

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области
средняя общеобразовательная школа «Центр образования» имени Героя Советского
Союза В.Н.Федотова пос. Варламова муниципального района Сызранский Самарской
области**

Рассмотрено
и принято
на заседании МО
технической и
естественнонаучной
направленности
Протокол № 1 от 31.07.2025г.

Проверено.
Рекомендовано к утверждению

31.07.2025г.

Руководитель СП

_____ С.В.Михайлова

Утверждено к использованию
в образовательном процессе
Учреждения

Приказ № 879 от 31.07.2025 г.

Директор

_____ Е.И. Онищук

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа технической направленности
ПРОГРАММИРОВАНИЕ БПЛА»**

Возраст обучающихся: 14 – 17 лет
Срок реализации: 1 год



С=RU, O="ГБОУ СОШ ""Центр образования""
пос.ВарламовоГБОУ СОШ ""Центр образо",
CN=Екатерина Игоревна Онищук,
E=zu_varlam_sch@63edu.ru
00 9e c4 81 8c 4f 8c 0f 73
2025-08-05 13:36:29

Разработчики:

Чудина Мария Сергеевна, методист
Чудин Артём Алексеевич, педагог дополнительного образования

Сызранский район, 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| Краткая аннотация..... | 3 |
| Пояснительная записка | 3 |
| Цель программы | 13 |
| Задачи программы | 14 |
| Планируемые результаты:..... | 16 |
| Ожидаемые эффекты реализации программы..... | 20 |
| Критерии оценки знаний, умений и навыков при освоении программы | 21 |
| Формы контроля качества образовательного процесса..... | 23 |
| Учебный план | 25 |
| Модуль №1 «Основы аэродинамики и устройства бпла..... | 26 |
| Модуль №2 «Работа с системами телеметрии и настройка»..... | 32 |
| Модуль №3 «Основы программирования на python»..... | 41 |
| Модуль №4 «Автономные полеты и решение практических задач» | 46 |
| Раздел «Воспитание» | 53 |
| Ресурсное обеспечение программы | 56 |
| Глоссарий терминов программы | 60 |
| Список использованной литературы..... | 63 |
| Приложение 1 «Календарный учебный график» | 65 |
| Приложение 2 «Календарный план воспитательной работы» | 71 |
| Приложение 3 «Анкета для входного контроля»..... | 75 |
| Приложение 4 «Контрольные тесты по итогам модулей программы» | 79 |
| Приложение 5 «Критерии оценки защиты итогового проекта»..... | 87 |
| Приложение 6 «Мониторинг динамики развития обучающихся»..... | 92 |
| Приложение 7 «Социологические опросы для родителей и обучающихся» | 96 |
| Приложение 8 «Критериальная карта оценки проекта»..... | 102 |
| Приложение 9 «Чек-лист практических навыков»..... | 108 |
| Приложение 10 «Тестовые задания различных уровней сложности» | 129 |
| Приложение 11 «Карта самооценки» | 132 |
| Приложение 12 «Мотивационные наклейки»..... | 136 |

КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

В основе программы «Программирование БПЛА» лежит интеграция инженерного творчества, IT и проектной деятельности. В результате освоения программы подростки 14–17 лет научатся не только программировать автономные полёты на Python и анализировать телеметрию, но и решать реальные прикладные задачи для предприятий Самарской области. Учащиеся разовьют алгоритмическое и системное мышление, креативность, ответственность и лидерские качества, что подготовит их к осознанному выбору профессии в сфере IT, робототехники и беспилотных технологий. Программа включает 4 модуля: «Основы аэродинамики и устройства БПЛА», «Работа с системами телеметрии», «Основы программирования на Python», «Автономные полёты и решение практических задач». Её содержание построено вокруг проектной деятельности и ориентировано на современные направления технологического развития, что способствует ранней профессиональной ориентации и формированию компетенций, востребованных для технологического суверенитета России.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Разработка и реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы технической направленности «Программирование БПЛА» осуществлена в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в сфере образования, стратегическими документами о развитии дополнительного образования, науки и технологий, а также с учетом региональных приоритетов Самарской области.

Федеральный уровень:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».
3. Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 г. № 809 «Об утверждении основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».
4. Указ Президента Российской Федерации от 7.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030

года и на перспективу до 2036 года».

5. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
6. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р).
7. Изменения, которые вносятся в распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 №678-р (утверждены распоряжением Правительства РФ от 15.05.2023 №1230-р).
8. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р).
9. Национальный проект «Беспилотные авиационные системы» на период до 2030–2035 годов.
Федеральный проект «Стимулирование спроса на отечественные беспилотные авиационные системы».
Постановление Правительства РФ от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
Приказ Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей».
Приказ Министерства просвещения РФ от 21.04.2023 № 302 «О внесении изменений в Целевую модель развития региональных систем дополнительного образования детей, утвержденную приказом Министерства просвещения РФ от 3.09.2019 г. № 467».
Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»».
Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).

Региональный уровень (Самарская область):

Стратегия социально-экономического развития Самарской области на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Самарской области от 12.07.2017 № 441).

Письмо министерства образования и науки Самарской области от 30.03.2020 № МО-16-09-01/434-ТУ (с «Методическими рекомендациями по подготовке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ к прохождению процедуры экспертизы (добровольной сертификации) для последующего включения в реестр образовательных программ, включенных в систему ПФДО»).

Распоряжение Министерства образования Самарской области №1161р «Об утверждении Плана мероприятий популяризации сферы беспилотных авиационных систем среди детей и молодежи Самарской области».

Локальные акты образовательной организации:

Устав государственного бюджетного общеобразовательного учреждения Самарской области средней общеобразовательной школы «Центр образования» имени Героя Советского Союза В.Н. Федотова пос. Варламово муниципального района Сызранский Самарской области.

Актуальность программы обусловлена социально-экономическими, технологическими и образовательными запросами общества и государства и усиливается за счёт разноуровневого подхода, обеспечивающего доступность, индивидуализацию и эффективность обучения. Такой формат позволяет каждому обучающемуся — независимо от начального уровня — осваивать инженерные технологии от основ устройства БПЛА до программирования автономных полётов и реализации междисциплинарных проектов. Эта гибкость делает программу стратегическим ответом на вызовы времени, обеспечивая подготовку востребованных кадров в условиях стремительного развития беспилотных технологий.

Реализация программы «Программирование БПЛА» комплексно решает задачи, поставленные перед системой дополнительного образования детей Федеральным законом №273-ФЗ и Концепцией развития до 2030 года. Через практико-ориентированное проектное обучение в области высоких технологий обеспечивается не только интеллектуальное развитие и профессиональная ориентация, но и формирование социально ответственной, патриотически настроенной личности, готовой к осознанному вкладу в технологический суверенитет страны.

1. Технологический прогресс и запрос рынка труда. Беспилотные авиационные системы (БАС) перестали быть узкоспециализированной технологией и активно внедряются в различные сектора экономики: сельское хозяйство (мониторинг посевов), геодезию и картографию, логистику,

строительство, энергетику (обследование ЛЭП), МЧС (поисково-спасательные операции) и медиа. Это создает стремительно растущий спрос на специалистов, обладающих не только навыками пилотирования, но и глубокими знаниями в области программирования, автономной навигации, обработки данных с датчиков и компьютерного зрения. Программа готовит обучающихся к будущей профессии, формируя у них фундамент именно этих востребованных компетенций. Разноуровневая структура позволяет новичкам освоить базовые принципы работы с оборудованием, а продвинутым учащимся — уже на школьном этапе разрабатывать решения, сопоставимые с профессиональными задачами, что обеспечивает плавный переход от обучения к реальной практике.

2. Реализация государственных приоритетов в области образования и технологического развития. Программа напрямую способствует достижению целей, заложенных в ключевых стратегических документах Российской Федерации. В частности, согласно Указу Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий», одним из приоритетов определено развитие транспортных технологий для различных сфер применения (море, земля, воздух), включая беспилотные и автономные системы. Это подчеркивает стратегическую значимость подготовки кадров в области БПЛА как элемента технологического суверенитета и инновационного развития страны.

