

Управление образования администрации города Ульяновска
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение города Ульяновска
«Губернаторский инженерный лицей №102»

Принята
на заседании педагогического совета
протокол № 9 от 24.05.2024г.

Утверждаю:
Директор лицея

_____ Ю.В. Пудова
Приказ № 412 от 24.05.2024 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

«Беспилотные авиационные системы»

Техническая направленность

Уровень программы: продвинутый
Форма реализации программы: очная
Срок реализации: 1 год
Объем программы: 144 часа
Возраст обучающихся: 14-17 лет

Ульяновск, 2024г.

Содержание

1. Комплекс основных характеристик программы	3
1.1. Пояснительная записка	3
1.2. Цели и задачи	7
1.3. Планируемые результаты	7
1.4. Учебно-тематический план	9
1.5. Содержание учебно-тематического плана	11
2. Комплекс организационно-педагогических условий	
2.1. Календарный учебный график	15
2.2. Формы аттестации и оценочные материалы	21
2.3. Оценочные материалы	21
2.4. Методическое обеспечение программы	22
2.5. Условие реализации программы	24
2.6. Воспитательный компонент	35
3. Список литературы	38
Приложения	

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Беспилотные авиационные системы» (далее – Программа) реализуется в рамках регионального проекта, обеспечивающего достижение показателей и мероприятий (результатов) федерального проекта, входящего в состав национального проекта «Стимулирование спроса на отечественные беспилотные авиационные системы (Ульяновская область)» на территории Ульяновской области от 04.03.2024 № 020-2024-У4006-1.

Программа составлена в соответствии с социальным и экономическим запросом общества и реализует актуальные на сегодняшний день компетентностный, личностно-ориентированный и деятельностный подходы.

Нормативно-правовое обеспечение программы:

федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 2, ст. 15, ст.16, ст.17, ст.75, ст. 79);

распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу Распоряжения Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р» (вместе с «Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года»);

приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ»;

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

устав муниципального бюджетного образовательного учреждения города Ульяновска «Губернаторский инженерный лицей №102» (далее - МБОУ «Губернаторский инженерной лицей №102»);

положение о структуре, порядке разработки и утверждения дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ МБОУ «Губернаторский инженерной лицей №102»;

положение о проведении промежуточной и итоговой аттестации обучающихся МБОУ «Губернаторский инженерной лицей №102».

приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;

методические рекомендации от 20.03.2020 № б/н по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального

образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий;

методические рекомендации, утвержденные Первым заместителем Министра просвещения Российской Федерации от 15.02.2024 № АЗ-23/05вн «О создании и оснащении специализированных классов(кружков) на базе общеобразовательных организаций и центров практической подготовки на базе образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования, в целях реализации образовательных процессов в сфере разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем»;

распоряжением Министерства просвещения и воспитания Ульяновской области от 12.07.2023 года № 1397-р «О проведении независимой оценки качества дополнительных общеразвивающих программ».

Направленность (профиль): техническая. Программа направлена на получение и применение новых знаний для решения технологических, инженерных проблем, нацелена на создание условий для индивидуальной и групповой практической, проектной и исследовательской деятельности, формирование и развитие у детей способностей к восприятию технической информации и начальному уровню овладения техническими профессиями.

Уровень освоения программы: продвинутый. Программа предполагает углубленное изучение выбранной предметной области с освоением около профессиональных и профессиональных знаний, решение заданий продуктивного уровня в области проектирования, изготовления и программирования беспилотных авиационных систем. В процессе освоения Программы обучающиеся решают кейс-задачи по сборке беспилотных воздушных судов с различным назначением, итоговой аттестация проходит в форме защиты выполненного проекта. Обязательным условием реализации Программы является участие в областных, региональных и всероссийских конкурсных мероприятиях, олимпиадах, соревнованиях.

Актуальность программы

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных воздушных судов (далее – БВС) с дистанционным управлением и, в частности, мультикоптеров. В современном мире БВС широко используются для выполнения серьезных задач: фото- и видеосъемки, доставки небольших грузов, наблюдения и мониторинга различных объектов, процессов и явлений (в том числе наблюдения за труднодоступными объектами) и т.д. Технологии, лежащие в основе мультикоптеров, развиваются очень быстро и предполагают разработку современных аккумуляторов, навигационного оборудования, бортовых компьютеров.

БВС, как отдельная динамично развивающаяся отрасль, требует участия квалифицированных и увлеченных специалистов. В связи с этим актуальной задачей является подготовка специалистов в соответствии с профессиональными требованиями отрасли. При этом требуется постоянная актуализация знаний, приобретение новых компетенций, формирование нового

типа мышления. В этом смысле важную роль играет процесс изучения базовых основ существующих технологий еще в школьном возрасте, с ориентиром на самые перспективные способы и материалы.

Новизна программы заключается в гармоничном сочетании использования различных инструментов развития у обучающихся как soft-компетенций (применяются такие методы, как игропрактика, командная работа, соревнования) так и основных - hard-компетенций, что позволит сформировать у обучающихся целостную систему знаний, умений и навыков, которые позволят им понять основы устройства БВС, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БВС.

Отличительными особенностями программы являются:

- применение инновационной методики интегрированного обучения по темам и возможность применения полученных научно-технических знаний в реальной жизни;
- акцент на развитие навыков творческого мышления и создания уникальных проектов;
- применение метода ситуационного обучения и решения кейсов;
- интеграция в содержании достижений современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Программа разделена на разделы, в ходе которых обучающиеся проверяют полученные теоретические знания на практике и могут тут же получить ожидаемый результат. Современная техническая оснащенность, используемое оборудование и программное обеспечение дают возможность материализовать технические идеи в короткий срок.

На продвинутом уровне обучающиеся активно принимают участие в различных конкурсах: областных, региональных, всероссийских.

Профориентация: программа нацелена на профессиональную ориентацию и профессиональное самоопределение обучающихся, знакомит обучающихся с профессиями и востребованными специальностями, связанными с индустрией беспилотных авиационных систем (разработка, производство, управление, эксплуатация, обслуживание и применение БВС). Содержание программы направлено на мотивацию для возможного продолжения обучения в профессиональных образовательных организациях и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с БВС.

Педагогическая целесообразность программы заключается в том, что она направлена на развитие у ребенка интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяет кругозор и повышает общую образованность школьника. Занятия по программе дополняют знания по физике, аэродинамике, информатике, математике и т.д.

Адресат Программы – это обучающиеся в возрасте от 14 до 17 лет.

Выбор данной возрастной категории для освоения программы обуславливается психологическими особенностями детей среднего и старшего школьного возраста в восприятии материала, мотивации к учебной

деятельности, коммуникативной и аналитической деятельности, формированию мировоззрения.

Этот возраст называют подростковым. Это наиболее сложный, критический период в развитии личности ребенка. Главная особенность подросткового периода – резкие, качественные изменения, затрагивающие все стороны развития личности: стремление к общению со сверстниками и появление в поведении признаков, свидетельствующих о желании утвердить свою самостоятельность, независимость, личную автономию. Несмотря на это, этот возраст – самый благоприятный для творческого и профессионального развития. Он является наиболее интересным в процессе становления и развития личности. Именно в этот период молодой человек входит в противоречивую, часто плохо понимаемую жизнь взрослых, он как бы стоит на ее пороге, и именно от того, какие на данном этапе он приобретет навыки и умения, какими будут его социальные знания, зависят его дальнейшие шаги.

Зачисление на программу продвинутого уровня осуществляется по результатам входной диагностики, при соответствии уровня знаний и умений обучающихся заявленным требованиям.

Форма обучения и виды занятий: очная, с применением электронного обучения, возможно использование дистанционных образовательных технологий.

Занятия по программе включают теоретические и практические занятия. Раскрытие теоретических основ курса осуществляется в форме лекций, мастер-классов, проводимых педагогом. Практическая часть программы предусматривает групповую работу над учебным кейсом и индивидуальную работу обучающихся по индивидуальным заданиям с последующим представлением и анализом результатов работы на занятии. Основные виды практического занятия: учебно-исследовательская деятельность, выполнение тренировочных заданий, творческая практическая работа. Индивидуальные занятия возможны для ведения обучающимися самостоятельной исследовательской работы в выбранном направлении.

Объём программы: 144 учебных часа.

Срок освоения Программы: 1 учебный год.

Состав группы и режим занятий.

Состав группы является постоянным. Наполняемость группы в соответствии с санитарными правилами, в зависимости от наличия необходимого оборудования формируется в количестве 12-15 человек.

