

Тогучинский район Новосибирской области
муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования Тогучинского района «Центр развития творчества»

Рассмотрено на заседании
методического совета
«25» марта 2026 г.
протокол № 1

УТВЕРЖДЕНА
приказом от «30» марта 2026 № 384



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
технической направленности

**«Kvadro пространство
(БВС: беспилотные воздушные средства)»**
Базовый уровень

Возраст обучающихся: 11-15 лет
Срок реализации программы: 1 год

Автор-составитель:
Пчелинцев Сергей Валерьевич
педагог дополнительного образования,
первой квалификационной категории

Программу реализует:
Пчелинцев Сергей Валерьевич, педагог
дополнительного образования.

г. Тогучин, 2026

Внутренняя экспертиза проведена. Программа рекомендована к рассмотрению на педагогическом совете учреждения.

Заместитель директора по УВР:

Кульпина Н.М. /  /
Ф.И.О подпись

«20» марта 2026г

РАЗДЕЛ 1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка

Общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования «Kvadro пространство (БВС: беспилотные воздушные средства)» относится к программам *технической направленности* (далее – программа). Программа направлена на формирование у обучающихся инженерно-технических компетенций в области конструирования, программирования и лётной эксплуатации беспилотных воздушных средств.

Актуальность программы обусловлена стремительным развитием беспилотных авиационных технологий в современном мире. БВС активно применяются в сельском хозяйстве, мониторинге лесных пожаров, картографии, доставке грузов и других сферах. В Тогучинском районе наблюдается дефицит специалистов, владеющих навыками работы с беспилотниками, что создаёт потребность в ранней профориентации школьников в этом направлении.

Отличительная особенность программы заключается в использовании готовых дронов (DJI Mavic 2 Pro, DJI Mavic Air, Hubsan FPV Spy Hawk) для отработки навыков пилотирования, что позволяет увеличить количество практических занятий и сократить время на сборку. Программа построена по модульному принципу: от простого (теория и сборка) к сложному (визуальное и FPV-пилотирование). В отличие от программ-аналогов, акцент сделан не на программировании, а на практических навыках управления и эксплуатации.

Новизна программы

Программа даёт возможность обучающимся не только освоить востребованную профессию оператора БВС, но и принять участие в проектной деятельности по конструированию и лётной эксплуатации дронов, что способствует развитию инженерного мышления и предпринимательских компетенций по вовлечению молодёжи в работу с БВС до недавнего времени не велась.

Целевая аудитория (адресат программы)

Программа предназначена для учащихся в возрасте **11–15 лет**.

Возрастные особенности детей 11–15 лет (средний школьный возраст):

- активно развивается абстрактно-логическое мышление;
- формируется способность к самоанализу и рефлексии;
- проявляется интерес к практической деятельности и решению проблемных ситуаций;
- развиваются навыки работы в команде и коммуникативные способности;
- появляется устойчивый интерес к выбору будущей профессии;
- характерна потребность в самостоятельности и самореализации.

Обучающиеся этого возраста способны выполнять сложные последовательные операции (сборка, настройка, пилотирование), следовать инструкциям и чек-листам, анализировать результаты своих действий.

Условия набора обучающихся.

Занятия проводятся всем составом группы. Состав группы смешанный.

Группы формируются разного возраста. Для обучения принимаются все желающие дети.

Объем программы - 144 часа.

Срок обучения по программе – 01.09.2026-31.05.2027

Срок освоения программы – 36 недель.

Форма обучения - очная.

Язык обучения - русский.

Уровень программы – базовый. Предполагает использование и реализацию таких форм организации материала, которые допускают освоение специализированных знаний по конструированию беспилотных летательных аппаратов, основам радиоэлектроники и схемотехники, программированию микроконтроллеров, лётной эксплуатации БВС (беспилотных авиационных систем).

Особенности организации образовательного процесса:

Форма реализации образовательной программы - традиционная, представляет собой линейную последовательность освоения содержания в течение одного учебного года в одной образовательной организации.

Режим занятий

Периодичность и продолжительность занятий устанавливается в зависимости от возрастных и психофизиологических особенностей, допустимой нагрузки учащихся.

Занятия могут проводиться индивидуально, по группам или всем составом.

Кратность занятий в неделю; продолжительность одного занятия с учетом обязательных перерывов (см. изменения, внесенные в СанПиН 1.2.3685-21 постановлением ГСВ РФ от 17.03.2025 № 2) устанавливается в академических часах.

Общее количество часов в неделю - 4 часа. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа. Продолжительность одного академического часа – 45 минут. Перерыв между учебными занятиями - 15 минут.

1.2. Цель и задачи программы

Цель: овладение обучающимися практическими навыками сборки, настройки и управления беспилотными летательными аппаратами в процессе проектной и учебно-исследовательской деятельности.

Задачи:

Предметные:

1. Познакомить с историей, видами и устройством БВС, правилами техники безопасности.
2. Научить собирать и настраивать квадрокоптер из готовых комплектующих.
3. Сформировать навыки визуального и FPV-пилотирования (выполнение базовых фигур).

Метапредметные:

1. Развить умение работать по инструкциям и чек-листам, анализировать

ошибки.

2. Сформировать навыки командной работы при выполнении проектных заданий.

3. Развить техническое мышление, пространственное воображение и мелкую моторику.

Личностные:

1. Воспитывать ответственность, аккуратность и дисциплину при работе с оборудованием.

2. Формировать уважение к труду и чувство взаимопомощи в коллективе.

3. Развивать интерес к инженерно-техническим профессиям.

1.3. Планируемые результаты

Итоговый образовательный результат – обучающиеся продемонстрируют навыки сборки, настройки и пилотирования квадрокоптера, а также защитят проект по конструированию и лётной эксплуатации БВС в форме публичной презентации.

Предметные:

1. Обучающийся перечислит основные этапы развития БВС, назовёт не менее трёх областей их применения, объяснит назначение базовых компонентов коптера и воспроизведёт правила техники безопасности.

2. Обучающийся соберёт и настроит квадрокоптер из готовых комплектующих, следуя пошаговой инструкции и чек-листу.

3. Обучающийся выполнит визуальное пилотирование по заданной траектории (висение, полёт по кругу, «восьмёрка») и продемонстрирует базовые упражнения в FPV-режиме.

Метапредметные:

1. Обучающийся составит пошаговый план сборки и настройки коптера, проанализирует причины отклонения дрона от траектории и предложит способы коррекции.

2. Обучающийся будет работать в команде при выполнении проекта, распределяя роли и соблюдая сроки этапов.

3. Обучающийся продемонстрирует уверенное пространственное ориентирование при пилотировании и выполнит аккуратные паяльные работы.

Личностные:

1. Обучающийся будет неукоснительно соблюдать правила техники безопасности без напоминаний педагога.

2. Обучающийся будет демонстрировать уважение к мнению товарищей и оказывать помощь при затруднениях.

3. Обучающийся проявит устойчивый интерес к дальнейшему изучению БВС и технических специальностей через участие в конкурсах и профориентационных мероприятиях.

1.4. Содержание программы

Учебный план

№ п/п	Название разделов и тем	Количество			Формы контроля
		всего	теория	практика	
I.	Теория БВС	16	16	-	Опрос, тест, рефлексия
II.	Конструирование БВС	10	6	4	Наблюдение, опрос, тест, выполнение практического задания
III.	Сборка и настройка коптера	12	2	10	Наблюдение, опрос, тест, выполнение практического задания
IV.	Визуальное пилотирование	16	4	12	Наблюдение, опрос, тест, выполнение практического задания
V.	Радиоэлектроника и программирование	16	10	6	Наблюдение, опрос, тест, выполнение практического задания
VI.	Пилотирование от первого лица (FPV)	26	6	20	Наблюдение, опрос, тест, выполнение практического задания
VII.	Автономные беспилотные системы. Промежуточная аттестация	48	18	30	Наблюдение, опрос, тест, выполнение практического задания, защита проекта.
	ИТОГО	144	62	82	

Содержание учебного плана

1. Теория БВС (16 ч.).

Теория: Вводное занятие. Чем предстоит заниматься. Разновидности БВС. История БВС. Применение БВС. Виды коптеров. Основные базовые элементы коптера. Теория управления БВС. Ручное управление коптером. Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления. Основы электричества. Физика электрооборудования БВС. Полётный контроллер.

Контроллеры двигателей. Основы электромагнетизма. Типы двигателей. Бесколлекторные моторы. Аккумуляторы БВС. Аэродинамика полета. Пропеллер.

2. Конструирование БВС (10 ч.).

Теория: Расчёт коптера. Выбор мотора и пропеллера. Расчет коптера. Вес, энерговооружённость, аккумулятор, время полёта. Основы 3D-печати. Создание модели для БВС печати с использованием САПР. Теория пайки.