Программа также соответствует целям:

- Национальных проектов «Образование» (федеральные проекты «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда») и «Беспилотные авиационные системы», направленных на развитие дополнительного образования, выявление и поддержку талантов, а также формирование у детей актуальных цифровых навыков;
- Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждающей развитие сквозных цифровых технологий, включая робототехнику и автономные системы, как одного из ключевых приоритетов;
- Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, ориентированной на обновление содержания программ в соответствии с интересами детей и потребностями общества, особенно в технической и естественнонаучной сферах.

Важным аспектом программы является формирование у обучающихся осознания их личной роли в обеспечении **технологического суверенитета**

Российской Федерации. Развитие отечественных беспилотных технологий определено на государственном уровне как ключевое направление, снижающее зависимость от иностранных решений. Изучая программирование БПЛА, обучающиеся не только осваивают перспективную профессию, но и вносят вклад в создание российского высокотехнологичного будущего, продолжая традиции выдающихся отечественных инженеров и конструкторов.

3. Ранняя профессиональная ориентация и подготовка кадров. Программа служит эффективным инструментом профориентации, погружая обучающихся в современную инженерную среду. Она позволяет на практике познакомиться с междисциплинарными областями: программированием, радиоэлектроникой, аэродинамикой, робототехникой и data science. Разноуровневый подход обеспечивает постепенное погружение в профессию: на базовом уровне — формируется интерес и понимание, на среднем — отрабатываются практические навыки, на высоком — реализуются индивидуальные проекты, что помогает осознанно выбрать будущую профессию в высокотехнологичных отраслях и получить для этого серьезную стартовую подготовку, решая задачу подготовки инженерных кадров нового поколения.

4. Развитие метапредметных навыков и soft skills. Изучение программирования БПЛА выходит далеко за рамки технических знаний. Оно способствует комплексному развитию личности обучающегося:

- алгоритмическое и системное мышление: разработка автономных миссий требует четкого планирования и создания алгоритмов;
- проектное мышление: обучение строится вокруг реализации конкретных проектов от идеи до летных испытаний;
- командная работа: решение сложных задач часто требует распределения ролей в группе (программист, инженер, пилот, аналитик данных);
- креативность: поиск нестандартных решений для выполнения поставленных задач;
- ответственность: понимание правил безопасности и правовых норм при работе с авиационными технологиями.

Таким образом, программа «Программирование БПЛА» является своевременным и стратегически значимым ответом на вызовы современности. Она не только формирует компетенции в одной из самых перспективных и приоритетных технологических областей, определённых на государственном уровне, но и вносит вклад в подготовку кадров, технологический суверенитет и инновационное развитие России, обеспечивая интеграцию образования, науки и производственных запросов. Разноуровневая модель освоения делает этот процесс инклюзивным, мотивирующим и ориентированным на реальные достижения каждого обучающегося.

Новизна программы «Программирование БПЛА» заключается в её системном и практико-ориентированном подходе к формированию цифровых и инженерных компетенций у обучающихся в одной из наиболее приоритетных и динамично развивающихся технологических областей — беспилотных авиационных систем.

В программе чётко реализована система разноуровневой оценки освоения образовательного материала, что позволяет объективно и всесторонне оценивать прогресс каждого обучающегося. Уровни достижений — низкий, средний и высокий — определены по совокупности критериев, охватывающих теоретические знания, практические навыки, проектную деятельность и метапредметные результаты. На низком уровне обучающийся демонстрирует базовое понимание материала, нуждается в поддержке и испытывает трудности в самостоятельном применении знаний. Средний уровень характеризуется устойчивым воспроизведением изученного, способностью выполнять задания по образцу и активным участием в командной работе. Высокий уровень предполагает глубокое системное понимание, умение применять знания в нестандартных ситуациях, создавать сложные проекты, проявлять инициативу и лидерские качества, а также чётко аргументировать свои решения. Такой подход к оценке способствует индивидуализации обучения, стимулирует мотивацию и позволяет выстраивать персональные образовательные траектории, ориентированные на развитие компетенций в области высоких технологий.

Интеграция междисциплинарных знаний, использование современных цифровых инструментов, регионального компонента и проектной деятельности, а также чётко выстроенная система диагностики и оценки делают программу актуальной, инновационной и значимой в контексте современных требований к дополнительному образованию и подготовке кадров для высокотехнологичных отраслей.

Отличительной особенностью программы является ее глубоко практико-ориентированный и междисциплинарный характер, интегрирующий знания из областей программирования, робототехники, аэродинамики и инженерии в рамках решения конкретных прикладных задач. В отличие от традиционных курсов по робототехнике или авиамоделированию, программа делает акцент не на сборке или пилотировании, а на разработке программного обеспечения и алгоритмов для автономного поведения беспилотных летательных аппаратов. Это подразумевает углубленное изучение языков программирования (таких как Python), работу с телеметрией, компьютерное зрение и освоение специализированных фреймворков. Ключевой особенностью является проектный формат обучения, где конечным результатом каждого модуля становится функционирующий программный код или завершенная автономная миссия, что позволяет обучающимся наглядно

видеть практическое применение получаемых знаний и формирует портфолио реализованных проектов.

В данной программе, в каждый модуль введен **региональный компонент**, который позволяет интегрировать теоретические знания и практические навыки в контекст социально-экономического и технологического развития Самарской области, способствуя патриотическому воспитанию и профессиональной ориентации обучающихся:

- В модуле **«Основы аэродинамики и устройства БПЛА»** региональный компонент представлен в теме: «Промышленное и сельскохозяйственное применение БПЛА в Самарской области. Крупнейшие предприятия региона, использующие беспилотные технологии (АО «РКЦ «Прогресс», Агрохолдинг «Василина»)».
- В модуле **«Работа с системами телеметрии»** региональная составляющая отражается в теме: «Анализ геоданных. Мониторинг экологической обстановки и объектов промышленности на примере Самарской области. Использование данных дистанционного зондирования земли с БПЛА для изучения родного края».
- В модуле **«Основы программирования на Python»** компонент представлен рядом практических задач: «Разработка алгоритма автоматического облета препятствий на примере моделирования рельефа Жигулевских гор. Программирование полетного задания для мониторинга участка реки Волга в районе муниципального образования».
- В модуле **«Автономные полеты и решение практических задач»** региональный компонент проявляется в сквозном проекте: «Участие в региональных конкурсах и хакатонах (например, Интеллектуальная олимпиада Приволжского федерального округа среди школьников в направлении «Программирование беспилотных летательных аппаратов»). Разработка и защита проектов по актуальным для области проблемам: автоматизация сельского хозяйства, мониторинг состояния памятников архитектуры г. Самары и г. Сызрани, создание 3D-карт местности».

Педагогическая целесообразность программы обусловлена необходимостью формирования у подрастающего поколения компетенций, отвечающих вызовам цифровой экономики и технологического суверенитета страны. В условиях стремительной трансформации высокотехнологичных отраслей система образования призвана не только давать актуальные знания, но и развивать инженерное мышление, способность к проектной деятельности и работе с сложными киберфизическими системами.

Теоретической основой программы выступают исследования в области педагогики и методики технического творчества (В.А. Горский, А.А. Попов,

М.С. Чванова), концепции развивающего обучения (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов), а также принципы проблемно-деятельностного и компетентностного подходов. Классики отечественной педагогики (А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинский) подчеркивали роль практического, социально значимого труда в становлении личности. Однако в современных условиях традиционный подход к техническому творчеству требует кардинального пересмотра.

Реализация программы строится на следующих **педагогических принципах**: принцип природосообразности (учет возрастных и психологических особенностей подростков); принцип культуросообразности (интеграция регионального компонента и традиций отечественной инженерии); принцип практико-ориентированности и «learning by doing»; принцип разноуровневости и индивидуализации; принцип социального взаимодействия (проектная деятельность, командная работа).

Для каждого обучающегося формируется индивидуальная образовательная траектория на основе входного мониторинга (Приложение 1). Обучающиеся с базовым уровнем осваивают мини-проекты под руководством педагога, продвинутые — реализуют автономные решения и участвуют в хакатонах. Результаты фиксируются в цифровом портфолио, которое может быть использовано для зачёта в рамках индивидуального плана развития.