Режим занятий:

2 раза в неделю по 2 академических часа. Продолжительность одного академического часа – 45 минут, при электронном обучении или обучении с применением дистанционных технологий – 30 минут. Перерыв – 10 минут.

1.2. Цель и задачи

Цель программы – формирование компетентности обучающихся в области конструирования, программирования и управления беспилотных воздушных судов средствами проектно-исследовательской деятельности.

Задачи:

Образовательные:

углубить знания и представления о науках, занимающихся изучением физических процессов в летательных аппаратах;

углубить знания в области устройства автономно летающих роботов,

углубить и расширить навыки работы с микроконтроллерами и датчиками;

усовершенствовать базовые навыки пилотирования БПЛА;

продолжать работу по формированию у обучающихся устойчивых знаний в области моделирования, конструирования и программирования БВС.

Развивающие:

развивать навыки пилотирования БПЛА;

углубить навыки работы с информацией: поиск, отбор источников, анализ, выделение главного, синтез изученного, в том числе развивать умение читать информацию в знаковом виде: таблицы, диаграммы, графики и т.д

углубить навыки проведения научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;

развивать вариативное и образное мышление, умение творчески подходить к решению поставленной задачи;

Воспитательные:

формировать и поддерживать познавательный интерес, ответственное отношение к обучению, готовность к саморазвитию;

воспитывать социальные навыки, общую коммуникативную культуру, уважение к другому мнению;

воспитывать умение работать в команде; чувство коллективизма, взаимовыручку, взаимоподдержку;

формировать и поддерживать адекватную самооценку;

воспитывать личность с активной жизненной и гражданской позицией, патриотизм, уважение к достижениям российской науки.

формировать и поддерживать мотивацию к дальнейшему профессиональному развитию и самореализации в области технических профессий, связанных с БВС.

1.3. Планируемые результаты

Метапредметные результаты освоения программы:

сформированы исследовательские умения, доступные на предпрофессиональном уровне;

сформирована адекватная самооценка, развито умение принятия решений

и осуществления задуманного, развито владение основами самоконтроля;

развито умение строить обобщения, устанавливать аналоги, классифицировать, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

сформированы навыки самостоятельного планирования и организации своей учебной деятельности, что включает в себя умения чётко воспринимать задачи, ставить цели и планировать личную учебную деятельность, оценивать собственный вклад в деятельность группы, проводить самооценку уровня личных учебных достижений;

сформированы навыки работы с информацией: поиск и отбора источников информации в соответствии с учебной задачей, а также понимание информации, представленной в различной знаковой форме – в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков и др;

развиты коммуникативные умения, овладение опытом межличностной коммуникации, корректное ведение диалога и участие в дискуссии, а также участие в работе группы в соответствии с обозначенной ролью.

Личностные:

сформировано ответственное отношение к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;

сформировано мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики;

формирование личности с активной жизненной позицией, развитие осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам;

формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

формирование мотивации к дальнейшему профессиональному развитию в области технических профессий, технического творчества.

Предметные результаты:

освоить базовые знания в области наук, занимающихся изучением физических процессов, на основе которых строится разработка БВС;

знать инструментарий и развить навыки владения инструментами в процессе изготовления беспилотных транспортных средств при работе с БВС, 3Д-принтером, уметь правильно выбирать программное обеспечение для решения конкретных задач;

уверенно знать устройство БВС различного назначения;

сформированы устойчивые знания в области моделирования, конструирования, программирования БВС различного назначения;

сформированы представления о взаимодействии между человеком и техникой, как важнейшем элементе культурного опыта человечества;

1.4. Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации
		Теория	Практика	Всего часов	
1	Введение в БВС	6		6	
1.1.	Инструктаж по технике безопасности. Проведение входящей диагностики	2		2	Беседа
1.2.	Введение в историю БВС. Типы БВС	2		2	Викторина
1.3.	Теоретические основы БВС	2		2	Устный опрос
2.	Сборка беспилотных авиационных систем	2	8	10	
2.1.	Знакомство с оборудованием. Обзор Программы	2		2	Практическая работа, устный опрос
2.2.	Сборка БВС мультироторного типа (квадрокоптер)		8	8	Практическая работа, устный опрос
3.	Пилотирование	2	8	10	
3.1.	Изучение способов управления БВС	2		2	Практическая работа, устный опрос
3.2.	Выполнение упражнений по пилотированию квадрокоптера		4	4	Практическая работа, устный опрос
3.3.	Выполнение упражнений по управлению квадрокоптером		4	4	Практическая работа, устный опрос
4.	Программирование	2	10	12	
4.1.	Основы программирования БВС	2		2	Практическая работа, устный опрос
4.2.	Основные алгоритмы программирования БВС		2	2	Практическая работа, устный опрос
4.3.	Создание автономных программ.		4	4	Практическая работа, устный опрос, зачет
4.4.	Отработка программ в системе		4	4	Практическая работа, устный опрос

	позирования в помещении				
5.	Ремонт БВС	2	8	10	
5.1.	Работа с 3Д-принтером	2	2	4	Практическая работа, устный опрос
5.2.	Типичные поломки БВС и алгоритмы устранения		2	2	Практическая работа, устный опрос
5.2	Электромонтажные работы		4	4	Практическая работа, устный опрос
6.	Решение кейс-задач	2	10	12	
6.1.	Обсуждение кейс-заданий для самостоятельной работы	2		2	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
6.2.	Работа над проектом		4	4	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
6.3.	Защита проекта, демонстрационные полеты		2	2	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
6.4.	Решение кейс-задач в рамках разработанного проекта		4	4	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
7.	Участие в олимпиадах, том числе Интеллектуальной олимпиаде школьников Поволжского Федерального округа (трек «Конструирование и программирование БВС»)	24	48	72	
7.1.	Интеллектуальная олимпиада школьников ПФО: регламент, треки, требования.	4	2	6	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
7.2.	Подготовка БВС в соответствии с техническим характеристикам БВС для участия в	4	6	10	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач

	олимпиаде.				
7.3.	Трасса для соревнований		4	4	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
7.4.	Тренировочные полеты.	4	20	24	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
7.5.	Участие в муниципальном этапе олимпиады	4	4	8	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
7.6.	Участие в региональном этапе олимпиады.	4	4	8	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
7.7.	Участие в заключительном этапе олимпиады.	4	4	8	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
8.	Соревнования БВС	2	6	8	
8.1.	Правила проведения соревнований. Индивидуальное и командное участие	2		2	опрос
8.2.	Подготовка БВС к соревнованию и обслуживание во время соревнований		2	2	опрос
8.3.	Участие в соревнованиях		4	4	Соревнования
9.	Итоговый контроль	4		4	Защита проекта/исследовательской работы
	ИТОГО:	46	58	144	

1.5. Содержание учебно-тематического плана

Раздел 1. Введение в БПЛА

Теория.

Основы правил техники безопасности и охраны труда при работе с БПЛА и оборудованием, используемым на занятиях. Определение уровня подготовки обучающихся к освоению Программы. Принципы проектирования и строения мультикоптеров. Типы беспилотных летательных аппаратов. История развития квадрокоптеров. Основы электричества. Детали и узлы квадрокоптера: аккумулятор, бесколлекторные двигатели, полетный контроллер, приемник, регулятор скорости, винты.

Практика:

Командная игра «Знакомство». Анкетирование обучающихся. Подведение итогов. Проверка знаний по изученному разделу. Тест. Викторина.

Форма контроля устный опрос, викторина.

Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем

Теория:

Понятие техники, механизма, сборочной единицы. Разъемные и неразъемные соединения. Правила и приемы монтажа изделий из наборов квадрокоптера. Техника безопасности при работе с квадрокоптерами. Аэродинамика.

Практика:

Сборка корпуса квадрокоптера. Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Установка пропеллеров. Настройка функций удержания высоты и курса. Подключение пульта управления к приемнику. Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно. Настройка пульта управления через сенсорную панель.

Форма контроля: практическая работа, устный опрос

Раздел 3. Пилотирование

Теория:

Виртуальный симулятор. Интерфейс. Основы работы в программе. Анализ полетов и ошибок пилотирования. Техническое обслуживание квадрокоптера. Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Предполетные процедуры.

Практика:

Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе. Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульта управления. Взлет на малую высоту. Зависание. Удержание заданной высоты в ручном режиме. Полет на малой высоте по траектории. Полет с использованием функций удержания высоты и курса. Прохождение чек-листа по подготовке. 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. Полёт по кругу носом вперед. Восьмёрка носом вперед. Викторина «Крестики-нолики». Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса.