Практика: Подготовительный этап проекта «Конструирование и летная эксплуатация БВС». Выполнение расчетов коптера. Практикум – изменение конструкции рамы коптера. Печать на 3D-принтере. Отработка практических навыков пайки.

3. Сборка и настройка коптера (12 ч.).

Теория: Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при пайке и работе с Li-Po аккумуляторами.

Практика: Подготовительный этап проекта «Конструирование и летная эксплуатация БВС». Проверка комплектующих набора, сборка рамы. Пайка регуляторов к моторам и плате питания. Установка элементов на раму. Установка аппаратуры управления. Проверка моторов. Установка полетного контроллера. Настройка полетного контроллера. Окончательный монтаж элементов коптера.

4. Визуальное пилотирование (16 ч.).

Теория: Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Пилотские процедуры. Чеклисты. Повторение ТБ.

Практика: Основной этап проекта «Конструирование и летная эксплуатация БВС». Экзамен по технике безопасности. Прохождение чеклиста по подготовке. Полёты на коптере. Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево—вправо. Посадка. Полёт по кругу хвостом к себе. Висение боком к себе. Полет взад-вперед и влево-вправо боком к себе. Полёт боком к себе влево-вправо по одной линии с разворотом. Полёт лицом к себе. Висение. Вперед-назад, влево-вправо лицом к себе. Закрепление приобретенных навыков на большой высоте. Полёт по кругу носом вперед. Восьмёрка носом вперёд. Закрепление навыков. Полёты в необычных местах.

5. Радиоэлектроника и программирование (16 ч.).

Теория: Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем. Аналоговые и цифровые сигналы. Принципы работы с лабораторным измерительным оборудованием. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров. Коммуникация между полетным контроллером ЛА и дополнительным бортовым микроконтроллером. Передача телеметрии и управляющих команд.

Практика: Основной этап проекта «Конструирование и летная эксплуатация БВС». Практикум «Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем». Практикум «Исследование электрических

сигналов с помощью лабораторного оборудования». Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров».

6. Пилотирование от первого лица (FPV) (26 ч.).

Теория: Теория FPV полётов. Аналоговая и цифровая видеотрансляция. Применяемые камеры, радиопередатчики и приёмники. Оборудование передачи видео и OSD. Полётное задание и теория FPV пилотирования.

Практика: Основной этап проекта «Конструирование и летная эксплуатация БВС». Практикум - подготовка и настройка видеооборудования. Контрольные упражнения. Полёт по маршруту. Установка элементов дистанции и полет по дистанции. Полёт по дистанции. Отработка практических заданий.

7. Автономные беспилотные системы (48 ч.).

Теория: История автономных полётов. Развитие автопилотов в авиации. Техника безопасности при электромонтаже. Основы программирования на языке Python. Системы автоматического управления с контуром обратной связи. ПИД-регуляторы. Использование барометрического датчика для удержания высоты. Способы предотвращения столкновений БВС с препятствиями. Методы определения расстояния до препятствий. Принцип функционирования ультразвукового сонара. И работа с ним. Основы компьютерного зрения. Построение 3D-моделей с помощью специализированного ПО. Использование дронов для фотограмметрии.

Практика: Знакомство с компьютером Raspberry Pi 3. Практикум «Программирование бортового компьютера» Лётные испытания БВС с бортовым компьютером Практикум «ПИД-регуляторы. Стабилизация БВС по высоте с помощью барометрического датчика». Лётные испытания БВС с системой стабилизации по высоте. Лётные испытания БВС с системой предотвращения столкновений. Практикум «Конструирование и программирование системы предотвращения столкновений с использованием ультразвуковых сонаров. Распознавание маркеров и применение компьютерного зрения на БВС. Защита проекта «Конструирование и летная эксплуатация БВС».

1.5. Формы аттестации и оценочные материалы

Формы аттестации

Формы аттестации разработаны в соответствии с «Положением о порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации учащихся муниципального бюджетного образовательного учреждения дополнительного образования Тогучинского района «Центр развития творчества», утвержденным приказом от 13 января 2020 г. № 7.

<https://crtdyutog.edusite.ru/sveden/files/69526fec8396d194afa87e43f9807f0a.pdf>

Входная диагностика – собеседование (после подачи заявки в ИС Навигатор) и тест (четвёртая неделя сентября), приложение 1.

Промежуточная аттестация – четвертая неделя апреля, предусмотрены тест и защита проекта (приложение 1).

В ходе реализации программы обучающиеся получают возможность принять участие в:

- конкурсах, соответствующих профилю образовательной программы;
- мероприятиях и смотрах районного значения;
- профильных сменах регионального центра «Альтаир», соответствующих профилю образовательной программы.

Оценочные материалы

Оценка промежуточных результатов по темам и итоговые занятия проводятся в разных формах:

- тестирование;
- контрольные вопросы на закрепление знаний обучающихся;
- практическая оценка пилотирования.

Механизм оценивания образовательных результатов

Оцениваемые параметры /Оценки	Низкий	Средний	Высокий
Уровень теоретических знаний			
Уровень теоретических знаний	Обучающийся знает фрагментарно изученный материал. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами	Обучающийся знает изученный материал, но для полного раскрытия темы требуется дополнительные вопросы	Обучающийся знает изученный материал. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом.
Уровень практических навыков и умений			
Работа с БВС, техника безопасности	Требуется постоянный контроль педагога за выполнением правил по технике безопасности	Требуется периодическое напоминание о том, как работать с оборудованием	Четко и безопасно работает с оборудованием

Способность подготовки и настройки беспилотного летательного аппарата к полету	Не может подготовить, настроить БВС без помощи педагога	Может подготовить, настроить БВС при подсказке педагога	Способен самостоятельно подготовить, настроить БВС без помощи педагога
Степень самостоятельности управления БВС	Требуется постоянные пояснения педагога при управлении	Нуждается в пояснении последовательности работы, но способен после объяснения к самостоятельным действиям	Самостоятельно выполняет операции при управлении БВС без подсказки педагога
Качество выполнения работы			
Качество выполнения работы	Навыки управления в целом получены, но управление БВС невозможно без присутствия педагога	Навыки управления в целом получены, управление БВС возможно без присутствия педагога	Навыки управления получены в полном объеме, присутствие педагога не требуется

РАЗДЕЛ 2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Цель: воспитание ответственного, дисциплинированного и инициативного члена коллектива, способного к командной работе, уважающего труд и техническое творчество, соблюдающего правила безопасности, ориентированного на осознанный выбор профессии в области беспилотных авиационных систем и инженерно-технической сфере.

Задачи воспитания

1. Воспитывать ответственность, аккуратность, целеустремлённость через выполнение практических заданий по сборке, настройке и пилотированию БВС, а также через неукоснительное соблюдение техники безопасности.
2. Формировать уважительное отношение к труду (своему и товарищей), чувство взаимопомощи, культуру общения и взаимодействия в процессе коллективной работы над проектами и при выполнении командных задач.
3. Развивать самоорганизацию, инициативность, умение планировать свою деятельность и доводить начатое до конца, а также устойчивый интерес к техническим профессиям через участие в конкурсах, хакатонах и

профориентационных мероприятиях.

Целевые ориентиры воспитания

Ответственное отношение к технике безопасности, труду и результатам труда; понимание ценности здоровья и безопасности в работе с оборудованием.

Командное взаимодействие и взаимопомощь: умение работать в группе, распределять роли, поддерживать товарищей, уважать чужое мнение, достигать общего результата.

Интерес к техническим профессиям и инженерному творчеству, осознание их значимости для развития России, готовность к профессиональному самоопределению в сфере БВС.

Патриотизм и гражданственность, проявляющиеся в знании и уважении достижений России в области авиации, космонавтики и беспилотных технологий, в гордости за своих соотечественников – конструкторов, инженеров, лётчиков.

Экологическая культура – понимание влияния технических процессов на природу, бережное отношение к природной среде, готовность использовать навыки работы с БВС для решения экологических задач (мониторинг, охрана природы).

Формы и методы воспитания

Формы: учебное занятие (основная), проектная деятельность, соревнования и конкурсы (хакатоны), экскурсии и встречи с профессионалами.

Методы: информирование (рассказ, беседа, видеоматериалы), личный пример педагога, упражнение (приучение к соблюдению правил, чек-листам), стимулирование и поощрение (похвала, грамоты), создание ситуации успеха, вовлечение в совместную деятельность

Планируемые результаты

1. Обучающийся будет проявлять ответственность и аккуратность при сборке, настройке и пилотировании, неукоснительно соблюдая правила техники безопасности и чек-листы, без напоминаний педагога.

2. Обучающийся будет демонстрировать взаимопомощь и уважение к мнению товарищей, оказывать поддержку при затруднениях, участвовать в коллективном обсуждении проектов и распределении ролей в команде.

