

Автономная некоммерческая организация
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»

РЕКОМЕНДОВАНО
методическим советом

Протокол № 13
от «30» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
Кениг С.Р.

Приказ № 42
от «30» мая 2025 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности.

«Беспилотные авиационные системы 3»

Срок реализации:

1 год

Возраст детей:

14-18 лет

Составители программы:

Важанов Д.В.

г. Красноярск, 2025 г

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные авиационные системы 3» (далее - программа) имеет техническую направленность, продвинутый уровень сложности и ориентирована на обучающихся 14-18 лет. Программа рассчитана на один учебный год в объеме 144 часа из расчета 4 часа в неделю.

1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Актуальность метода проектов в наше время обусловлена необходимостью осознания смысла и целей своей работы, умением ставить профессиональные задачи, разрабатывать способы их реализации, а также развитием интереса к науке. Какие же могут быть конкретные задачи и цели проектного обучения? Под ними можно понимать следующее: повышение личной уверенности у каждого участника проектного обучения, его самореализацию и самоанализ. Это становится возможным через ощущение "ситуации успеха" на практике, когда участник чувствует себя значимым, нужным, успешным и способным справиться с различными проблемами. Также это достигается осознанием своих возможностей, вклада и личностного роста в процессе выполнения проектной задачи.

Проектная деятельность учащихся является перспективной образовательной технологией, позволяющей успешно решать вопросы обучения, воспитания и развития личности в организованном обучении различных образовательных учреждений.

1.2. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

Проектная деятельность является инновационной педагогической технологией. Успех проектной деятельности обусловлен множеством факторов, среди которых важными являются тесное взаимодействие и сотрудничество педагога и ученика, формирование положительного опыта реализации собственных идей, развитие оригинального мышления и способности принимать нестандартные решения при решении поставленных задач.

Проектная технология предполагает:

- Наличие проблемы, для решения которой требуются интегрированные знания и исследовательский подход.
- Актуальность применения современных технологий в процессе решения задачи.
- Практическую, теоретическую и познавательную значимость ожидаемых результатов.
- Развитие самостоятельной исследовательской деятельности ученика при выполнении поставленной задачи.
- Структурирование содержательной части проекта с учетом этапных результатов.

- Использование современных технологий при реализации проекта по поставленной проблеме.
- Обсуждение методов исследования, анализ полученных данных, подведение итогов, корректировка и выводы.

Таким образом, проектная деятельность является эффективной и перспективной методикой обучения, способствующей развитию личности и успешному решению образовательных задач.

1.3. ЦЕЛЬ

Основной целью программы является развитие навыков проектирования и конструирования летательных аппаратов.

1.4. ЗАДАЧИ

- Развить навыки проектирования узлов и агрегатов, чтобы решить поставленные проблемы в проекте.
- Освоить современные технологии прототипирования для изготовления узлов и агрегатов.
- Развить комплекс базовых навыков, необходимых для моделирования, конструирования и пилотирования летательных аппаратов, освоить основные принципы механики и аэродинамики.
- Развить устойчивый интерес к научно-техническому творчеству, умение постановки технической задачи, сбора и анализа нужной информации, а также нахождения конкретного решения задачи и его материальной реализации.
- Закрепить основы безопасности собственной жизнедеятельности и окружающего мира, включая правила безопасного поведения при работе с электротехникой и инструментами, необходимыми при конструировании и пилотировании.
- Развить навыки сотрудничества, работу в коллективе, команде или малой группе (например, в паре).

1.5. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Данная Программа разработана в соответствии с нормативными правовыми актами в области образования:

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;

Концепция развития дополнительного образования до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р);

Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);

План мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р);

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

Приказ Министерства просвещения России от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Приказ Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;

Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 № 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196»;

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).

Программа, основанная на реальной практике, предлагает обучающимся возможность погрузиться в роль инженера-проектировщика и оператора беспилотных авиационных систем. После освоения теоретической базы современной беспилотной авиации и ее технических средств каждая микрогруппа (2-6 человек) обязана выбрать собственный уникальный проект и полностью его реализовать под руководством педагога. При этом все этапы работы, начиная от постановки технического задания на разработку и до выпуска готового продукта, выполняются обучающимися самостоятельно (приложение 1).

1.6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Набор на программу осуществляется в соответствии с Порядком организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам автономной некоммерческой организации «Красноярский детский технопарк «Кванториум».

Программа «Беспилотные авиационные системы 3» рассчитана на обучающихся успешно освоивших базовую ДООП «Беспилотные авиационные системы 2».

1.7. ФОРМЫ И РЕЖИМ ЗАНЯТИЙ

Срок реализации программы: 1 год. Объем учебной нагрузки -144 учебных часа.