Реализация программы строится на принципе вариативности, который обеспечивает гибкость образовательного маршрута в зависимости от стартового уровня подготовки, интересов и темпа обучения каждого ребенка. Это достигается за счет дифференциации содержания по уровням сложности:

- Базовый уровень (для начинающих): Фокус на освоении основ устройства БПЛА, безопасности, простейших операций в симуляторе и написании базовых скриптов на Python. Задания выполняются по четким алгоритмам и шаблонам.
- Продвинутый уровень (для имеющих опыт): Углубленное изучение программирования автономных систем (DroneKit, компьютерное зрение), сложная настройка полетных контроллеров (PID-регуляторы), решение нестандартных практических задач и реализация индивидуальных проектов.
- Использования модульной структуры: Каждый модуль содержит инвариантную (обязательную для всех) и вариативную часть. Вариативная часть включает задания и проекты на выбор, позволяя обучающимся углубляться в наиболее интересные для них аспекты (например, аэродинамика, анализ данных или компьютерное зрение).
- Гибкого формирования учебных групп и подгрупп для отработки практических навыков, исходя из актуального уровня обучающихся.

Особое значение в этом контексте приобретает **разноуровневость освоения дополнительной программы**, которая позволяет учитывать индивидуальные способности, исходный уровень знаний и темп развития каждого обучающегося. Программа «Программирование БПЛА» педагогически целесообразна, так как она комплексно решает эти задачи через:

- междисциплинарность: интеграция знаний из информатики, физики, математики и инженерии в рамках практико-ориентированной деятельности;
- принцип «learning by doing» (обучение через действие): знания приобретаются и немедленно применяются в процессе решения конкретных проектных задач — от написания кода до проведения летных испытаний;
- формирование метапредметных результатов: развитие системного мышления, навыков командной работы, проектного управления и решения нестандартных проблем (soft skills);
- раннюю профессиональную ориентацию: создание условий для осознанного выбора будущей профессии в высокотехнологичных и наукоемких отраслях экономики региона и страны.

Разноуровневый подход обеспечивает доступность программы для всех — от новичков, впервые знакомящихся с устройством БПЛА, до продвинутых обучающихся, способных разрабатывать автономные алгоритмы и реализовывать сложные проекты. На низком уровне обучающиеся осваивают базовые понятия, безопасность и простые операции, на среднем — применяют знания в стандартных задачах и работают в команде, а на высоком — проявляют инициативу, решают нестандартные инженерные задачи и демонстрируют высокую степень самостоятельности. Такая дифференциация способствует мотивации, индивидуализации обучения и формированию персональных образовательных траекторий, что делает программу эффективным инструментом подготовки кадров будущего.

Программа учитывает возрастные особенности обучающихся в возрасте 14–17 лет. Данный возрастной период характеризуется активным развитием абстрактно-логического и системного мышления, стремлением к самостоятельности и самореализации, а также высокой познавательной мотивацией в сферах, связанных с современными технологиями. Подростки демонстрируют выраженный интерес к практической, проектной деятельности, позволяющей не только освоить новые компетенции, но и получить осязаемый, социально значимый результат. В этом возрасте формируется способность к командной работе, осознанному планированию и реализации сложных multi-stage задач, что полностью соответствует

специфике программирования автономных систем. Программа «Программирование БПЛА» даёт возможность направить естественную для подросткового возраста энергию, креативность и критическое мышление в конструктивное русло независимо от начального уровня подготовки каждого обучающегося благодаря своей разноуровневой структуре. Через решение инженерных задач, работу в команде и публичную защиту проектов обучающиеся не только осваивают *hard skills*, но и развивают уверенность в себе, ответственность и способность к аргументированной дискуссии — ключевые компетенции для успешной социализации и профессионального самоопределения в цифровую эпоху.

В процессе реализации программы «Программирование БПЛА» активно используются современные **цифровые образовательные ресурсы и онлайн-платформы** (Stepik, Arduino IDE, Кулибин, симуляторы полётов и т.д.). Сочетание очного и дистанционного форматов позволяет обучающимся не только получать знания от педагога, но и самостоятельно осваивать специализированные курсы по программированию, робототехнике и работе с системами автоматизации.

Такой формат организации учебного процесса обеспечивает непрерывность обучения и развитие навыков самообразования. Использование цифровых инструментов позволяет наглядно отслеживать результаты освоения программы: проведение автоматизированного тестирования, анализ выполненного программного кода, визуализация данных телеметрии и траекторий полёта, создание цифровых портфолио проектов. Это обеспечивает объективную оценку формирования как предметных компетенций (навыки программирования, настройки систем), так и метапредметных результатов (алгоритмическое мышление, проектная деятельность).

Реализация программы «Программирование БПЛА» **интегрируется с общеобразовательными предметами** и обеспечивает углубление и практическое применение знаний, полученных обучающимися в рамках основных общеобразовательных дисциплин:

| | |
|-------------|--|
| Информатика | <p><i>Алгоритмизация и программирование</i></p> <p>Разработка автономных полётных заданий требует создания четких алгоритмов, что напрямую развивает алгоритмическое мышление. Изучение и применение языка Python для управления БПЛА является углубленным практикумом по программированию</p> |
|-------------|--|

| | |
|------------|--|
| | <p><i>Логика</i></p> <p>Написание и отладка кода для обработки данных телеметрии и реакции на внешние события (например, обнаружение препятствий) основаны на законах формальной логики</p> |
| Физика | <p><i>Аэродинамика и механика</i></p> <p>Изучение принципов полета мультикоптера, понятий подъемной силы, тяги, сопротивления, крена, тангажа и рыскания является практическим применением разделов механики</p> |
| | <p><i>Электричество</i></p> <p>Понимание работы систем питания БПЛА (LiPo-аккумуляторы, ESC), основ электроники и схемотехники закрепляет знания из курса электродинамики</p> |
| Математика | <p><i>Геометрия</i></p> <p>Построение и расчет автономных маршрутов полета, определение координат точек и углов поворота требует знаний геометрии на плоскости и в пространстве</p> |
| | <p><i>Анализ данных</i></p> <p>Работа с телеметрией (построение графиков, анализ траекторий, выявление аномалий) является прикладным использованием математического анализа и статистики</p> |
| География | <p><i>Картография и GPS/ГЛОНАСС</i></p> <p>Практическая работа с системами глобального позиционирования, чтение электронных карт, создание ортофотопланов и 3D-моделей местности напрямую связана с современными географическими информационными системами (ГИС)</p> |
| | <p><i>Геоинформатика</i></p> <p>Использование БПЛА для мониторинга экологической обстановки и сельскохозяйственных угодий Самарской области является примером прикладного применения геоинформационных технологий</p> |

Таким образом, программа выступает как интегративная платформа, где теоретические знания из школьных предметов находят конкретное практическое воплощение, что способствует более глубокому и осознанному их усвоению.

ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ

Обеспечить освоение обучающимися 14–17 лет компетенций в области программирования автономных беспилотных летательных аппаратов на языке Python, включая настройку систем, анализ телеметрии и решение практических задач с использованием региональных кейсов Самарской области.

ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

обучающие:

- формировать знания об устройстве, принципах полета и технике безопасности при работе с БПЛА;
- формирование у обучающихся компетенций в области программирования автономных систем на языке Python для подготовки кадров для развития приоритетного направления в сфере беспилотных авиационных систем;
- освоить методы обработки телеметрических данных и компьютерного зрения.

развивающие:

- развить инженерное, алгоритмическое и пространственное мышление;
- сформировать навыки проектной деятельности и решения практических задач;
- развить креативность и способность к техническому творчеству.

воспитательные:

- воспитывать ответственность и культуру работы со сложной техникой;
- формировать осознание роли отечественных специалистов в развитии высоких технологий и личного вклада в технологический суверенитет России;
- прививать уважение к инженерному наследию страны и гордость за достижения российских компаний в сфере БАС.

Возраст детей от 14 до 17 лет.

Сроки реализации: программа рассчитана на 1 учебный год, объем – 114 часов (4 модуля).