3. Обучающийся проявит самоорганизацию, инициативность и способность планировать свою деятельность, доведя до завершения проект «Конструирование и лётная эксплуатация БВС», приняв участие в профильных конкурсах, хакатонах или профориентационных мероприятиях.

Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Название мероприятия, события, дела	Форма проведения	Сроки проведения
------------------	--	-----------------------------	-------------------------

1	Посещение Международной агропромышленной выставки	Очно	Ноябрь
2	Мастер-классы по технической направленности для обучающихся других ДТО	Очно	В течение учебного года
3	Совместные занятия с родителями	Очно	Март
4	Образовательный онлайн-квест "Я пишу на Python"	Онлайн-Квест	апрель

РАЗДЕЛ 3. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

3.1. Календарный учебный график (общий)

№ группы	Срок обучения по программе	Количество учебных недель/дней	Период каникул (при наличии)	Нерабочие праздничные дни	Сроки промежуточной (итоговой) аттестации	Сроки выездов, экспедиций, походов (при наличии)
1 гр.	01.09.2026 – 31.05.2027	36	–	04.11.2026, 1-8.01.2027, 23.02.2027, 08.03.2027, 01.05.2027, 09.05.2027	19.04.2026-25.04.2026	-

Календарный учебный график отражает *тематическое планирование* – распределение содержания образования по учебным занятиям в соответствии с Учебным планом (далее - КУГ). КУГ размещается в приложении № 2 в разделе «Приложения к программе». Форма КУГ закреплена в локально - нормативном акте учреждения: «О разработке, структуре и порядке утверждения дополнительной общеразвивающей программы» и утверждена приказом (30.03.2026 №384).

3.2. Условия реализации программы.

Кадровое обеспечение:

Пчелинцев Сергей Валерьевич, педагог дополнительного образования, уровень образования - высшее, педагогический стаж – 4 года, категория - первая.

Материально-техническое обеспечение:

Учебное помещение № 23 и № 19 МБОУ ДО Тогучинского района «Центр

развития творчества» соответствует требованиям санитарных норм и правил, установленных СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». Площадь кабинета -50 м². (каб. № 23) и 33 м² (каб. № 19)

Перечень оборудования кабинета:

- учебные столы и стулья (соответствуют нормам СанПиН);
- шкафы для хранения дидактического и учебно-методического материала;
- стеллажи для хранения конструкторов и комплектующих;
- классная доска;
- вытяжной шкаф для пайки.

Перечень оборудования для проведения учебных занятий:

- конструкторы программируемых квадрокоптеров (наборы для сборки и изучения БВС) – 6 шт.;
- ремкомплекты для конструкторов – 3 шт.;
- полётный контроллер, регуляторы оборотов, моторы, пропеллеры (запасные комплекты);
- 3D-принтер для печати деталей рам и креплений;
- паяльные станции с вытяжкой – 3 шт.;
- инструменты (отвёртки, пинцеты, кусачки, мультиметры, термоклеи) – по 6 комплектов;
- аккумуляторные батареи Li-Po (20 шт.) и зарядные устройства;
- аккумуляторные батареи для пультов управления.

Перечень технических средств обучения: _.

- компьютеры с установленным необходимым ПО (среды программирования, симуляторы полётов, ПО для настройки полётных контроллеров, САПР для 3D-моделирования) – 6 шт.;
- мультимедиа-проектор и экран (или интерактивная доска) – 1 комплект;
- готовые дроны: DJI Mavic 2 Pro с камерой – 1 шт.;
- радиоуправляемый самолёт Hubsan FPV Spy Hawk RTF с камерой и системой стабилизации – 1 шт.;
- FPV-очки для пилотирования – 2 шт.;
- полётная зона (защитная сетка) для проведения тренировок в помещении.

Перечень материалов необходимых для проведения занятий:

- припой, флюс, термоусадочные трубки, провода, соединительные разъёмы;
- пластик для 3D-печати (PLA, ABS);
- картон, бумага, маркеры для изготовления полётных заданий и чек-листов;
- крепёжные элементы (винты, стойки, хомуты).

- сменные элементы питания (батарейки типа АА).

Учебный комплект на каждого обучающегося:

- тетрадь для записей (48 листов);
- ручка, карандаш, линейка;
- защитные очки и перчатки (при пайке). (Комплект выдаётся на время занятий)

Требования к одежде обучающегося:

- одежда должна быть удобной, не стесняющей движений;
- обувь – закрытая, на нескользящей подошве (для работы в мастерской и полётной зоне);
- при работе с паяльным оборудованием – наличие защитных очков (выдаются на занятия);
- при полётах на открытом воздухе – головной убор и одежда по погоде (рекомендуется).

Методическое обеспечение:

Материалы, применяемые в процессе обучения:

№ п/п	Перечень методических материалов	Перечень учебных тем
1	Презентация «История развития БВС. Применение беспилотников»	Раздел I, тема 1. Вводное занятие. Разновидности БВС. История БВС. Применение БВС. Виды коптеров.
2	Схема «Основные базовые элементы коптера» (презентация)	Раздел I, тема 2. Основные базовые элементы коптера. Теория управления БВС.
3	Презентация «Принцип радиосвязи и работы радиоаппаратуры»	Раздел I, тема 3. Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления.
4	Презентация «Основы электричества и электрооборудование БВС»	Раздел I, тема 4. Основы электричества. Физика электрооборудования БВС.
5	Опорный конспект «Полётный контроллер и контроллеры двигателей»	Раздел I, тема 5. Полётный контроллер. Контроллеры двигателей.
6	Презентация «Типы двигателей. Бесколлекторные моторы»	Раздел I, тема 6. Основы электромагнетизма. Типы двигателей. Бесколлекторные моторы.
7	Инфографика «Типы аккумуляторов, их характеристики и правила обращения»	Раздел I, тема 7. Аккумуляторы БВС.

8	Видеоматериал «Аэродинамика полёта и выбор пропеллера»	Раздел I, тема 8. Аэродинамика полета. Пропеллер.
9	Инструкционно-технологическая карта «Расчёт коптера: вес, тяговооружённость, аккумулятор, время полёта»	Раздел II, тема 10. Расчет коптера. Вес, энерговооружённость, аккумулятор, время полёта.
10	Памятка «Основы работы в Blender для 3D-моделирования деталей БВС»	Раздел II, тема 11. Основы 3D-печати. Практикум – изменение конструкции рамы коптера. Раздел II, тема 12. Создание модели для БВС печати с использованием (Blender).
11	Инструкция по технике безопасности при пайке и работе с Li-Po аккумуляторами	Раздел II, тема 13. Теория пайки. Раздел III, тема 14. Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при пайке и работе с Li-Po аккумуляторами.
12	Презентация «Теория пайки»	Раздел II, тема 13. Теория пайки. Раздел III, тема 14. Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при пайке и работе с Li-Po аккумуляторами.
13	Набор инструкций «Сборка рамы и монтаж элементов коптера» (электронная версия)	Раздел III, тема 14. Проверка комплектующих набора, сборка рамы. Раздел III, тема 15. Пайка регуляторов к моторам и плате питания. Установка элементов на раму.
		Раздел III, тема 16. Установка аппаратуры управления. Проверка моторов.
		Раздел III, тема 17. Установка полетного контроллера. Настройка полетного контроллера.

		Раздел III, тема 18–19. Окончательный монтаж элементов коптера.
14	Чек-лист «Предполётная подготовка и пилотские процедуры»	Раздел IV, тема 20. Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Пилотские процедуры. Чеклисты. Повторение ТБ. Раздел IV, тема 21. Экзамен по технике безопасности. Прохождение чеклиста по подготовке. (используется также во всех темах пилотирования: раздел IV, темы 22–27; раздел VI, темы 39–48; раздел VII, темы 61–63)
16	Учебный фильм «Основы радиоэлектроники и схемотехники»	Раздел V, тема 28. Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем. Раздел V, тема 29. Практикум «Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем».
17	Лабораторный практикум «Исследование электрических сигналов с помощью осциллографа и мультиметра»	Раздел V, тема 30–31. Аналоговые и цифровые сигналы. Принципы работы с лабораторным измерительным оборудованием. Раздел V, тема 32. Практикум «Исследование электрических сигналов с помощью лабораторного оборудования».
18	Методические указания «Программирование микроконтроллеров на C++/Arduino»	Раздел V, тема 33. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров. Раздел V, тема 34. Коммуникация между полетным контроллером ЛА и дополнительным бортовым микроконтроллером. Передача

		телеметрии и управляющих команд. Раздел V, тема 35. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров».
19	Презентация «Аналоговая и цифровая видеотрансляция. Выбор FPV-оборудования»	Раздел VI, тема 36. Теория FPV полётов. Аналоговая и цифровая видеотрансляция. Раздел VI, тема 37. Применяемые камеры, радиопередатчики и приёмники. Оборудование передачи видео и OSD.
20	Инструкция по настройке видеооборудования и OSD	Раздел VI, тема 38. Полётное задание и теория FPV пилотирования. Раздел VI, тема 39. Практикум – подготовка и настройка видеооборудования.
21	Материалы по языку Python для автономных полётов (конспекты, примеры кода)	Раздел VII, тема 51–52. Основы программирования на языке Python. Раздел VII, тема 56–58. Практикум «Программирование бортового компьютера» Лётные испытания БВС с бортовым компьютером.
22	Методическое пособие «ПИД-регуляторы: теория и настройка на примере БВС»	Раздел VII, тема 55. Системы автоматического управления с контуром обратной связи.
		Раздел VII, тема 60. ПИД-регуляторы. Использование барометрического датчика для удержания высоты.
		Раздел VII, тема 61–63. Практикум «ПИД-регуляторы. Стабилизация БВС по высоте с помощью барометрического датчика». Лётные испытания.
24	Схема подключения и программирования ультразвукового сонара (HC-SR04)	Раздел VII, тема 64. Способы предотвращения столкновений БВС с препятствиями. Принцип функционирования ультразвукового сонара.

