant 2 и др.). engineering.pnzgu.ruscip.org

Программное обеспечение для послеполётной обработки данных (например, «Радар ммс», Pix4Dmapper), которое позволяет анализировать данные с БПЛА, создавать карты и 3D-модели. radar-mms.comscip.org

Дополнительные аспекты

Расчёт состава расчёта. Определяется эксплуатационной документацией комплекса. В состав расчёта могут включаться операторы БПЛА, операторы целевых нагрузок, проверяющие (инструкторы) и другие должностные лица.

Оценка целевой эффективности. Целевая эффективность БПЛА определяется в рамках конкретной функциональной операции. Для оценки часто используют типовые математические модели, разбивая операцию на составляющие.

Учёт условий эксплуатации. Учитываются метеорологические условия, воздушная обстановка, орнитологическая обстановка и другие факторы, влияющие на безопасность и эффективность полётов.

garant.rutrudymai.ru

При расчёте эксплуатации комплекса БПЛА важно учитывать специфику конкретного типа БПЛА, задачи, для которых он предназначен, а также условия его использования.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

Колледж СКФУ в г. Ставрополе

**Методические указания
к самостоятельной работе**

Специальность 21.02.01 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения очная

Ставрополь

Самостоятельная работа студентов (СРС) в системе среднего профессионального образования (СПО) — это планируемая учебная, учебно-исследовательская или

научно-исследовательская деятельность, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Нормативная база:

- Федеральный закон «Об образовании в РФ»;
- Федеральные государственные образовательные стандарты СПО (ФГОС СПО);
- учебный план;
- рабочие программы учебных дисциплин и профессиональных модулей.

Цель СРС: формирование навыков самообразования, развитие самостоятельности, ответственности и организованности в решении учебных и профессиональных задач.

Задачи СРС:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний;
- приобретение и совершенствование практических умений и навыков;
- развитие общих и профессиональных компетенций;
- формирование опыта творческой и исследовательской деятельности;
- выработка профессионально значимых качеств (инициативность, способность работать в команде, стремление к саморазвитию).

2. Виды самостоятельной работы

По форме организации:

- **индивидуальная** — студент самостоятельно определяет содержание работы и выбирает способы её выполнения;
- **групповая** — совместная проработка материала, выполнение лабораторных работ, взаимная проверка заданий, проектная деятельность;
- **фронтальная** — общее задание для всех студентов с единым инструктажем педагога (эффективна на начальном этапе изучения темы).

По целевому признаку:

- **овладение знаниями** (конспектирование, чтение, составление планов, подготовка докладов);
- **закрепление и систематизация знаний** (решение задач, выполнение упражнений, работа с тестами);
- **формирование компетенций** (проектирование, моделирование, анализ производственных ситуаций).

3. Этапы организации самостоятельной работы

1. Подготовительный:

- определение целей и задач;
- составление плана работы;
- подготовка методического обеспечения и оборудования;
- разработка заданий и критериев оценки.

2. Основной:

- выполнение заданий в аудиторное и внеаудиторное время;
- фиксирование промежуточных результатов;
- консультации с преподавателем (при необходимости).

3. Заключительный:

- проверка и оценка результатов;
- анализ эффективности применяемых форм работы;
- корректировка заданий и методов организации СРС.

4. Рекомендации по выполнению конкретных видов работ

А. Подготовка к практическим занятиям:

- изучите конспект лекции по теме;
- ознакомьтесь с нормативными документами и литературой (обязательной и дополнительной);

- разберите порядок выполнения работы или алгоритм, предложенный преподавателем;

- выполните задания строго по инструкции;
- оформите отчёт в соответствии с требованиями.

Б. Написание реферата:

- выберите тему из предложенного списка или согласуйте свою с преподавателем;

- подберите 5–10 актуальных источников (учебники, статьи, интернет-ресурсы);
- составьте план работы;
- раскройте суть проблемы, приведите разные точки зрения и выразите собственное мнение;

- оформите текст по стандартам (титальный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, список литературы);

- подготовьтесь к защите (краткое выступление 5–7 минут).

В. Составление конспекта:

- выделите ключевые идеи и термины;
- используйте сокращения, схемы, таблицы для структурирования информации;
- отразите логические связи между понятиями;
- сделайте выводы по каждому разделу.

Г. Решение задач и упражнений:

- внимательно прочитайте условие;
- определите, какие теоретические знания необходимы для решения;
- запишите формулы, законы, правила, которые применяются в данной задаче;
- последовательно выполните все шаги решения;
- проверьте ответ и оформите его в соответствии с требованиями.

Д. Подготовка к контрольным работам:

- повторите теоретический материал по конспектам и учебникам;
- выучите основные определения и законы;
- ответьте на контрольные вопросы для самопроверки;
- прорешайте типовые задачи и тесты;
- проанализируйте ошибки в предыдущих работах.

Е. Подготовка к экзамену:

- систематизируйте конспекты лекций и учебные материалы;
- составьте обобщающие таблицы или схемы по темам;
- отработайте практические навыки (решение задач, анализ ситуаций);
- проведите самоконтроль с помощью тестов или вопросов;
- устраните пробелы в знаниях, опираясь на замечания преподавателя.

5. Критерии оценки самостоятельной работы

- качество освоения учебного материала;
- умение применять теоретические знания на практике;
- логичность и аргументированность изложения;
- самостоятельность и творческий подход;
- соответствие оформления установленным требованиям;
- своевременность сдачи работы.

6. Советы для студентов

- планируйте время: распределяйте нагрузку равномерно, не откладывайте выполнение заданий на последний день;

- используйте разные источники информации (учебники, научные статьи, электронные библиотеки);

- обсуждайте сложные вопросы с одногруппниками и преподавателем;

- развивайте навыки работы с информацией: умение выделять главное, структурировать данные, критически оценивать источники;
- регулярно проверяйте прогресс и корректируйте план работы при необходимости.