Форма контроля: практическая работа, устный опрос

Раздел 4. Программирование

Теория:

Введение в программирование. Понятие программирования. Основы работы за компьютером. Языки программирования и их классификации. Обзор языков программирования высокого уровня и программной среды. Скриптовый язык программирования. Синтаксис. Теоретические основы системы позиционирования.

Практика:

Создание программ. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ). Компиляция. Создание первых программ. Взлет. Полет в точку. Мигание светодиодов. Создание программы «Движение по квадрату». Создание программы «Полет по траектории». Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль. Первый запуск автономной программы. Полет с граничными условиями. Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме.

Форма контроля: практическая работа, устный опрос, зачет.

Раздел 5. Ремонт БПЛА

Теория:

Введение в работу с 3D-принтером. Техника безопасности при работе с 3D-принтером. Создание 3D-модели: программирование 3D-принтера.

Практика:

Изготовление винтов и отдельных элементов квадрокоптеров.

Форма контроля: практическая работа, устный опрос

Раздел 6. Решение кейс-задач

Теория:

Основы проектной деятельности. Основы работы в команде: правила обсуждения, распределение ролей, организация взаимодействия между членами команды. Кейс-задание: постановка задачи, сроки реализации, контроль и анализ выполненной работы. Правила презентации проекта.

Практика:

Образование команд. Работа над проектом. Защита проекта. Демонстрация выполненного задания – полеты квадрокоптера с выполнением заданных элементов.

Форма контроля: Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач

Раздел 7. Участие в олимпиадах, том числе Интеллектуальной олимпиаде школьников Поволжского Федерального округа (трек «Конструирование и программирование»)

Теория:

Интеллектуальная олимпиада школьников ПФО: регламент, треки, требования. Подготовка БПЛА в соответствии с техническими характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде. Трасса для соревнований. Последовательность работы с аппаратурой, ТБ при полетах, особенности управления с FPV очками.

Тренировочные полеты. Знакомство с Положениями о проведении олимпиад
Изучение возможных направлений для участия и требований к участникам.

Практика:

Интеллектуальная олимпиада школьников ПФО: регламент, треки, требования. Подготовка БПЛА в соответствии с техническими характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде. Трасса для соревнований. Последовательность работы с аппаратурой, ТБ при полетах, особенности управления с FPV очками. Тренировочные полеты. Разработка плана-графика подготовки команд к участию в муниципальном, региональном и заключительном этапах.

Форма контроля: Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач

Раздел 8. Соревнования БПЛА

Теория:

Изучение положений о соревнованиях: правила проведения и критерии оценки. Анализ выступления на соревнованиях.

Практика:

Подготовка и участие в соревнованиях.

Форма контроля: опрос, соревнования

Раздел 9. Итоговое занятие

Теория: подведение итогов.

Практика: защита проекта

Форма контроля: защита проекта.

2. Комплекс организационно-педагогических условий

2.1. Календарный учебный график

Место проведения:

Время проведения занятий:

Изменения расписания занятий:

№ п/п	Месяц	Число	Тема занятий	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
	сентябрь		Раздел 1. Введение в БВС			
1			Инструктаж по технике безопасности. Проведение входящей диагностики	2	Комбинированное занятие	устный опрос
2			Введение в историю БВС. Типы БВС	2	Комбинированное занятие	викторина
3			Теоретические основы БВС	2	Комбинированное занятие	устный опрос
			Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем			
4			Знакомство с оборудованием. Обзор Программы	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
5			Особенности сборки БВС различных видов: беспилотная авиационная система (далее – БАС) мультироторного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с двигателем внутреннего сгорания;	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
6			Особенности сборки БВС различных видов: беспилотная авиационная система (далее – БАС) мультироторного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с вариативными целевыми нагрузками; БАС самолетного типа с двигателем внутреннего сгорания;	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
7			Особенности сборки БВС различных видов: я; видеокоптер для мониторинга и тепловизионной съемки в режиме реального времени; спортивный квадрокоптер	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
8	октябрь		Особенности сборки БВС различных видов: я;	2	Комбинированное занятие	

		видеокоптер для мониторинга и тепловизионной съемки в режиме реального времени; спортивный квадрокоптер			
Раздел 3. Пилотирование					
9		Изучение способов управления БВС.	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
10		Выполнение упражнений по пилотированию квадрокоптера	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
11		Выполнение упражнений по пилотированию квадрокоптера	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
12		Выполнение упражнений по управлению квадрокоптером	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
13		Выполнение упражнений по управлению квадрокоптером	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
Раздел 4. Программирование					
14		Основы программирования БВС	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
15		Основные алгоритмы программирования БВС	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
16	ноябрь	Создание автономных программ	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
17		Создание автономных программ	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
18		Отработка программ в системе позирования в помещении	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
19		Отработка программ в системе позирования в помещении	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
Раздел 5. Ремонт БВС					
20		Работа с 3Д-принтером.	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
21		Работа с 3Д-принтером.	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
22		Типичные поломки БВС и алгоритмы устранения	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
23		Электромонтажные работы	2	Комбинированное занятие	Практическая работа.

						Устный опрос
24	декабрь		Электромонтажные работы	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
Раздел 6. Решение кейс-задач						
25			Обсуждение кейс-заданий для самостоятельной работы. Работа над проектом	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
26			Работа над проектом	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
27			Работа над проектом	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
28			демонстрационные полеты	2	Практическое занятие	Практическая работа. Устный опрос
29			Решение кейс-задач в рамках разработанного проекта	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
30			Решение кейс-задач в рамках разработанного проекта Промежуточная аттестация	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
Раздел 7. Участие в олимпиадах, том числе Интеллектуальной олимпиаде школьников Поволжского Федерального округа (трек «Конструирование и программирование БПЛА»)						
31			Интеллектуальная олимпиада школьников ПФО: регламент, треки, требования.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
32	январь		Интеллектуальная олимпиада школьников ПФО: регламент, треки, требования.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
33			Интеллектуальная олимпиада школьников ПФО: регламент, треки, требования.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
34			Подготовка БПЛА в соответствии с техническими характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
35			Подготовка БПЛА в соответствии с техническими характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение

						проблемных задач
36			Подготовка БПЛА в соответствии с техническим характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
37	февраль		Подготовка БПЛА в соответствии с техническим характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
38			Подготовка БПЛА в соответствии с техническим характеристикам БПЛА для участия в олимпиаде.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
39			Трасса для соревнований	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
40			Трасса для соревнований	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
41			Изучение правил и положений соревнований по радиоуправляемым квадрокоптерам.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
42			Изучение правил и положений соревнований по радиоуправляемым квадрокоптерам.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
43			Изучение правил и положений соревнований по радиоуправляемым квадрокоптерам.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
44			Последовательность работы с аппаратурой, ТБ при полетах, особенности управления с FPV очками.	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
45	март		Последовательность работы с аппаратурой, ТБ при полетах, особенности управления с FPV очками	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
46			Последовательность работы с аппаратурой, ТБ при полетах, особенности управления с FPV очками	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
47			правила управления моделью	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач

48			правила управления моделью	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
49			правила управления моделью	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
50			тренировочные запуски радиоуправляемой модели автомашины	2	Практическое занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
51			тренировочные запуски радиоуправляемой модели автомашины	2	Практическое занятие	Практическая работа. Устный опрос
52			Тренировочные полеты	2	Практическое занятие	Практическая работа. Устный опрос
53	апрель		Тренировочные полеты	2	Практическое занятие	Практическая работа. Устный опрос
54			Тренировочные полеты	2	Комбинированное занятие	Практическая работа. Устный опрос
55			Участие в региональном этапе олимпиады Знакомство с Положениями. Изучение возможных направлений для участия и требований к участникам.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
56			Разработка плана-графика подготовки команд к участию в муниципальном этапе.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
57			Участие в муниципальном этапе олимпиады	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
58			Участие в муниципальном этапе олимпиады	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
59			Участие в региональном этапе олимпиады Знакомство с Положениями. Изучение возможных направлений для участия и требований к участникам.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
60			Разработка плана-графика подготовки команд к участию в региональном этапе.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач

61	май		Участие в региональном этапе олимпиады.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
62			Участие в региональном этапе олимпиады.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
63			Участие в заключительном этапе олимпиады Знакомство с Положениями. Изучение возможных направлений	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
64			Разработка плана-графика подготовки команд к участию в заключительном этапе.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
65			Участие в заключительном этапе олимпиады	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
66			Участие в заключительном этапе олимпиады.	2	Комбинированное занятие	Наблюдение, анализ, беседа, решение проблемных задач
Раздел 7. Соревнования БВС						
67			Правила проведения соревнований. Индивидуальное и командное участие. Подготовка БВС к соревнованию и обслуживание во время соревнований	2	Комбинированное занятие	опрос
68			Подготовка БВС к соревнованию и обслуживание во время соревнований	2	Комбинированное занятие	опрос
69			Участие в соревнованиях	2	Практическое занятие	соревнования
70			Участие в соревнованиях	2	Практическое занятие	соревнования
71			Итоговое занятие	2	Практическое занятие	Защита проекта/исследовательской работы
72			Итоговое занятие	2	Практическое занятие	Защита проекта/исследовательской работы
			Итого	144		

2.2. Формы аттестации

Процесс обучения по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе предусматривает следующие формы контроля:

1. Входная диагностика проводится перед началом обучения и предназначена для выявления уровня подготовленности детей к усвоению программы: определения уровня имеющихся знаний, умений, а так же стремлений и наклонностей детей. Проходит в форме тестирования и собеседования. Зачисление на программу продвинутого уровня проходит только при соответствии уровня теоретических знаний и практических умений и навыков обучающихся требованиям программы.