		Раздел VII, тема 65–67. Практикум «Конструирование и программирование системы предотвращения столкновений с использованием ультразвуковых сонаров».
25	Руководство по компьютерному зрению (OpenCV, распознавание ArUco-маркеров)	Раздел VII, тема 68. Основы компьютерного зрения. Построение 3D-моделей с помощью специализированного ПО. Раздел VII, тема 70–72. Распознавание маркеров и применение компьютерного зрения на БВС. Защита проекта.
26	Образовательные материалы портала проекта «Клевер» (https://ru.coex.tech/education)	Используется во всех разделах как дополнительный источник информации, видеоуроков, справочных данных и готовых скриптов. Особенно в разделах V, VI, VII.
27	Карточки-задания для отработки пилотирования (упражнения: висение, полёт по кругу, восьмёрка и др.)	Раздел IV, темы 22–27 (визуальное пилотирование); Раздел VI, темы 40–48 (FPV-пилотирование); Раздел VII, темы 61–63 (автономные полёты).

Методы и педагогические технологии

В процессе реализации программы «Kvadro пространство (БВС)» используются методы и педагогические технологии, направленные на формирование предметных, метапредметных и личностных результатов. Применяемые методы и технологии обеспечивают деятельностный и практико-ориентированный подход, позволяют обучающимся не только усваивать теоретические знания, но и применять их при конструировании, настройке, программировании и пилотировании БВС. Особое внимание уделяется самостоятельной работе, работе в малых группах и командному взаимодействию, что соответствует специфике инженерно-технической деятельности. Активно используются цифровые образовательные ресурсы, симуляторы полётов, среды программирования и 3D-моделирования.

Методы обучения

- объяснительно-иллюстративный (лекции, демонстрации, презентации);

- репродуктивный (выполнение упражнений по образцу, работа по инструкциям);
- проектный (разработка и защита проекта «Конструирование и лётная эксплуатация БВС»);
- практический (сборка, пайка, настройка, пилотирование, программирование);

Педагогические технологии

- проектная технология;
- здоровьесберегающие технологии (физминутки, гимнастика для глаз, соблюдение СанПиН);
- информационно-коммуникационные технологии (использование мультимедиа, симуляторов, онлайн-ресурсов);
- технология проблемного обучения;

Формы организации учебного занятия

По особенностям коммуникативного взаимодействия педагога и детей: лекция, семинар, лабораторная работа, практикум, экскурсия, конференция, мастерская, конкурс (хакатон), фестиваль, защита проекта.

По дидактической цели: вводное занятие, занятие по углублению знаний, практическое занятие, занятие по систематизации и обобщению знаний, занятие по контролю знаний (тестирование), комбинированное занятие.

Алгоритм учебного занятия

Наиболее часто применяемой формой является комбинированное практическое занятие (сборка, настройка или пилотирование БВС). Его структура:

- Организационный момент (2 мин.) – проверка присутствующих, готовности рабочих мест, настрой на работу.
- Актуализация знаний и постановка учебной задачи (5–7 мин.) – повторение ранее изученного материала, формулировка цели занятия, постановка проблемного вопроса.
- Инструктаж по технике безопасности (3 мин.) – напоминание правил безопасной работы с инструментами, паяльным оборудованием, аккумуляторами и при пилотировании.
- Теоретическое введение (10–15 мин.) – объяснение нового материала с использованием презентаций, схем, видеофрагментов (если занятие включает теорию).
- Практическая часть (20–25 мин.) – выполнение задания по инструкционно-технологическим картам (сборка, пайка, программирование, пилотирование в симуляторе или на полигоне). На этом этапе педагог осуществляет текущий контроль, оказывает индивидуальную помощь.
- Проверка и анализ результатов (5 мин.) – совместная проверка

работоспособности собранной модели или выполненного упражнения, выявление ошибок, обсуждение способов их устранения.

- Рефлексия и подведение итогов (3 мин.) – обсуждение достигнутых результатов, самооценка обучающихся, ответы на вопросы педагога, фиксация выводов.

- Домашнее задание (1 мин.) – формулировка задания для самостоятельной подготовки (повторение теории, доработка проекта, тренировка на симуляторе и т.п.).

Данный алгоритм варьируется в зависимости от темы и формы занятия.

Раздел «Информационное обеспечение»

1. Нормативно-правовые документы:

1. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный Закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ;
2. О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036: Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309;
3. Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей (вместе с Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года): Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678 (ред. от 15.05.2023);
4. Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам: Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629;
5. Устав МБОУ Тогучинского района «Центр развития творчества»: Постановление администрации Тогучинского района Новосибирской области от 12.08.2024 № 1039/П/93. (Ссылка: <https://crtdyutog.edusite.ru/sveden/files/0978f03a66b0dc7c90e1adec2bacd14d.pdf>) ;
6. О разработке, структуре и порядке утверждения дополнительной общеразвивающей программы: Приказ руководителя МБОУ ДО Тогучинского района «Центр развития творчества» от 30.03.2026 №384;
7. О формах, порядке и периодичности проведения аттестации по дополнительной общеразвивающей программе в МБОУ ДО Тогучинского района «Центр развития творчества»: Приказ руководителя МБОУ ДО Тогучинского района «Центр развития творчества» от 13.01.2020 №7.

2. Список литературы (ресурсов) для педагога:

1. Методическое пособие по курсу «Основы БВС конструирования и создания БВС моделей» для обучающихся общеобразовательных школ / Центр технологических компетенций аддитивных технологий (ЦТКАТ). – Воронеж : ЦТКАТ, 2014. – [Укажите количество страниц]. – Текст : непосредственный.
2. CopterExpress Clever [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/CopterExpress/clever> (дата обращения: 17.05.2023). – Текст : электронный.
3. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) / Министерство образования и науки РФ, ГАОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», ФГАУ «Федеральный институт развития образования», АНО ДПО «Открытое образование». – Москва, 2015. – [Укажите количество страниц]. – Текст : непосредственный.

3. Список литературы (ресурсов) для обучающихся:

1. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / В. П. Большаков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013. –

[Укажите количество страниц]. – Текст : непосредственный.

2. Гололобов, В. Н. Беспилотники для любознательных / В. Н. Гололобов, В. И. Ульянов. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2018. – [Укажите количество страниц]. – Текст : непосредственный.

3. Кошкин, Р. П. Беспилотные авиационные системы / Р. П. Кошкин. – Москва : Стратегические приоритеты, 2016. – [Укажите количество страниц]. – Текст : непосредственный.

РАЗДЕЛ 4. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Критерии оценочных материалов

Оценка результатов освоения программы проводится в форме текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации. Для каждого вида контроля разработаны критерии, позволяющие объективно оценить уровень достижения планируемых результатов.

1. Критерии оценки тестовых работ (теоретические знания)

Тесты проводятся для входной диагностики, промежуточной и итоговой аттестации. Каждый тест содержит 5–10 вопросов с выбором одного правильного ответа. Критерии оценки:

Количество правильных ответов	Уровень освоения	Характеристика
80–100%	Высокий	Обучающийся демонстрирует глубокое понимание материала, свободно оперирует терминами, может объяснить причины и следствия технических явлений.
60–79%	Средний	Обучающийся знает основные положения, но допускает отдельные неточности; требует дополнительных вопросов для полного раскрытия темы.
менее 60%	Низкий	Обучающийся фрагментарно знает материал, допускает грубые ошибки, требуется корректировка наводящими вопросами.