Формы проведения учебных занятий подбираются с учетом цели и задач, познавательных интересов и индивидуальных возможностей воспитанников, специфики содержания данной образовательной программы и

возраста обучающихся:

- *экспресс-тесты и опросы* – оперативный контроль усвоения материала;
- *практикумы* – занятия, направленные на отработку практических навыков программирования, сборки и настройки БПЛА, работы с измерительным оборудованием и программным обеспечением;
- *проектная деятельность* – разработка и реализация индивидуальных и групповых проектов по созданию автономных систем управления БПЛА для решения конкретных задач (мониторинг, доставка, картография);
- *экскурсии и мастер-классы* – посещение технологических компаний, вузов и производственных предприятий, связанных с разработкой и применением БПЛА в Самарской области;
- *симуляционные занятия* – использование программ-симуляторов полетов для отработки алгоритмов управления и тестирования кода в виртуальной среде;
- *лекции с приглашенными экспертами* – встречи с специалистами из IT-сферы, инженерами и пилотами-операторами БПЛА для передачи практического опыта;
- *защита проектов* – презентация готовых решений перед экспертами, обсуждение результатов и их практической значимости;
- *соревнования и хакатоны* – участие в окружных и региональных состязаниях и конкурсах по программированию дронов, защите проектов и выполнению автономных полетных заданий.

В случае невозможности продолжения образовательного процесса в силу непредвиденных обстоятельств (беспилотной опасности, аварийной ситуации в образовательной организации, карантина в связи с высоким заболеванием обучающихся, морозных дней и т.п.), предусматривается организация образовательного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий с помощью онлайн – платформ (Сферум, Jazz by Видеомост, Телемост от Яндекс, Видеозвонки Mail.ru) с такой формой проведения занятий, как дистанционные консультации (онлайн-взаимодействие с педагогом для обсуждения проектов, решения проблем и проверки выполнения заданий).

Формы организации деятельности: групповая, индивидуальная, работа по подгруппам.

Режим занятий – два раза в неделю по 2 и 1 академических часа, перерыв между занятиями – 10 минут, при наполняемости – 15 обучающихся в группе. Группы формируются из обучающихся 14-17 лет, имеющих базовые навыки работы с компьютером. При комплектовании групп учитывается

исходный уровень подготовки на основе входного анкетирования (Приложение индивидуальные образовательные траектории. Наполняемость группы (15 человек) обусловлена требованиями безопасности и необходимостью обеспечения каждого обучающегося рабочим местом с оборудованием.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

Личностные:

- сформированность ответственного и безопасного отношения к использованию сложных технических систем и работе в коллективе;
- развить креативности, инициативности и настойчивости в достижении цели при решении нестандартных инженерно-технических задач;
- сформировать устойчивый познавательный интерес к современным технологиям, программированию и робототехнике;
- быть готовым к осознанному профессиональному самоопределению в сфере ИТ и высоких технологий;
- воспитать чувство гордости и патриотизма через осознание вклада в технологическое развитие региона и страны.

Метапредметные:

познавательные:

- уметь самостоятельно ставить цели, формулировать задачи для реализации проектов по программированию БПЛА;
- владеть навыками алгоритмизации и программирования для создания автономных полетных заданий;
- быть способным обрабатывать и анализировать телеметрические данные, делать выводы на основе полученной информации;
- уметь читать и создавать технические схемы, документацию и инструкции;
- развить пространственное и логическое мышление, необходимое для решения задач навигации и управления.

регулятивные:

- уметь самостоятельно планировать пути достижения целей проекта, выбирать эффективные способы решения технических задач;
- быть способным корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией (например, при неудачных испытаниях или ошибках в коде);

- владеть навыками самоконтроля и самооценки процесса и результата проектной деятельности;
- уметь распределять время и силы на различных этапах реализации проекта (от проектирования до летных испытаний).

коммуникативные:

- уметь организовывать и эффективно работать в команде над совместным техническим проектом, распределять роли и задачи;
- ясно и аргументированно излагать свои мысли, представлять и защищать результаты проекта перед аудиторией, используя техническую терминологию;
- готовность вести конструктивный диалог, учитывать различные мнения и интегрировать их в общую работу для достижения наилучшего результата;
- уметь использовать современные средства коммуникации и совместной работы для решения проектных задач.

Предметные:

Предметные результаты освоения программы конкретизированы для каждого модуля и отражают формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области программирования и эксплуатации БПЛА.

| <i>Обучающийся будет знать</i> | <i>Обучающийся будет уметь</i> | <i>Обучающийся овладеет навыком</i> |
|---|---|---|
| Модуль 1. «Основы аэродинамики и устройства БПЛА» | | |
| <ul style="list-style-type: none"> – Основные исторические этапы развития и классификацию БПЛА. – Назначение и принципы работы основных компонентов БПЛА (рама, полетный контроллер, двигатели, ESC, аккумулятор, датчики GPS, – Основы аэродинамики мультикоптера (подъемная сила, тяга, крен, тангаж, рыскание). – Правила техники безопасности при сборке, | <ul style="list-style-type: none"> – Проводить предполетный осмотр и диагностику основных систем БПЛА. – Калибровать датчики (компас, акселерометр). – Выполнять базовую сборку и замену компонентов БПЛА. – Управлять БПЛА в ручном режиме на тренажере или учебном аппарате. – Анализировать возможности применения БПЛА для решения практических задач региона. | <ul style="list-style-type: none"> – Безопасного обращения с электрооборудованием и LiPo-аккумуляторами. – Проведения обязательных предполетных процедур. – Пространственного контроля и ориентации аппарата во время полета. – Поиска и устранения простых технических неисправностей. – Работы с технической документацией и инструкциями. |

| | | |
|--|---|--|
| настройке и пилотировании БПЛА. — Сферы применения БПЛА в Самарской области. | | |
| Модуль 2. «Работа с системами телеметрии и настройка» | | |
| <ul style="list-style-type: none"> — Назначение и возможности программ Mission Planner и — Основы протокола передачи данных MAVLink. — Методы калибровки датчиков и настройки полетных параметров. — Форматы и структуру полетных логов (dataflash) — Типовые неисправности систем БПЛА и методы их диагностики. | <ul style="list-style-type: none"> — Устанавливать и настраивать ПО для работы с БПЛА. — Проводить полную калибровку всех датчиков БПЛА. — Настраивать основные и расширенные параметры полетного контроллера (включая PID). — Принимать, записывать и анализировать телеметрические данные и полетные логи. — Диагностировать и устранять простые неисправности электронных систем. | <ul style="list-style-type: none"> — Профессиональной работы с ПО для настройки БПЛА. — Точной калибровки сенсорных систем. — Анализа телеметрических данных и выявления аномалий. — Диагностики электронных систем мультикоптера. — Визуализации геоданных (карты, тепловые карты, 3D-модели). |
| Модуль 3. «Основы программирования на Python» | | |
| <ul style="list-style-type: none"> — Базовый синтаксис Python: переменные, типы данных, операторы, условные конструкции, циклы, функции. — Принципы работы с основными структурами данных: списки, словари, кортежи. — Методы работы с файлами и модулями. — Основы объектно-ориентированного программирования. — Особенности библиотек DroneKit и PyMAVLink для работы с БПЛА. | <ul style="list-style-type: none"> — Устанавливать и настраивать среду разработки для Python. — Писать и выполнять программы на Python. — Использовать условные операторы и циклы для управления потоком выполнения. — Создавать функции и использовать внешние библиотеки. — Писать скрипты для автоматизации взлета, посадки и простых маневров БПЛА. — Читать, анализировать и находить ошибки в коде. | <ul style="list-style-type: none"> — Написания читаемого и структурированного кода. — Использования сред разработки (IDE) для — Работы с документацией к библиотекам. — Отладки программ с помощью инструментов разработки. — Создания скриптов для автоматизации практических задач. |

| Модуль 4. «Автономные полеты и решение практических задач» | | |
|---|---|---|
| <p>— Принципы планирования автономных миссий.</p> <p>— Методы программирования полетных заданий с использованием Python и</p> <p>— Основы компьютерного зрения и обработки изображений с помощью</p> <p>— Правила безопасности при проведении автономных полётов.</p> <p>— Особенности применения БПЛА в сельском хозяйстве, мониторинге и картографии.</p> | <p>— Составлять и загружать полётные миссии в программе-планировщике.</p> <p>— Программировать автономные полёты с обработкой телеметрии в реальном времени.</p> <p>— Обрабатывать аэрофотоснимки для создания ортомозаик и 3D-моделей местности.</p> <p>— Применять инструменты компьютерного зрения для распознавания объектов.</p> <p>— Работать в команде над комплексным проектом и представлять его результаты.</p> | <p>— Методами обработки телеметрических данных и компьютерного зрения.</p> <p>— Навыками проектной деятельности и решения практических задач.</p> <p>— Навыком презентации и защиты проектов.</p> <p>— Комплексным применением компетенций для участия в конкурсах и хакатонах.</p> |