2. Промежуточная аттестация проводится по завершении полугодия с целью отслеживания результатов обучающихся в форме зачёта. Зачёт включает в себя проверку теоретических знаний - тестирование и практических умений (выполнение практических заданий)

3. Итоговая аттестация проводится после завершения всей учебной программы в форме защиты проекта или исследовательской работы. В итоговой аттестации так же учитывается участие обучающегося в соревнованиях, олимпиадах, конкурсах и.т.д.

При результативном участии в олимпиадах, соревнованиях регионального и всероссийского уровней, обучающийся может быть освобождён от итоговой аттестации.

Для отслеживания результативности реализации образовательной программы возможно использование систем мониторингового сопровождения образовательного процесса, определяющие основные формируемые у детей посредством реализации программы компетентностей: предметных, социальных и коммуникативных.

4. Текущий контроль осуществляется на каждом занятии в форме выполнения практических работ, устного опроса, наблюдения, анализа, беседы, решения проблемных задач.

2.3. Оценочные материалы

В процессе обучения педагогом заполняется информационная карта освоения обучающимися Программы, которая позволяет отслеживать результаты каждого обучающегося (Приложение 1)

Общая оценка усвоения обучающимися Программы складывается из двух частей: теоретической и практической.

Теоретическая часть: оценивается выполнением теста (Приложение 2)

Практическая часть: выполнение практических заданий, защита проекта.

Оценка практической части: созданный проект оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки	Баллы
Оформление	1
Оригинальность	2

Сложность	2
Самостоятельность	2
100% завершённость проекта	1

-высокий уровень: от 6 до 8 баллов

-средний уровень: от 4 до 5 баллов

-низкий уровень: от 0 до 3 баллов.

Критерии оценки уровня **теоретической подготовки** обучающихся:

- высокий уровень – обучающийся освоил практически весь объём знаний (75% - 100%), предусмотренных программой за конкретный период, употребляет профессиональные термины осознанно и в полном соответствии с их содержанием;

- средний уровень – у обучающегося объём усвоенных знаний составляет от 50% до 74%; обучающийся сочетает профессиональную терминологию с бытовой;

- низкий уровень – обучающийся овладел менее чем 50% объёма знаний, предусмотренных дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой, избегает употреблять профессиональные термины.

Критерии оценки уровня **практической подготовки** обучающихся:

- высокий уровень – обучающийся овладел умениями, предусмотренными программой за конкретный период, на уровень 75%-100%, работает с профессиональным оборудованием самостоятельно, не испытывает особых трудностей, использует творческий подход при выполнении практических заданий;

- средний уровень – объём усвоенных умений обучающегося составляет от 50% до 74%; обучающийся работает с оборудованием при помощи педагога, выполняет практические задания на основе образца;

- низкий уровень – обучающийся овладел менее чем 50% умений, предусмотренных дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой, испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием, в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания.

Критерии оценки **достижений** обучающихся:

- высокий уровень – обучающийся является победителем или призёром конкурсных мероприятий международного, федерального, регионального уровней;

- средний уровень – обучающийся является участником конкурсных мероприятий федерального, регионального уровней, победителем или призёром конкурсных мероприятий муниципального уровня;

- низкий уровень – обучающийся является участником конкурсных мероприятий муниципального уровня.

2.4. Методические обеспечение программы

Методическое обеспечение Программы включает в себя:

- дидактические принципы и методы;

- техническое оснащение;
- организационные формы работы.

К работе обучающиеся приступают после проведения соответствующего инструктажа по правилам техники безопасной работы, объявления темы занятия, плана работы.

Методика реализации Программы предполагает:

увлекательность подачи и доступность восприятия обучающимися теоретического материала, находящегося в непосредственной связи с выполнением практического задания, способствует наиболее эффективному усвоению программы;

комфортность творческой атмосферы на всех занятиях – необходимое условие для возникновения отношений сотрудничества между педагогом и обучающимся при решении общих задач и, в частности, выступлениях на соревнованиях;

реализацию творческого потенциала, самореализацию обучающихся – для этого необходимо, чтобы с первых же занятий педагог формировал ощущение психологического комфорта.

Программа реализуется на основе следующих принципов:

принцип систематичности и последовательности, требующий логической последовательности в изложении материала и освоении навыков;

принцип доступности, заключающийся в необходимой простоте изложения материала в соответствии с возрастом обучающихся;

принцип преодоления трудностей, предусматривающий, что обучающее задание должно быть ориентировано на зоны ближайшего развития обучающихся;

принцип сознательности и активности, основанный на свободном выборе ребенка направления своей работы.

Методические материалы:

Для организации занятия в образовательном процессе используются:

словесный метод (устное изложение, опрос и др.);

наглядный метод (показ видеоматериалов, иллюстраций, работа по образцу и др.);

практический метод (решение поставленных задач, практические работы и др.).

Для диагностики успешности освоения учебной программы используются:

метод наблюдения;

метод анализа продуктов образовательной деятельности обучающегося.

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала педагог может использовать наглядные пособия следующих видов:

схематический или символический (таблицы, схемы, рисунки, графики, диаграммы);

картинный (иллюстрации, слайды, фотоматериалы и др.);

дидактические пособия (раздаточный материал, вопросы и задания для устного или письменного опроса, тесты, практические задания, упражнения); учебные и методические пособия (учебники, учебно-методические пособия, пособия для самостоятельной работы, сборники упражнений и др.).

2.5. Условия реализации программы

Кадровое обеспечение программы

Реализацию Программы осуществляет педагог дополнительного образования, имеющий высшее образование, курсы повышения квалификации / переподготовки по организации образовательного процесса с обучающимися с использованием БВС, таких как «Практическая подготовка педагогических работников в сфере разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем».

Для проведения занятий используется помещения, соответствующий типовым требованиям к техническому обеспечению специализированных классов (кружков) реализующие ДООП.

Типовые требования к зонированию и техническому обеспечению специализированных классов (кружков)

№ п/п	Зонирование	Технические требования
1.	Помещения для проведения аудиторных и практических занятий	1. Вентилируемое помещение общей площадью на менее 100-120 м ² 2. Проводной интернет, со скоростью не менее 100 Мбит/с
1.1.	Рабочая зона со столами, оборудованная персональными компьютерами	1. Площадь рабочего места на одного учащегося не менее 6 м ² 2. Электричество на каждое рабочее место – 220 Вольт (не менее 2 кВт) 3. Проводной интернет, со скоростью не менее 100 Мбит/с
1.2.	Ремонтная станция и 3Д-печати	1. Площадь не менее 10 м ² 2. Электричество – 220 Вольт (не менее 2 кВт) 3. Проводной интернет, скоростью не менее 100Мбит/с
1.3.	Рабочее место преподавателя	1. Площадь не менее 6 м ² 2. Электричество – 220 Вольт (не менее 2 кВт) 3. Проводной интернет, скоростью не менее 100Мбит/с
1.4.	Малая полетная зона	1. Каркасно-сетчатый куб 3х3х3 м с демпфирующим покрытием/Частично огороженное сеткой пространство 9-30 м ² с демпфирующим покрытием
2.	Основная полетная зона	1. Общая площадь 100-300 м ² с демпфирующим покрытием. Высота