2. Критерии оценки практических навыков и умений

Практические задания оцениваются по четырём направлениям:

Направление	Критерии	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Соблюдение техники безопасности	Выполнение правил ТБ при работе с оборудованием, пайке, аккумуляторах, пилотировании	Соблюдает все правила без напоминаний, организует безопасное рабочее место	Соблюдает правила после напоминания педагога, допускает единичные негрубые нарушения	Требуется постоянный контроль, допускает грубые нарушения ТБ

Сборка и настройка коптера	Качество пайки, правильность монтажа, настройка полётного контроллера	Собирает и настраивает полностью самостоятельно, проверяет работоспособность	Собирает и настраивает при частичной помощи педагога, допускает мелкие недочёты	Не может собрать или настроить без пошаговой инструкции и помощи
Пилотирование (визуальное и FPV)	Точность выполнения упражнений (висение, полёт по кругу, восьмёрка, полёт по маршруту), плавность управления	Уверенно выполняет все упражнения, плавно управляет, соблюдает траекторию	Выполняет упражнения с незначительными отклонениями, требует периодической корректировки	Не может выполнить упражнения, теряет управление, требуется постоянное вмешательство
Программирование автономных полётов	Написание кода, настройка параметров, запуск миссии	Самостоятельно пишет и отлаживает код, объясняет логику программы	Пишет код по образцу, допускает ошибки, исправляет с помощью педагога	Не может написать рабочий код, требует полной подсказки

3. Критерии оценки проектной деятельности

Защита проекта «Конструирование и лётная эксплуатация БВС» проводится в конце учебного года (или по завершении модуля). Оценка производится по пяти критериям:

Критерий	Описание	Максимальный балл
Новизна и оригинальность	Предложенное техническое решение (конструкция рамы, алгоритм, применение датчика) отличается от стандартного, имеет авторскую идею	2
Техническая сложность и работоспособность	Модель/программа собрана и функционирует в соответствии с заданием; учтены расчёты и параметры	2

Качество исполнения	Аккуратность монтажа, пайки, эстетика 3D-печати, чистота кода, наличие комментариев	2
Презентация и защита	Чёткость доклада, умение ответить на вопросы, использование наглядных материалов (презентация, демонстрация полёта)	2
Командная работа (для групповых проектов)	Распределение ролей, взаимопомощь, вклад каждого участника (оценивается на основе наблюдения)	2

Итоговая оценка проекта:

Сумма баллов	Уровень	Характеристика
8–10	Высокий	Проект выполнен на высоком техническом уровне, содержит оригинальные решения, представлен убедительно
5–7	Средний	Проект выполнен в соответствии с базовыми требованиями, но имеет недочёты или неполную реализацию
менее 5	Низкий	Проект не завершён, не работает или не соответствует заданию, защита проведена слабо

4. Промежуточная оценка по программе

Промежуточная оценка формируется на основе результатов тестирования, практических навыков и защиты проекта. Средняя арифметическая оценка по трём компонентам даёт общий уровень освоения программы:

Материалы для аттестации

Уровень	Характеристика
Высокий	Обучающийся успешно выполнил тест ($\geq 80\%$), демонстрирует уверенные практические навыки и защитил проект на высоком уровне. Программа освоена полностью.
Средний	Обучающийся выполнил тест (60–79%), практические навыки сформированы в целом, проект защищён на среднем уровне. Программа освоена в основном.
Низкий	Обучающийся не достиг минимального порога по одному или нескольким компонентам. Требуется дополнительное обучение или корректировка индивидуального маршрута.

Оценочные материалы (тесты, практические задания, чек-листы, критерии) являются неотъемлемой частью УМК программы и хранятся у педагога. Все результаты фиксируются в диагностических картах обучающихся.

Тест по теме: «Знакомство. Принципы проектирования и строение мультикоптеров»

- 1) Кто создал первое беспилотное судно?
 - а. Альберт Эйнштейн
 - б. Никола Тесла
 - в. Исаак Ньютон
 - г. Чарльз Кеттеринг
- 2) Как называется коптер с 6 моторами?
 - а. Пентакоптер
 - б. Октокоптер
 - в. Трикоптер
 - г. Гексакоптер
- 3) Что такое “тангаж”?
 - а. Наклон коптера вперед-назад
 - б. Наклон коптера вправо-влево
 - в. Вращение коптера вокруг своей оси
 - г. Набор скорости
- 4) Где расположены датчики, отвечающие за определение положения коптера в пространстве?
 - а. В регуляторе оборотов
 - б. В плате распределения питания
 - в. В полетном контроллере
 - г. В пульте радиуправления
- 5) Какие типы аккумуляторов бывают?
 - а. Литий-ионные
 - б. Литий-полимерные
 - в. Свинцово-кислотные
 - г. Никель-металл-гидридные

Тест по теме: «Основы электричества»

- 1) Как обозначается сопротивление в законе Ома?
 - а. I
 - б. R
 - в. U
 - г. S
- 2) Как обнаружить короткое замыкание в цепи?
 - а. “Прозвонить” мультиметром
 - б. Измерить напряжение во включенном состоянии
 - в. Измерить сопротивление в цепи
 - г. Измерить напряжение в выключенном состоянии
- 3) При каком типе соединения аккумуляторов напряжение складывается?
 - а. Последовательное

б. Параллельное

в. Смешанное

г. Замкнутое

4) Электрический ток это -

а. Движение заряженных частиц (электронов)

б. Движение заряженных частиц (протонов)

в. Движение заряженных частиц (бозонов)

г. Движение заряженных частиц (нейтронов)

5) Сумма токов, подходящих к узловой точке электрической цепи, равна

а. Разности токов приходящих к узлу и уходящих от него

б. Полусумме токов, уходящих от этого узла

в. Сумме токов, уходящих от этого узла

г. Произведению токов, уходящих от этого узла

6) Что отражает закон Джоуля-Ленца

а. Направление силы тока и силовых магнитных линий

б. Переход электрической энергии в тепловую

в. Связь электродвижущей силы источника (или электрического напряжения) с силой тока, протекающего в проводнике, и сопротивлением проводника

г. Соотношение между токами и напряжениями в разветвленных электрических цепях

Тест по теме: «Теория пайки»

1) Чего нельзя делать во время пайки?

а. Соприкасаться жалами двух работающих паяльников

б. Трогать жало паяльника

в. Очищать жало паяльника при помощи металлической губки

г. Паять на температуре выше 400 градусов

2) Что нужно сделать с проводами перед тем, как спаять их между собой?

а. Изолировать

б. Зачистить

в. Залудить

г. Скрутить

3) За какую часть следует держать паяльник?

а. Фартук

б. Ручка

в. Корпус

г. Жало

4) На каком этапе используется флюс?

а. Лужение

б. Процесс спаивания двух поверхностей

в. Зачистка

г. Скручивание многожильных проводов

5) Какой флюс следует использовать с осторожностью при пайке микросхем?

- а. Нейтральный
- б. Активированные
- в. Пассивный
- г. Активный

Тест по теме: «Аэродинамика полета. Пропеллер»

1) К чему ведет увеличение диаметра пропеллера?

- а. Уменьшению расхода заряда аккумулятора
- б. Увеличению подъемной силы
- в. Ускорению набора скорости вращения
- г. Замедлению набора скорости вращения

2) Пропеллер с каким количеством лопастей создает наибольшую подъемную силу

- а. 2
- б. 3
- в. 4
- г. Подъемная сила не зависит от количества лопастей

3) Что будет если пропеллеры установить в перевернутом виде?

- а. Коптер перевернется
- б. Коптер будет лететь вниз
- в. Коптер взлетит, но с меньшей скоростью
- г. Коптер начнет вращаться вокруг своей оси

4) При каких дефектах на воздушном винте нельзя совершать полеты?

- а. Трещина на лопасти
- б. Лопасть сколота на 20%
- в. Лопасть имеет зазубрины
- г. Лопасть искривлена

5) В соответствии с какими параметрами моторов БПЛА подбираются пропеллеры?

- а. Количество обмоток
- б. Мощность двигателя
- в. Токопотребление
- г. Частота вращения

Тест по теме: «Основы электромагнетизма. Типы двигателей»

1) Какие моторы чаще всего используются в коптерах?

- а. Коллекторные
- б. Асинхронные
- в. Бесколлекторные
- г. Синхронные

2) Отметьте преимущества коллекторных двигателей:

- а. Высокий КПД
- б. Низкий вес двигателя
- в. Продолжительный срок службы
- г. Низкая стоимость

3) Отметьте преимущества бесколлекторных двигателей

- а. Высокий КПД
- б. Низкая стоимость
- в. Высокая максимальная скорость
- г. Высокая износостойкость

4) Как можно изменить направление вращения бесколлекторного двигателя на коптере?

- а. Поменять “+” и “-”
- б. Перепрошить регулятор оборотов
- в. Поменять между собой 2 фазных провода
- г. Сделать это невозможно

5) Как можно изменить направление вращения коллекторного двигателя на коптере?