Режим занятий: Занятия проводятся – 2 раза неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СП 2.4.3648-20.

Формы занятий: лекции, практикумы, занятия по решению кейсов, семинары, полеты на симуляторах.

Формы занятий групповые, в связи с ориентированностью программы на разработку индивидуальных (групповых) проектов максимальное количество обучающихся в группе не должно превышать 12 человек, состав групп постоянный.

1.8. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

Обучающийся будет знаком с:

- системами управления летательных аппаратов,
- основными конструкционными материалами, используемыми при изготовлении беспилотных летательных аппаратов,
- приемами и технологиями процессов, применяемыми при изготовлении узлов беспилотного летательного аппарата.

Обучающийся будет уметь:

- работать с технической литературой и использовать различные источники информации,
- выполнять расчеты узлов модели при проектировании беспилотного летательного аппарата,
- самостоятельно подготавливать и описывать этапы изготовления беспилотных летательных аппаратов.

Личностные результаты:

- развитие уверенности в себе,

- формирование навыков самоорганизации, самоконтроля и коммуникации в коллективе.

Метапредметные результаты:

- умение решать творческие, конструктивные задачи,
- умение планировать и организовывать технологические процессы творческой работы.

Опыт:

- использования программного обеспечения для разработки и презентации проекта.

Оценка уровня сформированности навыков проводится преподавателем в процессе выполнения обучающимся собственного итогового проекта.

1.9. ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОБУЧЕНИЯ:

- Текущий контроль освоения программы проводится во время занятий с помощью наблюдений и опросов.
- Промежуточная аттестация осуществляется 1 раз в год в форме защиты проектной идеи.
- Итоговая аттестация проходит по окончании программы в форме защиты проекта.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Раздел	Наименование темы	Объем часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1	Соблюдение правил ТБ и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2	
2	Теория аэродинамики	3	3	
3	Навигация	6	3	3
4	Авиационная метеорология	3	3	
5	Радиосвязь и РТО полётов	6	3	3
6	Беспилотная авиационная система	21	6	15
7	ПО Agisoft Photoscan	16	10	6
8	ПО Mission Planer	16	10	6
9	Работа над проектом	54	6	48

10	Порядок ведения документации	3	2	1
11	Тренажерная подготовка	10	2	8
12	Итоговое занятие: защита проектов	4		4
	ИТОГО	144	50	94

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Изучение тематики дисциплин организовано с таким расчетом, чтобы к началу практических управлений полетами БЛА была пройдена программа теоретической подготовки и приняты зачеты по следующим дисциплинам:

- Соблюдение правил ТБ и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами;
- теория аэродинамики;
- конструкция БЛА;
- авиационное и радиоэлектронное оборудование БЛА;
- эксплуатация БАС;
- навигация;
- авиационная метеорология.

3.1. СОБЛЮДЕНИЕ ПРАВИЛ ТБ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Темы:

1. Общие правила безопасности в образовательном учреждении.
2. Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами.
3. Техника безопасности при работе в лаборатории.
4. Общие положения техники безопасности при работе в цехе.
5. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

3.2. ТЕОРИЯ АЭРОДИНАМИКИ

Методические указания

Изучение курса проводить с использованием моделей, макетов, схем, учебных видео роликов, применительно к изучаемому типу БЛА.

При изучении тематики особое внимание уделять раскрытию физической сущности явлений происходящих при полете ЛА. Вопросы техники управления и поведения БЛА тесно увязывать с вопросами эксплуатации самолета, двигателя и оборудования БЛА.

Особое внимание уделить расчетам параметров полета (R разворота, угол набора и снижения, и т.п.)

Темы:

1. Основные свойства воздуха

Атмосфера земли. Физические характеристики атмосферы и их влияние на полет. Температура воздуха. Атмосферное давление. Плотность воздуха. Международная стандартная атмосфера. Инертность, вязкость и сжимаемость воздуха. Скорость звука и скачки уплотнения.

2. Аэродинамические силы

Обтекание тел воздушным потоком. Основной закон сопротивления воздуха. Конструкция и назначение частей БЛА. Основные геометрические характеристики крыла: размах, хорда, площадь, форма крыла, удлинение, профиль и толщина. Угол атаки и скольжения, диапазон эксплуатационных углов атаки. Подъемная сила и лобовое сопротивление. Качество крыла. Графическое отображение аэродинамических характеристик. Зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от угла атаки. Поведение крыла на критических и закритических углах атаки. Авторотация крыла. Штопор. Применение механизации крыла, влияние механизации крыла на аэродинамические характеристики БЛА.