		потолка на менее 3-4 м. Между полетной зоной и проходом – барьерная зона не менее 1 м
--	--	---

Необходимое оборудование для проведения занятий

№ п/п	Наименование	Краткие (рамочные) технические характеристики	Количество	Единица измерения
1. Общая зона				
1.1.	Стеллаж	(ШхГхВ) не менее 2000х500х1400 мм, не менее 3-х полок, металлический	2	шт.
1.2.	Лестница стремянка	Рабочая высота, не менее 1,5 метра	2	шт.
1.3.	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	2	шт.
1.4.	Интерактивная панель	Диагональ не менее 65", разрешение не менее 3840х2160 (4K UHD), яркость не менее 350 кд/кв.м, контрастность не менее 1200:1 Lm	1	шт.
2. Малая полетная зона				
2.1.	Малая полетная зона для тестовых полетов в защищенном пространстве	Сетчатый куб не менее чем 3х3х3м или частично огороженное сеткой пространство не менее 9-30 м ² с демпфирующим покрытием	1	шт.
2.2.	Амортизирующие маты на пол малой полётной зоны	Набор матов для смягчения удара при падении коптеров. Количество матов в наборе должно соответствовать размерам малой полетной зоны. Маты должны быть с матовым антибликовым покрытием	1	шт.
2.3.	Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с БВС	Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену. Точность позиционирования – отклонение не более 2 см абсолютная, не более 1-3% от расстояния между маяками – относительная. • Питание: АКБ литий-полимерная емкость не менее 1000 мАч.	1	шт.
3. Основная полетная зона				
3.1.	Основная полетная зона	Общая площадь не менее 100-300 м ² , ограждение защитной сеткой (потолок, периметр, крепление нижнего края)	1	шт.
3.2.	Комплект трассы для полетов	Не менее 20 позиций с набором: ворота, кольцо, световой маркер, считывающий модуль, передатчик, блок питания для элементов: в соответствии с кол-во световых ворот, световых колец, световых маркеров, агисо-метока, взлетно-посадочные площадки флаг,	1	шт.

		система засечки.		
3.3.	Амортизирующие маты на пол основной полётной зоны	Набор матов для смягчения удара при падении коптеров. Количество матов в наборе должно соответствовать размерам основной полетной зоны. Маты должны быть с матовым антибликовым покрытием	1	шт.
3.4.	Система ультразвуковой навигации в помещении совместимая с БВС	Стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.); комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену. Точность позиционирования – отклонение не более 2 см абсолютная, не более 1-3% от расстояния между маяками – относительная. Питание: АКБ литий-полимерная емкость не менее 1000 мАч.	1	шт.
4. Ремонтная станция и зона 3D-печати				
4.1.	Стол рабочий монтажника радиоаппаратуры	(ШхГхВ) не менее 1200x700x805 мм	2	шт.
4.2.	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников	4	шт.
4.3.	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1300 x 740 x 730 мм	2	шт.
4.4.	3D принтер	область печати не менее 200×200×210 мм; толщина слоя не менее 0,01 мм и не более 0,5 мм; тип корпуса - закрытый; Габариты: не менее 300x300x350 мм. Масса не более 30 кг. Максимальная мощность не более 500 Вт	2	шт.
4.5.	Программное обеспечение для создания 3D моделей	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей.	2	шт.
4.6.	Программа для печати 3D принтера	Программное обеспечение для отправки их на печать на 3D принтер. Программное обеспечение должно быть совместимо с закупаемым 3D-принтером	2	шт.
4.7.	Паяльная станция с феном	Напряжение на входе: не менее 220 В ~ 50 Гц. Потребляемая мощность: не более 750 Вт. Диапазон настройки температуры паяльника: не менее 50°C и не более 600°C. Диапазон настройки температуры термофена: не менее 100°C и не более 600°C	2	шт.

		Объем воздушного потока: не более 150 л/мин.		
4.8.	Дымоуловитель (Дымопоглотитель) настольный	Напряжение и мощность: не менее 220-240В, 50 Гц. Потребляемая мощность: не менее 10 Вт. Производительность: не менее 0.1 м ³ /мин. Сменный фильтр	2	шт.
4.9.	Клеевой пистолет	Время нагрева до рабочей температуры не более 10 мин. Диаметр клея не менее 7 мм. Напряжение питания: 220 В или аккумулятор.	2	шт.
4.10.	Набор надфилей	Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский / полукруглый / круглый / треугольный / квадратный. Длина не менее 140 мм.	2	шт.
4.11.	Штангенциркуль	Диапазон измерений 0-150 мм; Шаг измерения не менее 0.1 мм; Погрешность измерения не менее ±0.02 мм	2	шт.
4.12.	Набор шарнирно-губцевого инструмента	длинногубцы для точных работ не менее 125 мм, бокорезы для точных работ не менее 115 мм., плоскогубцы для точных работ не менее 120 мм.	2	шт.
4.13.	Набор комбинированных ключей	Размер минимальный не более чем: 6 мм Размер максимальный не менее чем: 17 мм Не менее одного ключа размеров: 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17 мм	2	шт.
4.14.	Мультиметр	тип отображения - цифровой; измерение переменного напряжения не более 750 В; измерение постоянного напряжения не более 1000 В; измерение постоянного тока не более 10 А	2	шт.
4.15.	Оловоотсос	длина не менее 210 мм.	2	шт.
4.16.	Набор пинцетов	Количество в наборе не менее 6 шт; Формы: прямая, изогнутая	2	шт.
4.17.	Стриппер для зачистки проводов	Диаметр кабеля не менее 0.1 мм и не более 10 мм Сечение провода не менее 0.05 мм и не более 30 мм	2	шт.
4.18.	Держатель "Третья рука" с лупой	Количество зажимов: не менее 2, Кратность лупы: не менее 2.5	2	шт.
4.19.	Коврик для пайки	Силиконовый, термоустойчивый	2	шт.

4.20.	Прибор измерения напряжения батареи	Вход: 1-8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; измерение напряжения на банке не менее 0.5 В; диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В.	2	шт.
4.21.	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 5000 мм	2	шт.
4.22.	Зажим для моторов	Диапазон зажима не менее 15 мм. и не более 30 мм.	2	шт.
4.23.	Набор шестигранных ключей удлиненных	В комплекте не менее одно ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм	2	шт.
4.24.	Набор отверток для точных работ	Комплектация: не менее 6-ти отверток типов SL и PH. Материал: усиленная инструментальная сталь	2	шт.
4.25.	Торцевой ключ	Размер 6 мм. Длина не менее 150 мм	2	шт.
4.26.	Шуруповерт (Аккумуляторная отвертка) + набор бит	Напряжение не менее 3,6 В Тип питания: от аккумулятора Мах крутящий момент не менее 4 Нм Набор бит: не менее 5 бит, включая PH1, PH2, PZ1, PZ2, HEX	2	шт.
4.27.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	2	шт.
4.28.	Мышь компьютерная	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	2	шт.
4.29.	Ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера	Ремкомплект, совместимый с программируемым учебным набором квадрокоптера	20	шт.
4.30.	Ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера	Ремкомплект, совместимый с конструктором спортивного квадрокоптера	15	шт.
4.31.	Тумба для инструментов слесарная	(ШхГхВ) не менее 46х64х84 мм, не менее 3-х полок, металлический	2	шт.
4.32.	Совок и щётка	Пластик, щетина – полимерный ворс	1	шт.
5. Рабочее место учащегося				
5.1.	Программируемый	Тип: Квадрокоптер с возможностью	1	шт. (на 1

	учебный набор квадрокоптера	программирования и полета в рамках помещения. Продолжительность полета: не менее 10 минут Максимальная скорость полета: не менее 20 км/ч Масса квадрокоптера в сборе: не более 700 г Размеры: не менее 120 x 120 x 90 мм Камера: наличие Совместимость с системой ультразвуковой навигации в помещении: соответствие Возможность автономных полетов по Agiso меткам: наличие.		раб. место)
5.2.	Программируемый учебный квадрокоптер	Вес: не более 200г Размеры в сборе: не более 200×200 мм Продолжительность полета: не менее 5 минут Воздушная скорость: не более 20 км/ч	1	шт. (на 1 раб. место)
5.3.	Конструктор спортивного квадрокоптера	Набор комплектующих, необходимых для сборки спортивного квадрокоптера. Управление дроном с помощью пульта дистанционного управления и камеры. Скорость полета: не менее 65 км/ч Масса квадрокоптера: не более 500 г	1	шт. (на 1 раб. место)
5.4.	Дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров	Аккумуляторы, совместимые с программируемыми учебными наборами квадрокоптеров и (или) спортивными квадрокоптерами	4	шт. (на 1 раб. место)
5.5.	FPV видео-очки (видео-шлем)	FPV видео-очки, совместимые со спортивным квадрокоптером и программируемым учебным набором квадрокоптера Разрешение не менее 800x480; Угол обзора не менее 30°	1	шт. (на 1 раб. место)
5.6.	Клеевой пистолет	Время нагрева до рабочей температуры не более 10 мин. Диаметр клея не менее 7 мм. Напряжение питания: 220 В или аккумулятор.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.7.	Набор надфилей	Количество в наборе не менее 10 шт. Форма: плоский / полукруглый / круглый / треугольный / квадратный. Длина не менее 140 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.8.	Штангенциркуль	Диапазон измерений 0-150 мм Шаг измерения не менее 0.1 мм Погрешность измерения не менее ±0.02 мм	1	шт. (на 1 раб. место)