- а. Подать на оба провода ток “+”
- б. Поменять “+” и “-”
- в. Подать на оба провода ток “-”
- г. Сделать это невозможно

Тест по теме: «Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода»

1) Что необходимо использовать для работы бесколлекторного двигателя?

- а. Систему охлаждения
- б. Стабилизатор напряжения
- в. Регулятор оборотов
- г. Виброразвязку

2) Как подается ток на обмотки трехфазного бесколлекторного двигателя?

- а. Парно подается ток + и - на обмотки
- б. Парно подается ток - и - на обмотки
- в. Парно подается ток + и + на обмотки
- г. Ток подается на все обмотки сразу

3) Какой кратности должно быть число обмоток в бесколлекторном моторе?

- а. 2
- б. 3
- в. 5
- г. 7

Тест по теме: «Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов»

- 1) Какая характеристика аккумуляторов влияет на скорость вращения моторов?
 - а. Емкость
 - б. Максимальный разрядный ток
 - в. Напряжение
 - г. Токоотдача
- 2) На что влияет емкость аккумулятора
 - а. На время работы
 - б. На максимальное выдаваемое напряжение
 - в. На время заряда аккумулятора
 - г. На величину тока, которым можно заряжать аккумулятор
- 3) Каким напряжением можно запитать зарядное устройство Li-Po аккумуляторов для коптеров?
 - а. 5В б. 12В
 - в. 100В г. 220В
- 4) Что произойдет в случае прокола Li-Po аккумулятора
 - а. Вытекание кислоты
 - б. Возгорание
 - в. Вздутие аккумулятора
 - г. Ничего не произойдет
- 5) Как обозначается трехбаночный аккумулятор?
 - а. 3С
 - б. 3S
 - в. 3V
 - г. 3G

Тест по теме: «Управление полетом мультикоптера. Принцип функционирования полетного контроллера. ПИД регуляторы»

- 1) Что является “мозгом” коптера?
 - а. Регулятор оборотов (ESC)
 - б. Плата распределения питания
 - в. Полетный контроллер
 - г. Радиоприемник
- 2) Какие функции не выполняет полетный контроллер?
 - а. Рассчитывает свое положение в пространстве, по показаниям датчиков
 - б. Прием сигналов с пульта
 - в. Вносит корректировку с помощью коэффициентов ПИД
 - г. Распределяет питание на моторы
- 3) Что обозначает Р в формуле ПИД-регулятора
 - а. Мощность двигателя

- б. Дифференциальная составляющая
 - в. Погрешность датчиков
 - г. Пропорциональная составляющая
- 4) Как обозначаются ШИМ-импульсы?
- а. TX
 - б. PPM
 - в. PWM
 - г. RX
- 5) Как обозначается угол крена?
- а. throttle
 - б. roll
 - в. force
 - г. spin

Тест по теме: «Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления»

- 1) На какой частоте работает аппаратура радиоуправления коптера
- а. 0-1 ГГц
 - б. 1-2 ГГц
 - в. 2-3 ГГц
 - г. 3-4 ГГц
- 2) Какое минимальное количество каналов управления нужно для квадрокоптера?
- а. 2
 - б. 4
 - в. 6
 - г. 8
- 3) Как обозначается фазово-импульсная модуляция?
- а. TX
 - б. PPM
 - в. PWM
 - г. RX
- 4) Какого типа бывают каналы управления?
- а. Импульсные
 - б. Дифференциальные
 - в. Дискретные
 - г. Пропорциональные
- 5) Куда передаются сигналы с радиоприемника в квадрокоптера?
- а. На регуляторы оборотов
 - б. На моторы
 - в. На полетный контроллер
 - г. На плату распределения питания

Тест по теме: «Аналоговая и цифровая видеотрансляция.»

Применяемые камеры, радиопередатчики и приемники»

- 1) Укажите преимущества аналоговых видеокамер перед цифровыми.
 - а. Помехозащищенность
 - б. Высокая совместимость
 - в. Просмотр видео в режиме реального времени
 - г. Высокая надежность
- 2) Что не относится к возможностям цифровых камер?
 - а. Возможность работы в паре с датчиком движения
 - б. Просмотр видео в режиме реального времени
 - в. Запись видео с точностью до долей секунд
 - г. Использование встроенного динамика и микрофона
- 3) Выберите верные утверждения.
 - а. Дальность передачи видеосигнала не зависит от количества помех в зоне полета
 - б. Разные системы передачи сигнала имеют различную способность огибать препятствия
 - в. Дальность полета не зависит от погоды
 - г. Дальность полета, в большинстве случаев, ограничивается лишь емкостью батареи, но для реализации всего потенциала современных технологий необходима наземная станция
- 4) Что не относится к схеме работы цифровой камеры?
 - а. Блок сжатия
 - б. АЦП
 - в. Блок оцифровки
 - г. ПЗС - матрица
- 5) Что относится к схеме работы аналоговой камеры?
 - а. Линза
 - б. Свето-фильтр
 - в. Блок оцифровки
 - г. Блок сжатия

Тест по теме: «Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при работе с аккумуляторами»

- 1) В какой момент нужно устанавливать пропеллеры на коптер?
 - а. Перед установкой моторов
 - б. При сборке защиты коптера
 - в. При настройке коптера
 - г. Перед взлетом
- 2) Что запрещается делать с Li-Po аккумуляторами?
 - а. Устанавливать на холоде
 - б. Подключать и отключать держась за разъемы
 - в. Наносить механические повреждения

г. Нарушать целостность изоляции

3) Выберите неверное утверждение.

а. Паяльник следует хранить в подставке

б. Паять можно только при естественном освещении в. Нельзя паять включенные в сеть электроприборы

г. Во время пайки следует использовать пинцет и “третью руку”

4) Вы заармировали коптер. Пропеллеры коптера вращаются, но он не взлетает. Что следует проверить?

а. Заряд аккумуляторов

б. Правильность установки воздушных винтов в. Затянутость гаек на моторах

г. Уровень сигнала с пульта радиоуправления

5) Произошла аварийная ситуация и коптер упал. Что следует сделать в первую очередь?

а. Попытаться взлететь снова

б. Убрать коптер с полетной зоны

в. Disarm

г. Проверить целостность защиты

Тест по теме: «Теория ручного визуального пилотирования»

1) Как называется процедура разблокировки моторов коптера?

а. Disarm

б. Kill Switch

в. Arm

г. FPV

2) Что должно произойти в первую очередь при FPV пилотировании?

а. Включение FPV шлема

б. Включение пульта управления

в. Включение питания коптера

г. Включение моторов

3) Что не включает в себя предполетная подготовка

а. Укладка проводов таким образом, чтобы они не попадали под пропеллеры

б. “Прозвонка” платы распределения питания

в. Проверка целостности рамы коптера

г. Правильная установка пропеллеров

4) В какой момент включается пульт радиоуправления?

а. Перед полетом после подключения аккумуляторов

б. Во время предполетной подготовки

в. Перед полетом до подключения аккумуляторов

г. Правильный ответ отсутствует

5) Как называется процедура блокировки (выключения) моторов?

а. Disarm

- б. Kill Switch
- в. Arm
- г. FPV

Тест по теме: «Техника безопасности при летной эксплуатации коптера»

Зачем нужен чеклист?

- а. Чтобы записать показания заряда аккумуляторов
- б. Чтобы отметить время полета
- в. Чтобы отметить дальность полета
- г. Чтобы верно провести предполетную подготовку

2) На каком минимальном расстоянии от коптера должен находиться пилот во время полета?

- а. 0-1 м
- б. 1-2 м
- в. 2 - 3 м
- г. Более 3 м

3) Где находятся зрители во время полета?

- а. Слева от пилота, если пилот правша
- б. Спереди от пилота на расстоянии 3-5 метров
- в. За спиной пилота
- г. Справа от пилота, если пилот правша

4) Чего нельзя допускать во время полета?

- а. Резких движений стиками
- б. Полной разрядки аккумуляторов
- в. Полетов выше своего роста
- г. Полетов далее 3 метров от себя

5) Укажите правильную последовательность действий при аварийной посадке.

- а. Прекратить полёт. Посадить коптер на землю. Выключить пульт. Disarm (стик YAW влево вниз на 3 секунды). Отключить аккумулятор на коптере.
- б. Прекратить полёт. Посадить коптер на землю. Посадить коптер на землю. Отключить аккумулятор на коптере. Disarm (стик YAW влево вниз на секунды). Выключить пульт.
- в. Прекратить полёт. Посадить коптер на землю. Disarm (стик YAW влево вниз на 3 секунды). Отключить аккумулятор на коптере. Выключить пульт.
- г. Прекратить полёт. Посадить коптер на землю. Disarm (стик YAW влево вниз на 3 секунды). Выключить пульт. Посадить коптер на землю.

Тест по теме: «Обучение лётному мастерству»

1) Как заармить Clever?