По завершении освоения программы «Программирование БПЛА» обучающийся:

- самостоятельно настроит и откалибрует БПЛА на базе Pixhawk;
- напишет и протестирует Python-скрипт для автономного полёта с обработкой телеметрии;
- создаст 3D-модель местности по данным аэрофотосъёмки;
- защитит проект, направленный на решение актуальной задачи Самарской области (сельское хозяйство, экология, промышленность);
- представит своё решение на региональном хакатоне или конкурсе.

ОЖИДАЕМЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Реализация программы «Программирование БПЛА» направлена на достижение системных эффектов, выходящих за рамки освоения предметных знаний и умений.

1. Образовательные и личностные эффекты для обучающихся:

- *Осознанный выбор профессии*: Формирование мотивации к продолжению образования в вузах по инженерно-техническим и IT-специальностям (например, «Системы управления летательными аппаратами», «Информатика и вычислительная техника», «Прикладная математика»).
- *Формирование портфолио*: Создание обучающимися конкурентоспособного портфолио, включающего реализованные проекты, сертификаты об освоении программы, дипломы и грамоты с конкурсов, что повышает шансы при поступлении в вузы и трудоустройстве.
- *Развитие гибких навыков (soft skills)*: Устойчивое развитие проектного мышления, навыков командной работы, публичных выступлений и решения нестандартных задач.

2. Социальные и региональные эффекты:

- *Подготовка кадрового резерва*: Создание условий для ранней профориентации и подготовки мотивированных, практически подготовленных абитуриентов для вузов и молодых специалистов для высокотехнологичных предприятий Самарской области (АО «РКЦ «Прогресс», Агрохолдинг «Василина» и др.).
- *Популяризация технического творчества*: Повышение престижа инженерно-технических профессий среди молодежи и вовлечение большего числа школьников в научно-техническое творчество.
- *Участие в развитии региона*: Реализация обучающимися проектов, направленных на решение актуальных для Самарской области задач (мониторинг сельхозугодий, экологическая обстановка, инспекция инфраструктуры), что формирует у них активную гражданскую позицию.

3. Конкретные индикаторы эффективности:

- Ежегодное участие не менее 70% обучающихся в региональных или всероссийских конкурсах/хакатонах (Интеллектуальная олимпиада ПФО, «Агрополис» и др.).
- Не менее 25% «выпускников» программы выбирают для поступления профильные IT и инженерные специальности.

- Заключение не менее 5-х соглашений о сетевом взаимодействии или социальном партнерстве в год.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРОГРАММЫ

Для того чтобы оценить освоение программы, в течение учебного года используются следующие методы диагностики: собеседование, составление проектов в области ученического самоуправления, дискуссии, тестирование, решение кейсовых ситуаций, участие в конкурсах.

1. Критерии оценки теоретических знаний:

- полнота усвоения материала – способность воспроизводить изученные понятия, принципы работы систем БПЛА, алгоритмы управления;
- системность знаний – понимание взаимосвязей между различными модулями программы (аэродинамика, программирование, телеметрия);
- способность применять знания на практике – умение использовать теоретические знания для решения практических задач.

2. Критерии оценки практических умений:

- техника безопасности – соблюдение правил безопасной работы с оборудованием и при проведении полетов;
- качество программирования – чистота кода, эффективность алгоритмов, соответствие стандартам программирования;
- точность выполнения операций – качество сборки, настройки и калибровки систем БПЛА;
- эффективность решения задач – способность достигать поставленных целей с минимальными ресурсозатратами.

3. Критерии оценки проектной деятельности:

- актуальность и новизна проекта – практическая значимость и инновационность разрабатываемого решения
- качество реализации – полнота выполнения, надежность работы, эстетика исполнения
- командная работа – эффективность взаимодействия в группе, распределение ролей и ответственности
- презентация результатов – качество оформления документации и публичной защиты проекта

. Уровни достижений:

| ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ | СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ | НИЗКИЙ УРОВЕНЬ |
|---|--|---|
| Самостоятельно применяет знания в нестандартных ситуациях | Точно воспроизводит изученный материал | Допускает существенные ошибки в теоретических знаниях |
| Создает сложные оригинальные проекты | Выполняет задания по образцу с минимальными ошибками | Требуется постоянной помощи при практической работе |
| Демонстрирует лидерские качества в команде | Активно работает в команде | Пассивен в командной деятельности |
| Четко аргументирует решения | Объясняет принципы своей работы | Испытывает трудности в объяснении своих действий |

5. Формы контроля:

- входной контроль (Приложение 1);
- текущий контроль (практические задания, мини-проекты);
- промежуточный контроль: тестирование по итогам модулей (Приложение 2);
- итоговый контроль (защита итогового проекта);
- мониторинг динамики развития (Приложение 3);
- социологические опросы (Приложение 4).

6. Оценочные материалы:

- критериальные карты оценки проектов (Приложение 5);
- чек-листы практических навыков (Приложение 6);
- тестовые задания различных уровней сложности (Приложение 7);
- карты самооценки и взаимооценки (Приложение 8).

Данная система оценки позволяет комплексно подойти к определению уровня освоения программы и стимулирует обучающихся к достижению высоких результатов.

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Входной контроль

Цель: определение начального уровня подготовки обучающихся, выявление их интересов и мотивации.

Формы проведения: анкетирование

2. Текущий контроль

Цель: оценка усвоения материала по каждой теме или модулю, своевременная коррекция образовательного маршрута.

Формы проведения:

- **оперативный контроль:** кратковременные опросы, экспресс-тесты в начале или конце занятия;
- **практические работы:** выполнение небольших заданий на отработку конкретного навыка (написание функции, калибровка датчика, анализ телеметрии);
- **наблюдение:** фиксация активности и вовлеченности обучающегося на занятии, его умения работать с оборудованием и в команде;
- **анализ рабочих материалов:** проверка конспектов, чертежей, фрагментов кода.

3. Промежуточный контроль

Цель: проверка уровня усвоения крупных тематических блоков (модулей), оценка сформированности ключевых компетенций.

Формы проведения:

- **зачетные практические работы:** самостоятельное выполнение комплексного задания (например, программирование определенной миссии, диагностика и устранение неисправности);
- **защита этапов проекта:** презентация промежуточных результатов работы над проектом, обоснование выбранных решений;
- **тестирование:** тестирование по теоретическим и практическим аспектам пройденного модуля.

4. Итоговый контроль

Цель: комплексная оценка результатов освоения всей программы.

Формы проведения:

- **защита итогового проекта:** публичная презентация готового продукта (запрограммированного БПЛА, решающего конкретную задачу) перед экспертной комиссией с демонстрацией его работоспособности;

- **демонстрационный полет/презентация:** показ приобретенных навыков управления и программирования в действии;
- **портфолио:** оценка собранного за время обучения портфолио, которое может включать: коды программ, схемы, фото и видео отчеты о проектах, грамоты за участие в конкурсах.

Формы подведения итогов реализации программы включают:

- *Продуктивные формы:* защита итогового проекта перед экспертной комиссией, демонстрационные автономные полеты, участие в региональных хакатонах и конкурсах (например, Интеллектуальная олимпиада ПФО).
- *Документальные формы:* цифровое портфолио обучающегося (коды программ, отчеты, сертификаты), карта динамики развития (Приложение 6), карта самооценки (Приложение 11).