5.9.	Набор шарнирно-губцевого инструмента	длинногубцы для точных работ не менее 125 мм, бокоре́зы для точных работ не менее 115 мм., плоскогубцы для точных работ не менее 120 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.10.	Набор комбинированных ключей	Размер минимальный не более чем: 6 мм Размер максимальный не менее чем: 17 мм Не менее одного ключа размеров: 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.11.	Прибор измерения напряжения LiPo батареи	Вход: 1-8 S; тип батарей: LiPo/LiFe/Li-ion; диапазон измерений напряжения на банке: не менее 0.5 В; диапазон измерений напряжения всего блока не менее 3.7 В.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.12.	Рулетка измерительная	Предел измерений не менее 3000 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.13.	Зажим для моторов	Диапазон зажима не менее 15 мм. и не более 30 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.14.	Набор шестигранных ключей удлиненных	В комплекте не менее одно ключа каждого размера: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.15.	Набор отверток для точных работ	Комплектация: не менее 6-ти отверток типов SL и PH. Материал: усиленная инструментальная сталь	1	шт. (на 1 раб. место)
5.16.	Торцевой ключ	Размер 6 мм. Длина не менее 150 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.17.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	1	шт. (на 1 раб. место)
5.18.	Десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ)	Управление - подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиуправления. Уровни - не менее 5 карт; Многопользовательский режим - доступен. Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность использования БАС	1	шт. (на 1 раб. место)

		различных типов: мультироторный, самолетный или гибридный. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг. Возможность эмуляции погодных условий. Отображение статистики по полету пользователя. Возможность просмотра эталонного полета.		
5.19.	Фотограмметрическое программное обеспечение	Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и пост-обработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений	1	шт. (на 1 раб. место)
5.20.	Компьютерная мышь	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.21.	Симулятор для автономных полетов	Симулятор трехмерной робототехники с Открытым исходным кодом. Встроенные инструменты для работы с ROS. Встроенные инструменты для работы с OpenCV. Встроенные инструменты для написания программного кода автономного полета коптера. Встроенные инструменты для симуляции автономного полета по написанному коду. Встроенные инструменты для распознавания Agisoft-маркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО. Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов)	1	шт. (на 1 раб. место)
5.22.	Симулятор для ручных полетов	Управление: подключение пульта радиоуправления. Уровни: не менее 5 карт. Настройка и привязывание пульта управления: доступны. Многопользовательский режим: доступен. Возможность выбора дронов и изменения их настроек. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов)	1	шт. (на 1 раб. место)
5.23.	Программное обеспечение для трехмерного моделирования	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей.	1	шт. (на 1 раб. место)
5.24.	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья, без подлокотников	1	шт. (на 1 раб. место)

5.25.	Тумба для инструментов слесарная	(ШхГхВ) не менее 46х64х84 мм, не менее 3-х полок, металлический	1	шт. (на 1 раб. место)
5.26.	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1300 х 740 см х 730 мм	1	шт. (на 1 раб. место)
5.27.	Корзина мусорная	Не менее 10 литров	1	шт. (на 1 раб. место)
5.28.	Бестеневая лампа-лупа настольная	Бестеневая: да; источник света: светодиоды; регулировка яркости освещения: наличие; интенсивность светового потока: не менее 500 люмен; тип крепления: настольный с помощью струбицы; вид питания: от сети 220В; пантографический механизм: наличие; диаметр линзы: не менее 120 мм.	1	шт. (на 1 раб. место)
6. Рабочее место преподавателя/мастера производственного обучения				
6.1.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамети от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	1	шт.
6.2.	Пульт радиуправления	Пульт радиуправления для подключения к ноутбуку (или ПЭВМ). Подключение - по кабелю USB Type A или USB Type C. Количество каналов - не менее 6.	1	шт.
6.3.	Десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ)	Управление - подключение пульта управления. Наличие настройки и калибровки пульта радиуправления. Уровни - не менее 5 карт; Многопользовательский режим - доступен. Возможность выбора БАС и изменения его настройки. Возможность редактирования и создания карт. Возможность авторизации пользователя. Возможность использования БАС различных типов: мультироторный, самолетный или гибридный. Возможность использования БАС с массой до 30 кг и свыше 30 кг. Возможность эмуляции погодных условий. Трансляция параметров полета в режиме реального времени. Отображение статистики по полету пользователя.	1	шт.
6.4.	Фотограмметрическое программное обеспечение	Фотограмметрическое программное обеспечение, включающее в себя	1	шт.

	обеспечение	технологии машинного обучения для анализа и пост-обработки данных, включая и наземные геодезические измерения, что позволяет получать максимально точные результаты. Наличие функциональной возможности обработки геодезических измерений		
6.5.	Симулятор для автономных полетов	Симулятор трехмерной робототехники с Открытым исходным кодом. Встроенные инструменты для работы с ROS. Встроенные инструменты для работы с OpenCV. Встроенные инструменты для написания программного кода автономного полета коптера. Встроенные инструменты для симуляции автономного полета по написанному коду. Встроенные инструменты для распознавания Агисо-маркеров. Программное обеспечение симулятора должно быть включено в реестр отечественного ПО. Встроенные инструменты для программирования и симуляции работы светодиодной ленты. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов)	1	шт.
6.6.	Симулятор для ручных полетов	Управление: подключение пульта радиоуправления. Уровни: не менее 5 карт. Настройка и привязывание пульта управления: доступны. Многопользовательский режим: доступен. Возможность выбора дронов и изменения их настроек. Совместимость с комплектами учебных БПЛА (конструкторов)	1	шт.
6.7.	Программное обеспечение для создания 3D моделей	Программное обеспечение для создания трехмерных моделей.	1	шт.
6.8.	Компьютерная мышь	Интерфейс подключения USB Type-A. Общее количество кнопок не менее 3.	1	шт.
6.9.	Стол компьютерный	(ШхГхВ) не менее 1200x700x840 мм	2	шт.
6.10.	Рабочее кресло на колесах	С изменяемой высотой сиденья	1	шт.
6.11.	МФУ	размер не менее А4, цветная и черно-белая печать не менее 30 стр/мин, не менее 256 мб, LCD, Сетевой, двухсторонняя печать	1	шт.
6.12.	Бестеневая лампа настольная	Бестеневая: да; источник света: светодиоды; регулировка яркости освещения: наличие; интенсивность светового потока: не менее 500 люмен; тип крепления: настольный с помощью струбины; вид питания: от сети 220В;	1	шт.

		пантографический механизм: наличие; диаметр линзы: не менее 120 мм.		
--	--	--	--	--

Специализированный класс (кружок) может быть оснащен дополнительным оборудованием.