3. Силовая установка

Назначение и виды силовых установок. Воздушный винт. Основные геометрические характеристики воздушного винта. Аэродинамические характеристики винта. График потребной и располагаемой тяги и влияние на них высоты полета.

3.3. НАВИГАЦИЯ

Методические указания

Изучение курса проводить с использованием моделей, макетов, схем, учебных видео роликов, применительно к изучаемому типу БЛА.

При изучении тематики особое внимание уделять раскрытию физической сущности явлений происходящих при полете ЛА. Вопросы штурманской подготовки и поведения БЛА на маршруте, тесно увязывать с вопросами применения наземного и бортового программного обеспечения.

Особое внимание уделить анализу и расчету параметров полета выполняемых в холмистой и горной местности с использованием возможностей ПО «Google Earth» или ему подобного.

Темы:

1. Краткие сведения по картографии.

Форма и размеры земли. Системы координат на земной поверхности. Единицы измерения расстояний. Линии пути и линии положения ЛА на поверхности земного шара. Карты и картографические проекции. Классификация картографических проекций по характеру искажений и по способу построения. Сущность картографических проекций и их классификация. Карты в видоизмененной поликонической проекции. Карты в цилиндрических проекциях. Классификация и назначение авиационных карт. Разграфка и номенклатура карт. Определение широты и долготы пункта на карте.

2. Измерение времени, курс летательного аппарата.

Годовое движение и суточное вращение земли. Условия естественного освещения. Краткие сведения о земном магнетизме. Назначение, принцип действия и устройство авиационных магнитных компасов.

3. Высота полета. Скорость полета.

Высота полета. Барометрический метод измерения высоты. Назначение и устройство барометрических высотомеров.

Скорость полета. Аэродинамический метод измерения воздушной скорости. Приемники воздушных давлений. Устройство указателей воздушной скорости.

3.4. АВИАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Методические указания

В процессе изложения тем, преподаватель должен акцентировать внимание слушателей на влиянии различных метеоусловий на полет ЛА, методике анализа поведения самолета в воздухе и необходимости обязательного изучения прогноза погоды выдаваемого различными метеоцентрами.

Темы:

1. Основные термины и определения.

Атмосферное давление понятие и определение. Единицы его измерения и их соотношения. Изменение давления с высотой.

Температура воздуха, ее определение и единицы измерения. Видимость. Определение полетной видимости и ее деление на горизонтальную, вертикальную и наклонную видимости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы. Облака и осадки. Определение и классификация облаков по внешнему виду и по расположению нижней границы (основания) облаков над земной поверхностью. Осадки и условия их образования.

2. Строение атмосферы.

Физические свойства. Химические свойства. Строение атмосферы. Воздушные массы. Атмосферные фронты. Метеорологическое обеспечение полетов. Воздушные массы. Определение и основное понятие о воздушных массах. Арктический воздух. Атмосферная циркуляция и ее классификация. Арктические, умеренные, тропические, экваториальные воздушные массы.

Атмосферный фронт и его классификация

3.5. РАДИОСВЯЗЬ И РТО ПОЛЕТОВ

Методические указания

Изучение тем необходимо увязывать с задачами летного обучения и обеспечения безопасности полетов.

Темы:

1. Основные положения по организации радиосвязи при выполнении полетов в воздушном пространстве РФ

Организация связи при аэродромных полетах. Управление полётами и порядок ведения радиосвязи. Управление внеаэродромными полетами. Назначение и распределение каналов связи. Распределение позывных командных станций аэродрома. Составление плана связи на полет. Заказ средств РТО на обеспечение полетов.

2. Правила ведения радиообмена

Радиоданные, их назначение и порядок использования. Порядок вхождения в связь. Порядок вызова, ответа на вызов, радиообмена, заявки на полёт.

Радиодисциплина. Случаи, в которых разрешается ведение радиообмена открытым текстом.

3.6. БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Методические указания:

Изучение состава и конструкции проводить с использованием наглядных пособий, схем, графиков, учебных фильмов и тренажерного оборудования. Особое внимание

обращать на различия в конструкции и составе БАС одного типа, но различных модификаций, соблюдение мер безопасности при эксплуатации БАС.

Темы:

1. Состав, устройство, назначение БАС

Состав БЛА, состав наземного пункта управления (НПУ), состав комплекта стартового оборудования.

Общее устройство, технические характеристики эксплуатационные ограничения и описание работы комплекса. Устройство БЛА, силовая установка и топливная система, бортовое радиоэлектронное, пилотажно-навигационное, авиационное оборудование. Системы управления ПН. Устанавливаемые на БЛА нагрузки. Аварийно-спасательное, посадочное устройство. Устройство и работа НПУ. Устройство и работа комплекта стартового оборудования.