5. Мониторинг динамики развития

Цель: оценка личностного роста обучающегося, развития его soft skills и метапредметных результатов.

Формы проведения:

- **самооценка и взаимооценка:** регулярное заполнение оценочных карт для рефлексии своих достижений и работы в команде;
- **анкетирование:** проведение опросов на разных этапах обучения для отслеживания изменения мотивации и профессиональных интересов;
- **наблюдение педагогом:** фиксация прогресса в развитии коммуникативных, регулятивных и познавательных универсальных учебных действий.

6. Социологические опросы

Цель: получение обратной связи от всех участников образовательного процесса для повышения качества программы.

Формы проведения:

- **опросы родителей (законных представителей):** удовлетворенность результатами ребенка, его вовлеченностью и атмосферой в коллективе;
- **опросы обучающихся:** удовлетворенность содержанием программы, методами обучения, организацией занятий.

Данная система контроля позволяет всесторонне оценивать не только предметные знания и умения, но и личностные результаты обучающихся, своевременно вносить коррективы в образовательный процесс и обеспечивать его высокое качество.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

| № п/п | Наименование модуля | Количество часов | | |
|--------------|--|------------------|--------|----------|
| | | Всего | Теория | Практика |
| | «Основы аэродинамики и устройства БПЛА» | | | |
| | «Работа с системами телеметрии и настройка» | | | |
| | «Основы программирования на Python» | | | |
| | «Автономные полеты и решение практических задач» | | | |
| ИТОГО | | | | |

Пояснение к учебному плану

Общий объем программы — 114 часов, что соответствует рекомендуемому нормативу для годовой дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы технической направленности для обучающихся 14–17 лет.

Соотношение теории (50 часов) и практики (64 часа) составляет 44% / 56%, что обеспечивает практико-ориентированный характер программы и соответствует требованиям к программам технической направленности, где приоритет отдается «обучению через действие».

Наибольший объем часов выделен модулю №2 «Работа с системами телеметрии и настройка» (42 часа), так как он включает сложные практические навыки диагностики, калибровки и анализа данных, требующие повторения и отработки.

Учебный план предусматривает вариативность в распределении часов внутри модулей. До 10% практических часов может быть перераспределено педагогом для организации углубленной работы с подгруппами обучающихся, демонстрирующими (разный) уровень освоения материала, либо для консультационной поддержки при реализации индивидуальных проектных траекторий.

МОДУЛЬ №1

«ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ И УСТРОЙСТВА БПЛА»

Цель модуля: сформировать у обучающихся системное представление об устройстве, принципах полета и безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Задачи модуля:

- изучить классификацию, основные компоненты и принципы работы БПЛА;
- освоить основы аэродинамики мультикоптеров;
- изучить правила техники безопасности при работе с БПЛА;
- развить пространственное мышление и понимание физических принципов полета;
- сформировать навыки сборки, предполетной подготовки и базового пилотирования;
- воспитать культуру безопасной работы с высокотехнологичным оборудованием;
- сформировать ответственное отношение к эксплуатации БПЛА.

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- основные исторические этапы развития БПЛА и их классификацию;
- сферы применения беспилотных технологий в современном мире и в Самарской области;
- назначение и принципы работы основных компонентов БПЛА: рамы, полетного контроллера, двигателей, ESC, аккумулятора, датчиков (GPS,
- основы аэродинамики мультикоптера: подъемная сила, тяга, крен, тангаж, рыскание;
- правила техники безопасности при сборке, настройке и пилотировании БПЛА.

Обучающийся должен уметь:

- проводить предполетный осмотр и диагностику основных систем БПЛА;
- калибровать датчики (компас, акселерометр);
- выполнять базовую сборку и замену компонентов БПЛА;
- управлять БПЛА в ручном режиме на тренажере или учебном аппарате;
- анализировать возможности применения БПЛА для решения практических задач региона.

Обучающийся должен приобрести навык:

- безопасного обращения с электрооборудованием и LiPo аккумуляторами;
- проведения обязательных предполетных процедур;
- пространственного контроля и ориентации аппарата во время полета;
- поиска и устранения простых технических неисправностей;
- работы с технической документацией и инструкциями.

**Учебно – тематический план модуля №1
Основы аэродинамики и устройства БПЛА»**

| № п/п | Наименование тем | Количество часов | | | Формы аттестации/ контроля |
|----------|--|------------------|--------|----------|--|
| | | Всего | Теория | Практика | |
| 1. | Вводное занятие. Знакомство | | | | входной контроль, наблюдение |
| 2. | История развития БПЛА. Классификация и применение. Обзор российского рынка БПЛА. Ключевые российские производители и разработчики. Успехи Самарской области. | | | | опрос, беседа |
| 3. | Основы аэродинамики. Принципы полёта мультикоптера. | | | | тестирование, опрос |
| 4. | Конструкция БПЛА: рама, двигатели, пропеллеры. | | | | практическая работа, экспресс-тест |
| 5. | Полетный контроллер и датчики (GPS, IMU). | | | | устный опрос, беседа, практикум |
| 6. | Системы питания: аккумуляторы, ESC. Правила эксплуатации. | | | | решение кейсов, экспресс-тест |
| 7. | Радиоуправление и телеметрия. | | | | фронтальный опрос, |

| | | | | | |
|--------------|---|--|--|--|-----------------------------------|
| | | | | | наблюдение |
| 8. | Сборка и разборка БПЛА. | | | | практикум, наблюдение |
| 9. | Предполетная подготовка и проверка. | | | | зачетное упражнение |
| 10. | Основы пилотирования на симуляторе. | | | | демонстрация навыков в симуляторе |
| 11. | Отработка взлёта и посадки. | | | | практическое задание |
| 12. | Ориентация в пространстве. Базовые манёвры. | | | | наблюдение, выполнение задания |
| 13. | Региональный компонент: применение БПЛА в Самарской области. | | | | беседа, обсуждение, опрос |
| 14. | Диагностика и устранение простых неисправностей. | | | | решение практических задач |
| 15. | Итоговое занятие по модулю №1 Основы аэродинамики и устройства БПЛА». | | | | контрольное тестирование |
| ИТОГО | | | | | |

Содержание программы модуля №1 «Основы аэродинамики и устройства БПЛА»

Тема 1. Вводное занятие. Знакомство с программой. Техника безопасности.

Теория: Цели и задачи программы. Основные правила техники безопасности при работе с электрооборудованием, LiPo-аккумуляторами и во время проведения полетов. Изучение нормативной базы, регламентирующей полеты БПЛА. Знакомство с инструктажами и журналом по технике безопасности.

Практика: Подписание инструктажей по технике безопасности. Практическое знакомство с оборудованием и тренажерами, которые будут использоваться в ходе обучения. Проверка начальных знаний и навыков обучающихся в форме беседы или анкетирования.

Тема 2. История развития БПЛА. Классификация и применение. Обзор российского рынка БПЛА. Ключевые российские производители и разработчики. Успехи Самарской области.

Теория: Этапы развития беспилотных летательных аппаратов. Классификация БПЛА по массе, дальности полета и назначению. Российский рынок БПЛА. Ключевые производители. Успехи Самарской области на примере АО «РКЦ «Прогресс», Кооперации с вузами (Самарский университет). Региональные проекты в Самарской области

Тема 3. Основы аэродинамики. Принципы полёта мультикоптера.

Теория: Основные физические принципы полета. Объяснение понятий подъемной силы, тяги, сопротивления. Принципы управления мультикоптером: крен, тангаж, рыскание, газ.

Тема 4. Конструкция БПЛА: рама, двигатели, пропеллеры.

Практика: Сборка и установка двигателей на раму. Балансировка пропеллеров.

Тема 5. Полетный контроллер и датчики (GPS, IMU).

Теория: Архитектура полетного контроллера. Назначение и принципы работы основных датчиков: гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометр, GPS-приемник.