Вариативная часть / Дополнительное оборудование, возможное к использованию в образовательном процессе

№ п/п	Наименование	Краткие (рамочные) технические характеристики	Кол ичес тво	Единица измерения
1.	Стенд пилотирования БАС	Стенд пилотирования БАС с установленным БАС соответствующего типа	1	шт.
2.	VR шлем (шлем виртуальной реальности)	Тип – автономный. Общее разрешение – не менее 1920x1080. Объем оперативной памяти – не менее 8 Гб. Объем встроенной памяти – не менее 128 Гб. Поддержка беспроводных интерфейсов – Bluetooth, Wi-Fi. Питание – аккумулятор встроенный. Наличие разъема USB Type-C.	1	шт.
3.	Программное обеспечение для шлема виртуальной реальности	Это программное обеспечение для подготовки пилотов и операторов беспилотных авиационных систем (БАС) в шлемах виртуальной реальности. Возможность свободного полета на виртуальном БАС с выбором карты, трассы, БАС и погодных условий.	1	шт.
4.	Шуруповерт	Напряжение не менее 12В Тип питания: от аккумулятора Момент крутящий момент не менее 36 Нм Тип двигателя: бесщеточный	1	шт.
5.	Ноутбук (или ПЭВМ)	Комплектация не хуже, чем: многоядерный процессор (4 ядра) / RAM 16 GB DDR4 / SSD 512 Gb, дискретная видеокарта с объемом видеопамати от 8 ГБ, наличие портов HDMI и LAN. С предустановленной ОС и пакетом офисных программ. Ноутбуки должны быть включены в реестр российской радиоэлектронной продукции	1	шт.
6.	Смартфон	Экран не менее 6 дюйма; разрешение не более 3840 x 2160; аккумулятор не менее 4500 мАч; оперативная память не менее 4 ГБ.	1	шт.
7.	Коммутатор/Маршрутизатор	Количество LAN-портов: не менее 16 Базовая скорость передачи данных:10/100/1000 Мбит/с или выше	1	шт.
8.	Роутер	5g Wi-Fi роутер	1	шт.

Для соблюдения требований охраны труда техники безопасности в специализированном классе (кружке) должны находиться: аптечка, огнетушитель класса Д, огнеупорный сейф/сумка для безопасного хранения аккумуляторных батарей, кулер, а также халаты (100% хлопок, тип застежки – пуговицы), очки защитные (прозрачные, открытые, защита от мелких частиц), перчатки (ХБ с ПВХ) на 12 обучающихся и 1 педагога дополнительного образования.

2.6. Воспитательный компонент

Современный национальный воспитательный идеал в соответствии с Указом Президента РФ – это нравственный, творческий, компетентный гражданин России, осознающий ответственность за настоящее и будущее своей страны, опирающийся в своей жизнедеятельности на духовные и культурные традиции народов Российской Федерации.

Исходя из воспитательного идеала, а также основываясь на базовых для нашего общества ценностях (семья, труд, отечество, природа, мир, знания, культура, здоровье, человек), общая цель воспитания в программе – личностное развитие школьников, проявляющееся:

в усвоении знаний основных норм, которые общество выработало на основе этих ценностей;

в развитии позитивных, социально значимых отношений к общественным ценностям;

в приобретении ими соответствующего этим ценностям опыта поведения, опыта применения сформированных знаний и отношений на практике (т. е. в приобретении ими опыта осуществления социально значимых дел);

достижение личностных результатов освоения общеобразовательных программ.

Цель воспитательной работы: создание оптимальных условий для развития, саморазвития и самореализации личности обучающегося через техническое творчество.

Задачи воспитательной работы

формировать и поддерживать познавательный интерес, ответственное отношение к обучению, готовность к саморазвитию;

воспитывать социальные навыки, общую коммуникативную культуру, уважение к другому мнению;

воспитывать умение работать в команде; чувство коллективизма, взаимовыручку, взаимоподдержку;

формировать и поддерживать адекватную самооценку;

воспитывать личность с активной жизненной и гражданской позицией, патриотизм, уважение к достижениям российской науки.

формировать и поддерживать мотивацию к дальнейшему профессиональному развитию и самореализации в области технических профессий, связанных с БВС.

Приоритетные направления воспитательной деятельности

гражданско-патриотическое воспитание, воспитание положительного отношения к труду и творчеству, социокультурное воспитание, профориентация.

Формы воспитательной работы: беседа, дискуссия, викторина, соревнования, экскурсия, встреча.

Методы воспитательной работы: беседа, упражнение, создание воспитывающих ситуаций, игра, поощрение.

Планируемые результаты воспитательной работы:

сформировано ответственное отношение к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;

сформировано мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики;

формирование личности с активной жизненной позицией, развитие осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам;

формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, детьми старшего и младшего возраста, взрослыми в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

формирование мотивации к дальнейшему профессиональному развитию в области технических профессий, технического творчества.

Календарный план воспитательной и профориентационной работы

№ п/п	Название мероприятия	Задачи	Форма проведения	Сроки проведения
1	Соревнования, конкурсы	воспитание положительного отношения к труду и творчеству	Участие в конкурсах, соревнованиях	В течении всего срока обучения
2	День родного края в Ульяновской области	воспитание патриотических чувств, чувства гражданской идентичности, любви к родному краю и малой Родине	Беседа, спортивная игра	15 сентября
3	Выставка работ обучающихся	формирование положительного отношения к труду и творчеству	Занятие в форме спортивной игры, представление результатов проделанной работы, обсуждение	Декабрь
4	Экскурсия	профориентация	Экскурсия на производство	февраль
5/6	Встреча	Профориентация и формирование коммуникативной культуры	Встреча и общение с представителем профессии инженера/оператора БПА	Октябрь/ март

Воспитательный компонент программы реализуется в единстве учебной и воспитательной деятельности по основным направлениям воспитания, однако преобладающими являются трудовое воспитание и воспитание ценности научного познания - воспитание уважения к труду, результатам труда (своего и других людей), ориентация на получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе, достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности, воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного образования с учётом личностных интересов и общественных потребностей.

3. Список литературы

Литература для педагога

1. Белинская, Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета / Ю.С. Белинская. – Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. – №4. Режим доступа: <http://ainsnt.ru/doc/551872.html>
2. Гурьянов, А.Е. Моделирование управления квадрокоптером / А.Е. Гурьянов. – Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. – №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>
3. Канатников, А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев. – Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. – №3.
4. Касторский, В.Е. Основы аэродинамики и динамики полета / В.Е. Касторский. – Рига: Институт транспорта и связи, 2010. – 105 с. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf
5. Фоменко, А. Аэроквантум тулкит / А. Фоменко. – Москва: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 154 с.

Литература для обучающихся

1. Биард, Р.У., МакЛэйн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты / Р.У. Биард, Т.У. МакЛэйн. – Москва: Техносфера, 2018. – 312 с.
2. Килби, Т. Дроны с нуля / Т. Килби. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 192 с.
3. Подружин, Е.Г., Степанов В.М., Рябчиков П.Е. Конструирование и проектирование летательных аппаратов. Фюзеляж: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.Г. Подружин, В.М. Степанов, П.Е. Рябчиков. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 107 с.
4. Яценюков, В.С. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика / В.С. Яценюков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.

Литература для родителей

1. Биард, Р.У., МакЛэйн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты / Р.У. Биард, Т.У. МакЛэйн. – Москва: Техносфера, 2018. – 312 с.
2. Килби, Т. Дроны с нуля / Т. Килби. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 192 с.
3. Яценюков, В.С. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика / В.С. Яценюков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.

Интернет-источники

- 1) [База знаний — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 2) [Загрузки — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 3) [Методики и кейсы — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 4) [Программирование — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 5) [Дополнительные модули — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)
- 6) [Инструкции по эксплуатации — Документация Pioneer December update 2022 \(geoscan.aero\)](#)

**Информационная карта освоения обучающимися Программы
ФИ обучающегося _____**

Параметры результативности реализации Программы	Характеристика низкого уровня результативности	Оценка уровня результативности					Характеристика высокого уровня результативности
		1	2	3	4	5	
Опыт освоения теоретической информации (объем, прочность, глубина)	Информация не освоена						Информация освоена полностью в соответствии с задачами Программы
Опыт практической деятельности (степень освоение способов деятельности: умения и навыки)	Способы деятельности не освоены						Способы деятельности освоены полностью Способы деятельности
Опыт эмоционально-ценностных отношений (вклад в формирование личностных качеств обучающихся)	Отсутствует позитивный опыт эмоционально-ценностных отношений (проявление агрессии, защитных реакций, негативное, неадекватное поведение)						Приобретен полноценный, разнообразный, адекватный содержанию программы опыт эмоционально-ценностных отношений, способствующий развитию личностных качеств обучающихся
Опыт творчества	Освоены элементы репродуктивной имитационной деятельности						Приобретен опыт самостоятельной творческой деятельности (оригинальность, индивидуальность, качественная завершенность результата)
Опыт общения	Общение отсутствовало (ребенок закрыт для общения)						Приобретен опыт взаимодействия и сотрудничества в системах
Осознание ребенком актуальных	Рефлексия отсутствует						Актуальные достижения ребенком осознаны

<p>достижений. Фиксированный успех и впра ребенка в свои силы (позитивная «Я- концепция»)</p>						<p>и сформированы</p>
<p>Мотивация и осознание перспективы</p>	<p>Мотивация и осознание перспективы отсутствуют</p>					<p>Стремление ребенка к дальнейшему совершенствованию в данной области (у ребенка активизированы познавательные интересы и потребности)</p>

Общая оценка уровня результативности:

7-20 балла — программа в целом освоена на низком уровне;

21-28 баллов — программа в целом освоена на среднем уровне;

29-35 баллов — программа в целом освоена на высоком уровне.