Назначение и области применения. Особенности эксплуатации. Меры безопасности при работе.

2. Рама БЛА

Назначение, состав и общее устройство ЛА. Аэродинамическая схема. Технические характеристики и эксплуатационные ограничения.

Консервация и расконсервация. Правила хранения и транспортирования. Текущий ремонт. ЗИП и расходные материалы, используемые при обслуживании. Особенности эксплуатации.

3. Силовая установка БЛА

Назначение силовой установки и её систем. Характеристики двигателей. Принцип функционирования. Особенности эксплуатации.

Монтаж и демонтаж двигателя. Монтаж и демонтаж воздушного винта.

4. Авиационное и радиоэлектронное оборудование БАС, FPV и OSD

Компоненты системы электропитания. Особенности обслуживания и эксплуатации системы электропитания. Монтаж и демонтаж аккумулятора, платы распределения электропитания, жгутов электроприводов.

Назначение, состав, технические характеристики, функционирование пилотажно-навигационной системы (АП).

Назначение, состав, технические характеристики, функционирование и особенности эксплуатации радиоканалов управления БЛА.

Система визуализации удаленного контроля и поток телеметрических данных полета.

5. Эксплуатация полезных нагрузок

Назначение, состав, технические характеристики, функционирование модульной оптико-электронной полезной нагрузки. Гидростабилизированная платформа. Сменные модули. Камера. Порядок установки сменного модуля полезной нагрузки и камеры. Режимы работы полезной нагрузки. Особенности эксплуатации.

Демонтаж и монтаж гидростабилизированной платформы. Замена сменного модуля полезной нагрузки. Демонтаж и монтаж камеры.

6. Сборка и настройка БАС

7. Обязанности номеров расчета БАС

Предварительная, предполетная подготовка и послеполетное обслуживание. Обязанности оператора БЛА, технологическая карта оператора. Обязанности техника БЛА, технологическая карта техника. Обязанности оператора полезной нагрузки (ПН), технологическая карта оператора ПН.

8. Практическая эксплуатация БАС

Выбор стартовой площадки и развертывание комплекса, установка стартового оборудования, подготовка БЛА к запуску, предполетные проверки.

Пуск БЛА, взлет, набор высоты, полет по заданному маршруту, снижение расчет на посадку и посадка. Оценка поведения БЛА в полете. Послеполетное обслуживание.

Меры безопасности на старте во время выполнения пусков БЛА. Порядок взаимодействия экипажа, ведения радиообмена.

Действия в особых случаях (ОСП).

3.7. ИЗУЧЕНИЕ И РАБОТА В ПРОГРАММЕ AGISOFT PHOTOSCAN

Методические указания

При изучении программы Agisoft Photoscan акцентировать внимание на получение учащимися нескольких важных навыков:

1. Работа с фотографиями: научатся выбирать правильные фотографии для создания 3D-моделей, а также редактировать их для улучшения качества и точности модели.
2. Создание трехмерных моделей: научатся использовать различные инструменты и функции Photoscan для создания реалистичных и детализированных 3D-моделей. Они научатся обрабатывать и выравнивать фотографии, построению текстур и восстановлению формы объектов.
3. Анализ пространства: научатся анализировать пространство объекта и понимать его структуру и форму через создание 3D-моделей. Они научатся узнавать

пространственные особенности объектов и использовать эту информацию в дальнейших проектах.

4. Компьютерное мышление: Agisoft Photoscan требует использования компьютерного мышления для работы с программой и создания моделей. Учащиеся научатся логическому мышлению, аналитическому мышлению и развивать навыки решения проблем.
5. Креативность: Agisoft Photoscan позволяет использовать свою креативность при создании уникальных и оригинальных 3D-моделей. Учащиеся смогут выразить свою фантазию и идеи через создание и дизайн объектов.

В целом, использование ПО Agisoft Photoscan поможет учащимся развивать навыки работы с фотографиями, трехмерное мышление, логическое мышление и креативность. Эти навыки могут быть полезными в будущем, особенно если они хотят заниматься визуализацией, архитектурным проектированием, графикой или компьютерной наукой.

Темы

Теория:

Тема №1. Возможности и области применения данного ПО.

Тема №2. Планирование полёта по маршруту для получения метаданных.

Практика:

Тема №1. Практическая обработка метаданных (создание фотоплана и ортофотоплана (облако точек)).