Практика: Знакомство с популярными моделями полетных контроллеров (например, Pixhawk, NAZA). Визуальное определение датчиков на плате. Подключение полетного контроллера к компьютеру, знакомство с интерфейсом программы-конфигуратора.

Тема 6. Системы питания: аккумуляторы, ESC. Правила эксплуатации.

Практика: Проверка аккумуляторов, подключение и настройка ESC.

Тема 7. Радиоуправление и телеметрия.

Теория: Принципы работы аппаратуры радиоуправления. Диапазоны частот. Протоколы передачи телеметрических данных.

Тема 8. Сборка и разборка БПЛА.

Практика: Полная сборка квадрокоптера из комплектующих. Проверка правильности подключения всех компонентов.

Тема 9. Предполетная подготовка и проверка.

Теория: Последовательность предполетной проверки систем БПЛА.
Практика: Выполнение полного цикла предполетной подготовки: проверка соединений, калибровка датчиков, диагностика систем.

Тема 10. Основы пилотирования на симуляторе.

Теория: Основы ориентации в пространстве. Координатная система управления.
Практика: Отработка базовых навыков пилотирования на симуляторе: взлет, посадка, удержание позиции.

Тема 11. Отработка взлёта и посадки.

Практика: Практическое выполнение взлета и посадки на учебном БПЛА. Отработка плавности управления.

Тема 12. Ориентация в пространстве. Базовые манёвры.

Теория: Принципы пространственной ориентации аппарата.
Практика: Выполнение базовых маневров: движение по курсу, развороты, полет по квадрату, восьмерке.

Тема 13. Региональный компонент: применение БПЛА в Самарской области.

Теория: Обзор предприятий и организаций Самарской области, использующих БПЛА в своей деятельности: сельское хозяйство, мониторинг объектов, МЧС.
Практика: Анализ кейсов применения БПЛА в деятельности предприятий и организаций разных областей:

- Сельское хозяйство (Агрохолдинги «Ак Барс», «РусАгро» и др.): Применение БПЛА для мониторинга состояния посевов (NDVI-анализ), выявления болезней растений, подсчета всхожести, точного внесения удобрений и средств защиты растений. Экономический эффект от использования.
- Промышленность и мониторинг объектов (РКЦ «Прогресс», АО «КуйбышевАзот», «Сызранский НПЗ»): Использование дронов для инспекции высотных сооружений, трубопроводов, газгольдеров, нефтяных резервуаров и линий электропередач. Повышение безопасности и сокращение сроков обследования.
- МЧС России по Самарской области: Поисково-спасательные операции в труднодоступной местности (в т.ч. на Волге и Жигулевских горах). Мониторинг паводковой и пожарной обстановки (лесные и ландшафтные пожары). Доставка грузов в зоны ЧС.

- Строительство и архитектура: Использование БПЛА для создания 3D-моделей и карт строящихся объектов (например, мостов через Волгу), контроля объемов земляных работ.
- Транспортная инфраструктура: Мониторинг состояния автомобильных и железных дорог региона.
- Правовое регулирование: Особенности полетов в Самарской области, ограничения, связанные с близостью к крупным аэропортам (Курумоч) и режимными предприятиями.

Тема 14. Диагностика и устранение простых неисправностей.

Теория: Типовые неисправности БПЛА и методы их диагностики.

Практика: Выявление и устранение простых неисправностей: проверка соединений, замена пропеллеров, калибровка датчиков.

Тема 15. Итоговое занятие по модулю №1 «Основы аэродинамики и устройства БПЛА».

Теория: Контрольное тестирование по теоретическим вопросам модуля №1. Выполнение практического задания по сборке и предполетной подготовке БПЛА.

Практика: Комплексное практическое задание по усвоению навыков сборки, настройки и предполетной подготовки БПЛА.

МОДУЛЬ №2

«РАБОТА С СИСТЕМАМИ ТЕЛЕМЕТРИИ И НАСТРОЙКА»

Цель модуля: сформировать у обучающихся комплекс знаний и практических навыков по настройке, калибровке и диагностике систем БПЛА с использованием современных программных средств и телеметрии.

Задачи модуля:

- освоить принципы работы с основным программным обеспечением для настройки БПЛА (Mission Planner, QGroundControl);
- изучить методы калибровки датчиков и настройки полетных параметров;
- освоить techniques приема, записи и анализа телеметрических данных;
- развить навыки диагностики и устранения неисправностей в системах БПЛА;
- сформировать умение работать с полетными логами и анализировать данные;
- сформировать ответственность за качество проведенных настроек и диагностики

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- назначение и возможности программ Mission Planner и QGroundControl;
- протоколы передачи данных MAVLink и их особенности;
- методы калибровки компаса, акселерометра и других датчиков;
- основные параметры полетных контроллеров и их настройку;
- форматы и структуру полетных логов (dataflash logs);
- типовые неисправности систем БПЛА и методы их диагностики.

Обучающийся должен уметь:

- устанавливать и настраивать программное обеспечение для работы с БПЛА;
- проводить полную калибровку всех датчиков БПЛА;
- настраивать основные и расширенные параметры полетного контроллера;
- принимать и записывать телеметрические данные в полете;
- анализировать полетные логи и выявлять аномалии;
- диагностировать и устранять простые неисправности электронных систем;
- применять полученные знания для анализа данных мониторинга геоданных и экологической обстановки в Самарской области.

Обучающийся должен приобрести навык:

- профессиональной работы с ПО для настройки БПЛА;

- точной калибровки сенсорных систем;
- анализа телеметрических данных и полетных логов;
- диагностики электронных систем мультикоптера;
- оптимизации параметров полета для различных задач;
- работы с геоданными и их визуализации.

Учебно – тематический план модуля №2
Работа с системами телеметрии и настройка»

| № п/п | Наименование тем | Количество часов | | | Формы аттестации/ контроля |
|----------|--|------------------|--------|--------------|----------------------------------|
| | | Всего | Теория | Практик а | |
| 1. | Введение в программное обеспечение для БПЛА: Mission Planner, QGroundControl. Установка и интерфейс. | | | | практическая работа, наблюдение |
| 2. | Протокол передачи данных MAVLink: принципы работы, структура сообщений. | | | | опрос, беседа |
| 3. | Калибровка датчиков: компас, акселерометр, гироскоп. Практическое занятие. | | | | выполнение задания, отчет |
| 4. | Калибровка радиоаппаратуры: настройка пульта управления, приемника. | | | | проверка настройки |
| 5. | Основные параметры полетного контроллера: настройка режимов полета, стабилизации. | | | | тестирование, практикум |

| | | | | | |
|-----|--|--|--|--|----------------------------------|
| 6. | Расширенные параметры полетного контроллера: PID-настройки, фильтры. | | | | беседа, конспект |
| 7. | Настройка полетных режимов: позиционирование, альтхолд, автономные миссии. | | | | практическая работа |
| 8. | Телеметрия: прием и запись данных в реальном времени. Настройка каналов. | | | | демонстрация, беседа, наблюдение |
| 9. | Анализ телеметрических данных: работа с графиками, показания датчиков. | | | | анализ отчета |
| 10. | Полетные логи (dataflash logs): структура, форматы, методы записи. | | | | опрос, наблюдение |
| 11. | Инструменты для анализа логов: Log Analyzer, графические методы. | | | | практикум, экспресс-тест |
| 12. | Выявление аномалий в полетных логах: диагностика проблем по данным. | | | | решение кейсов |
| 13. | Региональный компонент: анализ геоданных мониторинга экологии Самарской области. | | | | мини-проект, наблюдение |
| 14. | Диагностика электронных систем: методы поиска неисправностей. | | | | практическое задание |
| 15. | Устранение неисправностей: | | | | мастер-класс, отчет, |