**Тест по устройству и управлению БПЛА
(для входного контроля)**

1. Комплекс управления БПЛА состоит
- А) НКУ, БКУ;
 - Б) НКУ, БКУ, ГЛОНАСС;
 - В) пункта управления БПЛА, бортового оборудования, телеметрического оборудования;
 - Г) наземного пункта управления ГЛОНАСС.
2. Графическое управляющее программное обеспечение (ПО) осуществляет
- А) программирование маршрута и отображение параметров полёта;
 - Б) ручное управление БПЛА;
 - В) отображение полета на дисплее;
 - Г) командное управление полетом БПЛА.
3. Причина ошибок СНС со временем
- А) дрейф гироскопов;
 - Б) ошибки ГЛОНАСС;
 - В) ошибки автопилота;
 - Г) ошибки бортовой вычислительной машины.
4. Акселерометр – это
- А) устройство, анализирующее ускорение устройства в трех плоскостях (x, y, z);
 - Б) устройство, анализирующее скорость устройства в трех плоскостях (x, y, z);
 - В) устройство, стабилизации в трех плоскостях (x, y, z);
 - Г) устройство, анализирующее координаты БПЛА в трех плоскостях (x, y, z);
5. Для каких целей предназначен Bluetooth-модуль
- А) для передачи фото и видео файлов;
 - Б) для стабилизации полета дрона;
 - В) для определения координат дрона;
 - Г) для управления движением дрона.
6. Квадрокоптеры – это
- А) дроны, содержащие четыре пары лопастей;
 - Б) дроны;
 - В) научно-фантастическая трилогия Уильяма Гибсона;

Г) виртуальный мир.

7. Уоррен Мак-Каллок (1898-1969)

А) *нейрофизиолог;*

Б) теоретик искусственных нейронных сетей и один из отцов кибернетики;

В) создатель теории распознавания;

Г) создатель языка программирования Пролог.

8. First Person View (сокр. FPV)

А) одно из направлений радиоуправляемого авиамоделизма;

Б) приём с модели видеоизображения по дополнительному видеорадио каналу в режиме реального времени;

В) ручное управление дроном;

Г) оператор управления дроном.

9. Вычислитель БПЛА имеет следующие характеристики и особенности:
Производительность 400 MIPS. Что означает MIPS?

А) *величина, показывающая число миллионов инструкций, выполняемых процессором за одну секунду;*

Б) величина, показывающая число инструкций, выполняемых процессором за одну секунду;

В) величина, показывающая число инструкций, выполняемых процессором за одну минуту;

Г) количество операций в 1 секунду.

10. Что такое QNX

А) *операционная система БПЛА;*

Б) мультиплатформенная система БПЛА;

В) программа управления полетом БПЛА;

Г) система счисления БПЛА.

11. Коптер – это

А) *беспилотный радиоуправляемый летательный аппарат, передвигающийся по воздуху по принципу вертолета;*

Б) беспилотный летательный аппарат для передвижения в космосе;

В) беспилотный летательный аппарат для передвижения на планетах;

Г) беспилотный летательный аппарат для передвижения в воде.

12. Квадрокоптеры – это,

А) дроны, содержащие четыре пары лопастей;

Б) *коптер с радиоуправлением;*

В) дрон с 8-ю лопастями;

Г) беспилотный робот.

13. Мультикоптер – это

А) летательный аппарат с произвольным количеством несущих винтов, вращающихся диагонально в противоположных направлениях;

Б) многороторный вертолёт;

В) коптер с 8-ю пропеллерами;

Г) беспилотный аппарат для перемещения в туннелях.

14. Конвертопланы – это

А) беспилотник, который садится и взлетает «по-вертолетному», за счет поворота его двигателей;

Б) грузовой летательный беспилотник;

В) беспилотный автомобиль;

Г) беспилотная ракета.

15. Тейлситтеры – это

А) беспилотник вертикального взлёта, который, оказавшись в воздухе, поворачивается горизонтально и летит, как дрон самолет;

Б) беспилотник – типа вертолет;

В) биологический беспилотник;

Г) грузовой беспилотник.

16. Основная задача комплекса управления БПЛА

А) обеспечить вывод БПЛА в заданный район и выполнение операций в соответствии с полетным заданием;

Б) также обеспечить доставку информации, полученной бортовыми средствами БПЛА, на пункт управления;

В) обеспечить ручное управление БПЛА;

Г) обеспечить связь с другими БПЛА.

17. Барометрический датчик давления предназначен для

А) измерения высоты БПЛА;

Б) измерения давления на высоте БПЛА;

В) измерения давления на уровне Земли;

Г) измерения давления и температуры.

18. Для чего предназначен магнитометр - это

А) прибор для измерения характеристик магнитного поля;

Б) электронный компас;

В) магнитный гироскоп;

Г) измеритель скорости БПЛА.

19. Гироскоп - это

А) устройство, способное реагировать на изменение углов ориентации БПЛА, относительно инерциальной системы отсчета;

Б) устройство для определения направления БПЛА в пространстве;

В) устройство для измерения скорости БПЛА;

Г) устройство для измерения дальности полета БПЛА.

20. Для каких целей предназначен Bluetooth-модуль

А) для передачи фото и видео файлов;

Б) для стабилизации полета дрона;

В) для определения координат дрона;

Г) для управления движением дрона.

21. Устройство для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете

А) блок инерциальной навигационной системы;

Б) блок стабилизации полета;

В). Блок управления полетом БПЛА;

Г) блок измерения углов стабилизации.

22. Автопилот БПЛА предназначен для

А) автоматическое управление БПЛА при полёте по заданной траектории;

Б) Стабилизация углов ориентации БПЛА в полете;

В) Определение навигационных параметров (координат, углов ориентации, параметров движения БПЛА);

Г) Выдача телеметрической информации о навигационных параметрах, углах ориентации и параметрах управления БПЛА.

23. Трехосевой акселерометр предназначен для

А) измерения проекции кажущегося ускорения (разности между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением)

Б) скорости полета БПЛА

В) ускорения полета БПЛА

Г) дальности полета БПЛА

24. Датчик воздушной скорости - это

А) прибор для измерения вертикальной скорости;

Б) вариометры;

В) гироскопы;

Г) приборы для измерения горизонтальной скорости.

25. Линейными координатами БПЛА являются

А) дальность, высота, боковое перемещение;

Б скорость, угловые координаты;

В) земные координаты;

Г) скоростные координаты.

26. Устройство для стабилизации углов ориентации БПЛА в полете

А) блок инерциальной навигационной системы;

Б) блок стабилизации полета;

В) блок управления полетом БПЛА;

Г) блок измерения углов стабилизации.

27. Инерциальная система на основе спутников ГЛОНАСС

А) определение координат земных объектов и БПЛА с использованием электронных карт местности;

Б) определение координат объектов и ГЛОНАССа с использованием земных пунктов управления;

В) определение навигационных параметров БПЛА с использованием приборов ГЛОНАССа;

Г) определение параметров на основе гироскопов на станциях ГЛОНАСС.

28. К автономным навигационным системам относят

А) инерциальные системы

Б) астрономические системы

В) астро-инерциальные системы, сочетающие функции инерциальных и астрономических систем;

Г) системы, основанные на использовании энергии электромагнитного излучения Солнца и других планет;

29. Астрономические системы, позволяют

А) получать координаты местонахождения, скорость и время полета путем измерения угловых размеров небесных тел и направлений на них;

Б) получать координаты местонахождения, путем измерения угловых размеров небесных тел;

В) получать координаты местонахождения, путем измерения угловых координат на солнце;

Г) получать координаты местонахождения, путем измерения дальности и направления на Луну.

30. Инерциальные системы, основаны на измерении

А) ускорений и их интегрировании во времени с целью получения скорости и координат положения;

Б) скорости и угловых координат;

В) скорости и координат;

Г) координат в земной системе.

**Примерные темы проектов
(для итоговой аттестации)**

1. Моделирование БАС.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки БАС.
4. Организация гонки БАС.
5. Проектирование квадрокоптера-транспортировщика.
6. Автономный полет по заданной траектории.
7. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.