3.8. ИЗУЧЕНИЕ И РАБОТА В ПРОГРАММЕ MISSION PLANNER

Методические указания

При изучении программы Mission Planner необходимо обратить внимание на получение учащимися важных навыков:

1. Планирование миссии: С помощью Mission Planner учащиеся научатся создавать и планировать миссии для беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Они научатся устанавливать точки маршрута, задавать задания для БЛА, оптимизировать пути и управлять временными ограничениями.
2. Управление БЛА: Mission Planner позволяет учащимся управлять и контролировать БЛА. Они могут узнать, как включить и отключить БЛА, управлять его движениями (например, управлять скоростью и направлением полета), а также контролировать важные параметры полета (например, высоту и ориентацию).
3. Система координат: Учащиеся могут овладеть навыками работы с системами координат, используемыми в Mission Planner. Они научатся определять и изменять

координаты точек маршрута, работать с координатами GPS и использовать системы координат для ориентации и навигации.

4. Мониторинг и отчетность: Mission Planner предоставляет учащимся множество данных и информацию о состоянии БЛА. Учащиеся смогут научиться мониторить и анализировать различные параметры полета, такие как высота, скорость, температура и т. д. Они смогут составлять отчеты о полетах и предоставлять данные для дальнейшего анализа и исследования.
5. Интеграция с другими системами: Mission Planner может быть интегрирован с другими программными и аппаратными системами. Учащиеся смогут научиться интегрировать Mission Planner с различными датчиками и устройствами (например, камерами или гироскопами) для получения и обработки дополнительных данных, а также оптимизации полета БЛА.

Эти навыки могут быть полезными не только для работы с Mission Planner, но и для различных профессиональных областей, связанных с беспилотной авиацией, навигацией, геопространственными технологиями и транспортом.

Темы

Теория:

Тема №1. Возможности данного ПО и области применения.

Тема №2. Настройка PID регулятора.

Тема №3 Построение маршрутов полётов для различных задач и типов БАС.

Практика:

Тема №1 Практические автономные полёты на БЛА самолётного типа.

Тема №2 Практические автономные полёты на БЛА мультироторного типа.

3.9. РАБОТА НАД ИНЖЕНЕРНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Методические указания

Перед тем, как приступить к работе над инженерным проектом, необходимо провести тщательный анализ и разработать план действий. В данном этапе важно определить цели и задачи проекта, а также четко определить ожидаемые результаты. Также рекомендуется проанализировать возможные риски и принять меры по их минимизации.

После проведения анализа проекта необходимо составить техническое задание, которое будет являться основным руководством при выполнении работы. В данном документе должны быть четко и подробно описаны все требования к проекту, его функциональность, спецификации и прочие важные аспекты.

Далее необходимо разработать концепцию проекта, которая будет определять общую идею и принципы его реализации.

Следует учесть все особенности и требования, поставленные в техническом задании.

Проектирование и моделирование проекта производится с использованием соответствующих инструментов и программных средств. Основная цель этого процесса - создание детальных и точных моделей, которые будут использоваться при реализации проекта.

После завершения проектирования и моделирования необходимо перейти к фазе реализации проекта. Важно следовать всем инструкциям и рекомендациям, указанным в техническом задании, и тщательно проверять процесс в ходе его выполнения.

Тестирование является важной частью этапа реализации, так как помогает выявить и устранить возможные ошибки и дефекты.

После завершения работы над проектом следует подвести итоги. Важно оценить полученные результаты и сравнить их с поставленными целями и ожиданиями.

Работа над инженерными проектами требует системного и организованного подхода для достижения успешных результатов.

Темы:

1. Принципы создания инженерной проектной работы.

Принципы создания инженерных проектов. Практическая реализация приобретенных знаний и навыков. Виды научных работ. Правила подготовки и защиты работ.

2. Практическая работа.

Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». Подготовка презентации собственной проектной работы.

3.10. ПОРЯДОК ВЕДЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

Методические указания

При подаче заявки на получение разрешения на полеты беспилотных летательных аппаратов требуется соблюдение определенного порядка оформления соответствующей документации. В целях обеспечения безопасности и эффективности таких полетов необходимо строго соблюдать соответствующий процесс.

Процедура оформления документации для получения разрешения на полеты беспилотных летательных аппаратов обеспечивает эффективное и безопасное исполнение этих полетов.

Темы:

1. Ознакомление с видами документации. Федеральные авиационные правила использования воздушного пространства.
2. Заполнение документации для подачи заявки на установление местного режима.
3. Составление плана полета.

3.11. ТРЕНАЖЕРНАЯ ПОДГОТОВКА

Методические указания

Тренажерная подготовка является неотъемлемой частью обучения и обеспечивает безопасность полетов. Цель тренажерной подготовки - развитие навыков и умений пилота в реалистичных условиях. Симулятор полетов предоставляет возможность тренировки на различных типах воздушных судов и в различных сценариях полета.