- а. Яв вправо вниз
- б. Яв влево вниз
- в. Крен вправо вниз
- г. Яв влево вниз
- 2) Как полететь вправо или влево?
 - а. Переместить стик в нужную сторону по яву
 - б. Переместить стик в нужную сторону по крену
 - в. Переместить стик в нужную сторону по газу
 - г. Переместить стик в нужную сторону по тангажу
- 3) Как полететь вперед или назад?
 - а. Переместить стик в нужную сторону по яву
 - б. Переместить стик в нужную сторону по крену
 - в. Переместить стик в нужную сторону по газу
 - г. Переместить стик в нужную сторону по тангажу
- 4) Как развернуть коптер вокруг оси, проходящей перпендикулярно плоскости коптера через его центр?
 - а. Переместить стик в нужную сторону по яву
 - б. Переместить стик в нужную сторону по крену в. Переместить стик в нужную сторону по газу
 - г. Переместить стик в нужную сторону по тангажу
- 5) Как задизармить Clever?
 - а. Яв вправо вниз
 - б. Яв влево вниз
 - в. Крен вправо вниз
 - г. Яв влево вниз

Тест по теме: «Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электрических схем»

- 1) В каких единицах измеряется сила тока?
 - а. [Вольт]
 - б. [Кулон]
 - в. [Ампер]
 - г. [Ом]
- 2) Какого типа электронных схем не существует?
 - а. Гибридные
 - б. Пропорциональные в. Цифровые
 - г. Аналоговые
- 3) Укажите электронный компонент, позволяющий ограничить ток.
 - а. Светодиод
 - б. Резистор.
 - в. Конденсатор
 - г. Трансформатор
- 4) Укажите электронный компонент, служащий для накопления заряда и энергии электрического поля.

- а. Светодиод б. Резистор.
- в. Конденсатор
- г. Трансформатор
- 5) Какого типа печатных плат не существует?
- а. Замкнутые (ЗПП)
- б. Односторонние (ОПП)
- в. Двусторонние (ДПП)
- г. Многослойные (МПП)

Тест по теме: «Основы работы с аналоговым и цифровым сигналом»

- 1) Что не может измерить мультиметр?
- а. Сопротивление
- б. Напряжение
- в. Силу тока
- г. Правильный вариант ответа отсутствует
- 2) Какое значение измеряемой величины следует устанавливать на мультиметре?
- а. Максимальное
- б. Немного меньше предполагаемого значения
- в. Немного больше предполагаемого значения
- г. Минимальное
- 3) Зачем нужен режим “прозвонки”
- а. Чтобы обнаружить разрывы в цепи
- б. Чтобы обнаружить короткое замыкание
- в. Чтобы измерить напряжение
- г. Чтобы измерить силу тока
- 4) Что не измеряет осциллограф?
- а. Угол сдвига фаз
- б. Угловая скорость в. Частота
- г. Напряжение фазы по отношению к земле
- 5) Какое сопротивление покажет омметр, если соприкоснуть щупы между собой?
- а. 0 Ом
- б. 1 Ом
- в. -1 Ом г. ∞

Тест по теме: «Теория FPV полетов»

- 1) Какой стик является основным для позиционирования при FPV полетах?
- а. Roll
- б. Pitch
- в. Yaw
- г. Throttle

2) Каким стиком удерживается высота?

- а. Roll
- б. Pitch в. Yaw
- г. Throttle

3) Что такое FPV пилотирование?

- а. Полеты с ориентацией “от первого лица”
- б. Полеты с грузом
- в. Полеты в помещении
- г. Полеты на большой высоте

Тест по теме: «История автономных полетов. Развитие автопилотов в авиации»

1) Автопилот - это

- а. БПЛА, который может лететь в заданную точку.
- б. Устройство или программно-аппаратный комплекс, который может вести вверенное ему транспортное средство по заданной траектории
- в. Программа, заставляющая БПЛА лететь в заданную точку
- г. Правильный вариант ответа отсутствует

2) Кто изобрел первый автономно управляемый аппарат?

- а. Георгий Ботезат
- б. Братья Райт
- в. Леонардо да Винчи
- г. Альфред Уайтхед

3) Какой прибор помогает определить ориентацию летательного аппарата?

- а. Осциллограф
- б. Гироскоп
- в. Барометр
- г. Гигрометр

4) Что такое “Фау-2”

- а. Коптер
- б. Самолет
- в. Ракета
- г. Спутник

5) Как называется первый полностью автономный наземный автопилот?

- а. Фау-2
- б. Тележка Леонардо да Винчи
- в. Стэнфордская тележка
- г. Торпеда Александровского

Тест по теме: «Знакомство с компьютером Raspberry Pi»

1) Что такое Raspberry Pi 3?

- а. Операционная система

- б. Микрокомпьютер
- в. Микроконтроллер
- г. Процессор

2) Откуда загружается образ операционной системы для Raspberry Pi?

- а. Оперативная память
- б. Процессор
- в. MicroSD карта
- г. Жесткий диск

3) Какой пароль идет по умолчанию в образе ОС Raspbian?

- а. pi
- б. raspbian
- в. raspberry
- г. 12345

4) Укажите команду, используемую для перехода в директорию. а. mkdir

- б. nano в. ls
- г. cd

5) Как получить права суперпользователя?

- а. sudo
- б. Nano
- в. rm г. ls -l

Тест по теме: «Управление автономным дроном: теория»

1) Какой полетный режим используется для автономных полетов?

- а. Stabilized
- б. Offboard
- в. Acro
- г. AltHold

2) Почему нельзя ориентироваться только на показания датчиков при автономном полете?

- а. Датчики не синхронизированы между собой
- б. Коптеру недостаточно информации, получаемой с датчиков, чтобы определить свое положение в пространстве
- в. Быстро накапливается ошибка
- г. Для полета обязательно нужны глобальные координаты, получаемые с GPS спутника

3) Как называются метки, относительно которых ориентируется Clever?

- а. Qr
- б. ArUco в. ID
- г. Map

4) Что такое marker_ids?

- а. Название метки

- б. Номер метки
- в. Размер метки
- г. ID метки
- 5) Как можно подавать команды коптеру удаленно?
 - а. По Ros
 - б. По SSH
 - в. По Bluetooth г. По MavLink

Тест итогового контроля знаний

- 1) Как называется коптер с 8 моторами?
 - а. Пентакоптер
 - б. Октокоптер
 - в. Трикоптер
 - г. Гексакоптер
- 2) Как обозначается напряжение в законе Ома?
 - а. I
 - б. R
 - в. U
 - г. S
- 3) При каком типе соединения аккумуляторов напряжение не складывается?
 - а. Последовательное
 - б. Параллельное
 - в. Смешанное
 - г. Замкнутое
- 4) Какие типы флюсов следует использовать при пайке микросхем?
 - а. Нейтральный
 - б. Активированные в. Пассивный
 - г. Активный
- 5) В соответствии с какими параметрами моторов БПЛА подбираются пропеллеры?
 - а. Количество обмоток
 - б. Мощность двигателя
 - в. Токопотребление
 - г. Частота вращения
- 6) Какие моторы редко используются в коптерах?
 - а. Коллекторные
 - б. Асинхронные
 - в. Бесколлекторные
 - г. Синхронные
- 7) Отметьте преимущества бесколлекторных двигателей
 - а. Высокий КПД
 - б. Низкая стоимость

- в. Высокая максимальная скорость
 - г. Высокая износостойкость
- 8) Какой кратности должно быть число обмоток в бесколлекторном моторе?
- а. 2
 - б. 3
 - в. 5
 - г. 7
- 9) Как обозначается трехбаночный аккумулятор?
- а. 3C
 - б. 3S в. 3V г. 3G
- 10) Что является “мозгом” коптера?
- а. Регулятор оборотов (ESC)
 - б. Плата распределения питания
 - в. Полетный контроллер
 - г. Радиоприемник
- 11) Какое минимальное количество каналов управления нужно для квадрокоптера?
- а. 2
 - б. 4
 - в. 6
 - г. 8
- 12) Как обозначаются ШИМ-импульсы?
- а. TX
 - б. PPM
 - в. PWM
 - г. RX
- 13) Что не относится к возможностям цифровых камер?
- а. Возможность работы в паре с датчиком движения
 - б. Просмотр видео в режиме реального времени
 - в. Запись видео с точностью до долей секунд
 - г. Использование встроенного динамика и микрофона
- 14) В какой момент нужно устанавливать пропеллеры на коптер?
- а. Перед установкой моторов
 - б. При сборке защиты коптера
 - в. При настройке коптера
 - г. Перед взлетом
- 15) Как называется процедура разблокировки моторов коптера?
- а. Disarm
 - б. Kill Switch
 - в. Arm
 - г. FPV
- 16) Где находятся зрители во время полета?
- а. Слева от пилота, если пилот правша

- б. Спереди от пилота на расстоянии 3-5 метров
- в. За спиной пилота
- г. Справа от пилота, если пилот правша

17) В каких единицах измеряется напряжение?