Тренировки на симуляторе полетов должны быть проведены в строгом соответствии с миссией и задачами, установленными в обучающей программе.

Перед началом тренировки следует определить цели и задачи, которые необходимо достичь.

Важно учесть уровень подготовки обучающегося и выбрать соответствующие программы тренировок.

Перед началом тренировки необходимо выполнить все подготовительные мероприятия: проверку оборудования, настройку программы, выбор типа воздушного судна и сценария полета.

Во время тренировки обучающийся должен внимательно следить за приборами и контролировать соответствие своих действий заданным процедурам.

В случае возникновения ошибок или нестандартных ситуаций, обучающийся должен анализировать причины и принимать обучающийся корректирующие меры.

Завершение тренировки требует оценки результатов и анализа производительности. Необходимо оценить сильные и слабые стороны, чтобы улучшить навыки ученика.

Данные методические указания позволят обучающимся эффективно проводить тренировки на симуляторе полетов, развивая свои навыки и приобретая опыт для безопасного и успешного выполнения задач в реальных полетах.

Темы:

1. Ознакомление с тренажером
2. Комплекс начальных упражнений
3. Летная практика

3.12. ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ.

Презентация и защита проектов.

4. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Критерии оценивания проектов/работ

Баллы	Участники проекта:			
	Ставят цели	Планируют исследование	Решают проблему	Делают выводы
1	Ставят интересные, трудные, но достижимые цели. Идентифицируют ресурсы, необходимые для достижения целей и производят доступ к ним.	Четко определяют шаги, необходимые для достижения цели, и следуют им	Рассматривают проблему (задачу) со всех сторон, ищут различные способы ее решения, используя различные методики	Сравнивают и анализируют результаты, высказывают своё мнение по поводу решения данной проблемы, планируют дальнейшее исследование. Сделанные выводы соответствуют поставленным задачам.
2	Идентифицируют некоторые ресурсы, необходимые для достижения целей и производят доступ к ним. Ставят нереалистичные цели	Определяют почти все шаги для достижения целей, просматривается определенный план исследования	Рассматривают проблему широко, однако, имеются ошибки, неточности, погрешности в одном или нескольких из представленных способов её решения.	Делают неполный анализ результатов, однако, полученный вывод сформулирован грамотно и соответствует поставленной цели.
3	Идентифицируют некоторые ресурсы, необходимые для достижения целей,	Определяют некоторые шаги, но четкого плана исследования	Рассматривают проблему однобоко, имеются	Делают неполный анализ результатов

	но не находят их.	нет	серьезные неточности, не соблюдены основные правила, неправильно трактованы понятия, имеются ошибки	
4	Начинают решение без постановки цели. Ресурсы не идентифицируют.	Шаги по достижению цели и планирование отсутствуют.	Рассматривают проблему лишь частично, имеются грубые ошибки	Анализ результатов и выводы отсутствуют
5	Работа сделана не обучающимся (скачена с интернета или сделана при помощи других людей).			

Формы контроля (экспертный лист защиты проекта)

ЛИСТ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА

Наименование проекта _____

ФИО автора проекта _____

№	Критерий	Максимальный балл	Выставленный балл
1.	Актуальность идеи проекта, его направленность на решение актуальных проблем	10	
2.	Соответствие целям стратегии развития направления	5	
3.	Научно-техническая новизна проекта, преимущества перед известными аналогами	10	
4.	Динамика развития проекта данным автором (авторским коллективом)	9	
5.	Качество проработки этапов реализации проекта	5	
6.	Предложенный механизм финансового обеспечения реализации проекта	6	
7.	Оценка сложности внедрения инновационной разработки	5	
8.	Теоретическая проработка концепции проекта, опора на научные исследования	17	
9.	Четкость проработки характеристик целевой группы пользователей проекта	10	
10.	Самостоятельность предполагаемой работы над проектом, адекватность поставленных задач возможностям автора проекта (проектной команды)	8	
11.	Уровень предполагаемого кадрового обеспечения управления проектом и его реализации	5	
12.	Четкость изложения проекта, оформление,	10	

	отсутствие избыточной информации		
	ИТОГО	Max - 100	

Краткая рецензия

Рекомендация эксперта:

ФИО эксперта _____ / подпись _____ /

Оценочный лист освоения программы (итоговый контроль)

№		0 баллов	5 баллов	10 баллов	20 баллов
1	Аргументированность выбора темы, обоснование потребности, практическая направленность и значимость выполненной работы.				
2	Объем и полнота разработок, выполнение принятых этапов проектирования, самостоятельность, законченность, материальное воплощение проекта.				
3	Аргументированность предлагаемых решений, подходов, выводов, полнота библиографии.				
4	Уровень творчества, оригинальность темы, подходов, найденных решений, предлагаемых аргументов; оригинальность материального воплощения и представления проекта.				
5	Качество пояснительной записки: оформление, соответствие стандартным требованиям, рубрицирование и структура текста, качество схем, рисунков.				
	ИТОГО:				

Система оценивания: зачет 55 – 100 баллов; менее 55 баллов – не зачет.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА. СОСТАВЛЕНИЕ ОРТОФОТОПЛАНА.

При выполнении данной задачи основной упор будет сделан на практическую работу, которая заключается в составлении ортофотоплана. Такой план представляет собой картографическое изображение, полученное в результате обработки фотографических снимков. Ортофотопланы используются в различных сферах, таких как геодезия, геология, строительство и архитектура, космическая и аэрофотосъемка. Они обеспечивают точные, подробные и надежные данные, которые необходимы для оценки и анализа территорий. Создание ортофотоплана требует специализированных знаний, а также использования специального программного обеспечения.

ПРОГРАММА «AGISOFT PHOTOSCAN»

Построение облака точек на основании импортированных данных из библиотеки аэрофотосъемки.

Для импорта параметров внешней и внутренней ориентации камеры

1. Выберите команду Импорт камер из меню Инструменты.
2. Задайте формат импортируемого файла.
3. Задайте местоположение исходного файла и нажмите кнопку Открыть.
4. Данные будут загружены в проект.
5. После загрузки данных, PhotoScan предлагает пользователю построить облако точек.

Для построения плотного облака точек:

1. Проверьте выбор области, подлежащей реконструкции. В случае необходимости выберите рабочую область вручную, используя кнопки Изменить размер области и Повернуть область на панели инструментов. Поверните рабочую область, а затем перетащите углы параллелепипеда в нужное положение.

2. Выберите пункт Построить плотное облако... в меню Обработка.

3. В диалоговом окне Построить плотное облако установите необходимые параметры реконструкции. Нажмите кнопку ОК.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции. С настройками можно экспериментировать.

Для построения трехмерной полигональной модели необходимо:

1. Проверить выбор области, подлежащей реконструкции.

2. Выберите пункт Построить модель... в меню Обработка.

3. В диалоговом окне Построить модель установите необходимые параметры реконструкции. Нажмите кнопку ОК.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции.

Для построения текстуры 3D модели:

1. Выберите пункт Построить текстуру в меню Обработка.

2. Выберите желаемые параметры построения текстуры в диалоговом окне Построить текстуру. Нажмите кнопку ОК.

3. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции.

Оценка качества фотографии в PhotoScan основана на сравнении параметра четкости конкретного изображения с соответствующим параметром для других фотографий в наборе.

Для оценки качества фотографии:

1. Переключитесь в режим просмотра Детальный, доступный из меню Изменить на панели Фотографии.

2. На панели Фотографии выберите все кадры, которые необходимо проанализировать.

3. Выберите пункт Оценить качество изображений в контекстном меню фотографий.

4. После завершения процедуры оценки, параметр качества отобразится в столбце Качество на панели Фотографии.

Для построения тайловой модели:

1. Проверьте положение области построения - тайловая модель будет построена только для площади внутри области построения.

2. Выберите команду Построить тайловую модель... в меню Обработка.

3. В диалоговом окне Построить тайловую модель задайте необходимые параметры реконструкции. Нажмите ОК.

4. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции.

Для построения карты высот:

1. Выберите команду Построить карту высот... в меню Обработка.

2. В диалоговом окне Построить карту высот задайте систему координат для карты высот.

3. Выберите исходные данные для построения.

4. Нажмите кнопку ОК.

5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции.

Для построения ортофотоплана:

1. Выберите команду Построить ортофотоплан... в меню Обработка.

2. В диалоговом окне Построить ортофотоплан задайте систему координат для Ортофотоплана.

3. Выберите поверхность для проецирования орторектифицированных изображений.

4. Нажмите кнопку ОК.

5. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции.

Для экспорта разреженного или плотного облака точек:

1. Выберите пункт Экспорт облака точек... из меню Файл.

2. Укажите путь к папке, в которую будет произведено сохранение, выберите тип файла и задайте имя файла. Нажмите кнопку Сохранить.

3. В диалоговом окне Экспорт облака точек выберите тип облака точек - Разреженное облако точек или Плотное облако точек.