- а. [Вольт]
- б. [Кулон]
- в. [Ампер]
- г. [Ом]

18) Что не является оператором?

- а. for
- б. continue
- в. break
- г. while

19) Какой полетный режим используется для автономных полетов?

- а. Stabilized
- б. Offboard
- в. Acro
- г. AltHold

Календарно-учебный график («тематический»)

№ п/п	Тема занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Место проведения	Форма контроля
I. Теория БВС – 16 ч: 16т					
1	Вводное занятие. Чем предстоит заниматься. Разновидности БВС. История БВС. Применение БВС. Виды коптеров.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
2	Основные базовые элементы коптера. Теория управления БВС. Ручное управление коптером.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
3	Основы радиосвязи. Принцип работы радиоаппаратуры управления.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
4	Основы электричества. Физика электрооборудования БВС.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
5	Полётный контроллер. Контроллеры двигателей.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
6	Основы электромагнетизма. Типы двигателей. Бесколлекторные моторы.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
7	Аккумуляторы БВС.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
8	Аэродинамика полета. Пропеллер.	Семинар	2т	Каб. № 23	тестирование
II. Конструирование БВС – 10 ч: 6т+4п					
9	Расчёт коптера. Выбор мотора и пропеллера.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
10	Расчет коптера. Вес, энерговооружённость, аккумулятор, время полёта.	Семинар, практическое занятие	1т+1п	Каб. № 23	Практическая работа

11	Основы 3D-печати. Практикум – изменение конструкции рамы коптера.	Семинар , практическое занятие	1т+1п	Каб. № 23	Практическая работа
12	Создание модели для БВС печати с использованием САПР.	Семинар , практическое занятие	1т+1п	Каб. № 23	Практическая работа
13	Теория пайки.	Семинар , практическое занятие	1т+1п	Каб. № 19	тестирование
III. Сборка и настройка коптера – 12 ч: 2т+10п					
14	Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету. Техника безопасности при пайке и работе с Li-Po аккумуляторами. Проверка комплектующих набора, сборка рамы.	Семинар , практическое занятие	1т+1п	Каб. № 19	Опрос, наблюдение
15	Пайка регуляторов к моторам и плате питания. Установка элементов на раму.	Семинар , практическое занятие	1т+1п	Каб. № 19	Практическая работа
16	Установка аппаратуры управления. Проверка моторов.	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
17	Установка полетного контроллера. Настройка полетного контроллера.	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
18	Окончательный монтаж элементов коптера.	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
19	Окончательный монтаж элементов коптера.	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
IV. Визуальное пилотирование – 16 ч: 4т+12п					

20	Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Пилотские процедуры. Чеклисты. Повторение ТБ.	Семинар , практич еское занятие	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюд ение
21	Экзамен по технике безопасности. Прохождение чеклиста по подготовке.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюд ение
22	Полёты на коптере. Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево— вправо. Посадка. Полёты на коптере. Полёт по кругу хвостом к себе.	Практич еское занятие	2п	Каб. № 9	Практи ческая работа
23	Полёты на коптере. Висение боком к себе. Полет взад-вперед и влево-вправо боком к себе.	Практич еское занятие	2п	Каб. № 9	Практи ческая работа
24	Полёты на коптере. Полёт боком к себе влево-вправо по одной линии с разворотом.	Практич еское занятие	2п	Каб. № 9	Практи ческая работа
25	Полёт лицом к себе. Висение. Вперед-назад, влево-вправо лицом к себе.	Практич еское занятие	2п	Каб. № 9	Практи ческая работа
26	Закрепление приобретенных навыков на большой высоте. Полёт по кругу носом вперед. Восьмёрка носом вперёд	Практич еское занятие	2п	Каб. № 9	Практи ческая работа
27	Закрепление навыков. Полёты в необычных местах.	Практич еское занятие	2п	Каб. № 9	Практи ческая работа
V. Радиоэлектроника и программирование – 16 ч: 10т+6п					
28	Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем.	Семинар	2т	Каб. № 19	Опрос, наблюд ение

29	Практикум «Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем».	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
30	Аналоговые и цифровые сигналы. Принципы работы с лабораторным измерительным оборудованием.	Семинар	2т	Каб. № 19	Опрос, наблюдение
31	Аналоговые и цифровые сигналы. Принципы работы с лабораторным измерительным оборудованием.	Семинар	2т	Каб. № 19	Опрос, наблюдение
32	Практикум «Исследование электрических сигналов с помощью лабораторного оборудования».	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
33	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров.	Семинар	2т	Каб. № 19	Опрос, наблюдение
34	Коммуникация между полетным контроллером ЛА и дополнительным бортовым микроконтроллером. Передача телеметрии и управляющих команд	Семинар	2т	Каб. № 19	Опрос, наблюдение
35	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров».	Практическое занятие	2п	Каб. № 19	Практическая работа
VI. Пилотирование от первого лица (FPV)– 26 ч: 6т+20п					
36	Теория FPV полётов. Аналоговая и цифровая видеотрансляция.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
37	Применяемые камеры, радиопередатчики и приёмники. Оборудование передачи видео и OSD.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
38	Полётное задание и теория FPV пилотирования.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение

39	Практикум - подготовка и настройка видеооборудования.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
40	Контрольные упражнения. Полёт по маршруту.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
41	Контрольные упражнения. Полёт по маршруту.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
42	Установка элементов дистанции и полет по дистанции.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
43	Полёт по дистанции.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
44	Отработка практических заданий.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
45	Отработка практических заданий.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
46	Отработка практических заданий.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
47	Отработка практических заданий.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
48	Отработка практических заданий.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
VII. Автономные беспилотные системы– 48 ч: 18т+30п					
49	История автономных полётов. Развитие автопилотов в авиации.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
50	Техника безопасности при электромонтаже.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
51	Основы программирования на языке Python.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
52	Основы программирования на языке Python.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение

53	Знакомство с компьютером RaspberryPi 3.	Практическое занятие	2п	Каб. № 23	Практическая работа
54	Знакомство с компьютером RaspberryPi 3.	Практическое занятие	2п	Каб. № 23	Практическая работа
55	Системы автоматического управления с контуром обратной связи.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
56	Практикум «Программирование бортового компьютера» Лётные испытания БВС с бортовым компьютером	Практическое занятие	2п	Каб. № 23	Практическая работа
57	Практикум «Программирование бортового компьютера» Лётные испытания БВС с бортовым компьютером	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
58	Практикум «Программирование бортового компьютера» Лётные испытания БВС с бортовым компьютером	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
59	Промежуточная аттестация.	Тестирование		Каб. № 23	Тестирование, выполнение практического задания
60	ПИД-регуляторы. Использование барометрического датчика для удержания высоты.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
61	Практикум “ПИД-регуляторы. Стабилизация БВС по высоте с помощью барометрического датчика”. Лётные испытания БВС с системой стабилизации по	Практическое занятие	2п	Каб. № 23	Практическая работа

	высоте. Лётные испытания БВС с системой предотвращения столкновений.				
62	Практикум“ПИД-регуляторы. Стабилизация БВС по высоте с помощью барометрического датчика”. Лётные испытания БВС с системой стабилизации по высоте. Лётные испытания БВС с системой предотвращения столкновений.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
63	Практикум“ПИД-регуляторы. Стабилизация БВС по высоте с помощью барометрического датчика”. Лётные испытания БВС с системой стабилизации по высоте. Лётные испытания БВС с системой предотвращения столкновений.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
64	Способы предотвращения столкновений БВС с препятствиями. Методы определения расстояния до препятствий. Принцип функционирования ультразвукового сонара И работа с ним.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
65	Практикум “Конструирование и программирование системы предотвращения столкновений с использованием ультразвуковых сонаров.	Практическое занятие	2п	Каб. № 23	Практическая работа
66	Практикум “Конструирование и программирование системы предотвращения	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа

	столкновений с использованием ультразвуковых соннаров.				
67	Практикум “Конструирование и программирование системы предотвращения столкновений с использованием ультразвуковых соннаров.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
68	Основы компьютерного зрения. Построение 3D-моделей с помощью специализированного ПО.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
69	Использование дронов для фотограмметрии.	Семинар	2т	Каб. № 23	Опрос, наблюдение
70	Распознавание маркеров и применение компьютерного зрения на БВС.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
71	Распознавание маркеров и применение компьютерного зрения на БВС.	Практическое занятие	2п	Каб. № 9	Практическая работа
72	Распознавание маркеров и применение компьютерного зрения на БВС. Защита проекта ««Конструирование и летная эксплуатация БВС»»»	Практическое занятие, защита проекта	2п	Каб. № 9	Практическая работа
ИТОГО:		144 часа			