4. Укажите желаемую систему координат и остальные параметры экспорта, применимые к выбранному типу файла, включая классы точек для плотного облака, которые будут сохранены.

5. Нажмите кнопку ОК для начала экспорта.

6. В диалоговом окне будет отображаться ход выполнения текущей операции.

Сохранение нормалей для точек поддерживается только для файлов формата OBJ, PLY и TXT.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА НА СИМУЛЯТОРЕ ПОЛЁТОВ X-PLANE 11.
СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ПОЛЁТА В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ.
ПОЛЁТ В РЕЖИМЕ АВТОПИЛОТА**

При выполнении данной задачи основной упор будет сделан на практической работе, которая заключается в составлении плана полёта на автопилоте и совершение самого полёта на симуляторе. В современной авиации, включая беспилотную, основное время полёта происходит в автономном режиме. И умение правильно пользоваться навигационными приборами и автопилотом является залогом безопасных полётов.

Симулятор полётов X-Plane 11

1. Составление маршрута по «коробочке» в районе «Красноярск – Круг»

Для составления маршрута по авиационно-навигационной базе данных Aeronautical Flight Control System (AFCS) на Garmin 1000 в симуляторе полетов X-Plane 11, вам потребуются следующие шаги:

- Запустите симулятор X-Plane 11 и выберите нужный вам самолет, который оснащен Garmin 1000.
- Включите Garmin 1000 внутри симулятора
- Когда Garmin 1000 полностью загрузится, выберите раздел "Flight Plan" (План полета) на экране навигации.
- Далее выберите опцию "Create a New Flight Plan" (Создать новый план полета).
- Используйте симуляторную клавиатуру, мышь или симуляторные устройства ввода для ввода запланированного маршрута, используя точки навигационных фиксаций или координаты навигационных точек в базе данных AFCS.
- Нажмите кнопку FLP и введите пункт отправления UNKL выбирая нужные символы с помощью вращения переключателя FMC.
- Подтвердите выбор нажатием кнопки ENT.
- Таким же образом введите точку начала первого разворота ВК (этой точкой будет маяк дальнего привода полосы 29L).
- Последовательно пропишите маршрутные точки, не забывая подтверждать каждую кнопкой ENT. FF29, D019, D319K, D289I, FN11Y, CF11 и конечную точку маршрута UNKL.

План полета, готов переходим к следующему этапу.

2. Практический полёт на симуляторе

- Прослушайте информацию ATIS на частоте 126,8 мГц. и установите барометрический датчик согласно давлению аэродрома, вращая переключатель BARO.
- Установите задатчик курса HDG 109 градусов
- Установите высоту ALT 2900 футов
- Установите вертикальную скорость V/S 500-700 футов в минуту путём нажатия кнопок NOSE UP / NOSE DN
- Выпустите закрылки во взлётное положение 10 - 15 градусов
- Займите «Исполнительный Старт» на полосе 11R и по готовности взлетайте
- После отрыва от ВПП нажмите кнопку NAV и включите автопилот нажатием кнопки AP
- Уберите механизацию на скоростях соответствующим выбору ВС

Во время полёта по автопилоту поддерживайте воздушную скорость согласно РЛЭ данного ВС

- Перед входом в Глиссаду, после пролёта точки CF11 переключите режим на компасе из NAV в LOC путём нажатия кнопки CDI.
- После совмещения директорных указателей по горизонтали и вертикали нажмите кнопку APR . ВС перейдёт в снижение. Постепенно произведите выпуск закрылок в посадочное положение поддерживая необходимую воздушную скорость.
- После прохода маяка ближнего привода отключите автопилот нажатием кнопки AP, произведите посадку и освободите полосу по ближайшей РД.

5. Информационно-методическое обеспечение и материально-техническое оснащение дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Беспилотные авиационные системы 3»

Информационно-справочные материалы				
1.	Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8	Гурьянов А. Е.	2014	Электронный
2.	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.		2010	Электронный
3.	Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3.	Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б.	2012	Электронный
4.	Федеральные авиационные правила. Постановление правительства РФ от 11 марта 2010г. №138.		2010	Печатный
Материально – техническое обеспечение				
5.	Квадрокоптер DJI Phantom 4, 3 доп. Аккумуляторами		2017	
6.	Квадрокоптер с фотокамерой для обучения ортофотосъемки «КК-12»		2017	
7.	Программа «Agisoft PhotoScan»		2017	

8.	Тренажер «Симулятор полетов»		2023	
9.	Программа « DJI Capture»		2022	
10.	Ноутбук		2017	
11.	Компьютер		2024	
12.	Проектор		2017	
13.	Плазма		2017	