| | | | | | |
|-----|--|--|--|--|----------------------------------|
| | пайка, замена компонентов, перепрошивка. | | | | наблюдение |
| 16. | Оптимизация параметров полета для различных задач: съемка, мониторинг. | | | | обсуждение, рекомендации |
| 17. | Работа с геоданными: основы GPS, GLONASS, построение маршрутов. | | | | практикум, наблюдение |
| 18. | Визуализация геоданных: карты, тепловые карты, 3D-модели. | | | | создание визуализации |
| 19. | Интеграция данных: совмещение телеметрии и геоданных для анализа. | | | | практическая работа |
| 20. | Автоматизация процессов: написание скриптов для обработки данных. | | | | разработка скрипта |
| 21. | Подготовка к полетному заданию: комплексная проверка и настройка. | | | | демонстрация, наблюдение, беседа |
| 22. | Отработка действий в нештатных ситуациях: отказ датчиков, связь. | | | | симуляция, наблюдение |
| 23. | Практикум: полный цикл настройки БПЛА для конкретной задачи. | | | | зачетное задание |
| 24. | Анализ эффективности настройки: полетные | | | | анализ, отчет |

| | | | | | |
|-----|---|--|--|--|-------------------------------|
| | данные, корректировка. | | | | |
| 25. | Современные тенденции в настройке БПЛА: новые протоколы, ПО. | | | | практикум, работа по командам |
| 26. | Подготовка итогового проекта по модулю: выбор задачи, планирование. | | | | обсуждение, наблюдение |
| 27. | Защита итогового проекта по модулю: демонстрация навыков настройки. | | | | защита проекта |
| 28. | Итоговое занятие: контрольное тестирование по модулю №2 «Работа с системами телеметрии и настройка» | | | | контрольный тест по модулю №2 |
| | ИТОГО | | | | |

Содержание программы модуля №2 Работа с системами телеметрии и настройка»

Тема 1. Введение в программное обеспечение для БПЛА: Mission Planner, QGroundControl. Установка и интерфейс.

Практика: Установка и первоначальная настройка программного обеспечения. Подключение к полетному контроллеру.

Тема 2. Протокол передачи данных MAVLink: принципы работы, структура сообщений.

Теория: Изучение протокола MAVLink: архитектура, типы сообщений, структура данных. Назначение и особенности использования в беспилотной авиации.

Тема 3. Калибровка датчиков: компас, акселерометр, гироскоп. Практическое занятие.

Практика: Принципы калибровки датчиков. Требования к условиям проведения калибровки. Поэтапное выполнение калибровки компаса, акселерометра и гироскопа. Проверка корректности калибровки.

Тема 4. Калибровка радиоаппаратуры: настройка пульта управления, приемника.

Теория: Принципы настройки радиоаппаратуры. Калибровка стиков, настройка концевиков.

Практика: Практическая калибровка пульта управления и приемника. Проверка правильности настройки.

Тема 5. Основные параметры полетного контроллера: настройка режимов полета, стабилизации.

Практика: Настройка базовых параметров полетного контроллера. Проверка работы режимов стабилизации.

Тема 6. Расширенные параметры полетного контроллера: PID-настройки, фильтры.

Теория: Изучение расширенных параметров настройки: PID-регуляторы, фильтры сигналов. Влияние параметров на полетные характеристики.

Тема 7. Настройка полетных режимов: позиционирование, альтхолд, автономные миссии.

Теория: Принципы работы различных полетных режимов. Особенности настройки и использования.

Практика: Настройка и тестирование полетных режимов. Отработка переключения между режимами.

Тема 8. Телеметрия: прием и запись данных в реальном времени. Настройка каналов.

Теория: Принципы организации телеметрической связи. Настройка каналов передачи данных.

Практика: Настройка телеметрической связи. Запись данных в реальном времени.

Тема 9. Анализ телеметрических данных: работа с графиками, показания датчиков.

Теория: Методы анализа телеметрических данных. Чтение и интерпретация графиков.

Практика: Практическая работа с телеметрическими данными. Анализ показаний датчиков.

Тема 10. Полетные логи (dataflash logs): структура, форматы, методы записи.

Теория: Форматы и структура полетных логов. Методы записи и сбора данных.

Тема 11. Инструменты для анализа логов: Log Analyzer, графические методы.

Практика: Практическая работа с анализатором логов. Построение графиков и диаграмм.

Тема 12. Выявление аномалий в полетных логах: диагностика проблем по данным.

Теория: Методы выявления аномалий в полетных данных. Типовые проблемы и их признаки.

Практика: Анализ реальных полетных логов. Выявление и диагностика проблем.

Тема 13. Региональный компонент: анализ геоданных мониторинга экологии Самарской области.

Теория: Особенности экологического мониторинга в Самарской области. Использование БПЛА для сбора данных.

Тема 14. Диагностика электронных систем: методы поиска неисправностей.

Теория: Методы диагностики электронных систем БПЛА. Типовые неисправности и их признаки.

Практика: Практическая диагностика электронных систем. Поиск и идентификация неисправностей.

Тема 15. Устранение неисправностей: пайка, замена компонентов, перепрошивка.

Практика: Практическое устранение неисправностей: пайка, замена компонентов, перепрошивка.

Тема 16. Оптимизация параметров полета для различных задач: съемка, мониторинг.

Теория: Особенности настройки БПЛА для различных задач. Оптимизация

параметров полета.

Практика: Практическая настройка параметров для конкретных задач. Тестирование и оптимизация.

Тема 17. Работа с геоданными: основы GPS, GLONASS, построение маршрутов.

Практика: Практическая работа с геоданными. Построение и оптимизация маршрутов.

Тема 18. Визуализация геоданных: карты, тепловые карты, 3D-модели.

Теория: Методы визуализации геоданных. Форматы и инструменты визуализации.

Практика: Создание визуализаций геоданных: карты, тепловые карты, 3D-модели.

Тема 19. Интеграция данных: совмещение телеметрии и геоданных для анализа.

Практика: Практическая интеграция телеметрических и геоданных. Комплексный анализ.

Тема 20. Автоматизация процессов: написание скриптов для обработки данных.

Теория: Основы автоматизации обработки данных. Написание скриптов для анализа.

Практика: Написание и отладка скриптов для автоматической обработки данных.

Тема 21. Подготовка к полетному заданию: комплексная проверка и настройка.

Практика: Полная подготовка БПЛА к полетному заданию. Комплексная проверка систем.

Тема 22. Отработка действий в нештатных ситуациях: отказ датчиков, связь.

Теория: Протоколы действий в нештатных ситуациях. Отработка аварийных сценариев.

Практика: Практическая отработка действий в нештатных ситуациях. Симуляция отказов.

Тема 23. Практикум: полный цикл настройки БПЛА для конкретной задачи.

Практика: Полный цикл настройки БПЛА для конкретной практической задачи. От планирования до тестирования.

Тема 24. Анализ эффективности настройки: полетные данные, корректировка.

Теория: Методы анализа эффективности настройки БПЛА.

Практика: Анализ полетных данных после настройки. Внесение корректировок.

Тема 25. Современные тенденции в настройке БПЛА: новые протоколы, ПО.

Практика: Знакомство с интерфейсом и основными функциями современного ПО для настройки протоколов.

Тема 26. Подготовка итогового проекта: выбор задачи, планирование.

Теория: Методы планирования итогового проекта. Выбор и обоснование задачи.

Практика: Разработка плана итогового проекта. Подготовка необходимых ресурсов.

Тема 27. Защита итогового проекта: демонстрация навыков настройки.

Практика: Публичная защита итогового проекта. Демонстрация навыков настройки и анализа.

Тема 28. Итоговое занятие: контрольное тестирование по модулю №2 «Работа с системами телеметрии и настройка»

Теория: Контрольное тестирование по теоретическим вопросам модуля №2.

МОДУЛЬ №3

«ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА PYTHON»

Цель модуля: сформировать у обучающихся базовые компетенции в области программирования на языке Python для решения практических задач управления и автоматизации БПЛА.

Задачи модуля:

- освоить базовый синтаксис и основные конструкции языка Python;
- изучить принципы работы с библиотеками для программирования БПЛА

- освоить techniques написания скриптов для автоматизации полетных заданий;
- развить алгоритмическое и логическое мышление;
- сформировать умение читать, анализировать и отлаживать программный код;
- воспитать внимательность и аккуратность при написании кода;
- сформировать культуру документирования и тестирования программного обеспечения.

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- базовый синтаксис языка Python: переменные, типы данных, операторы;
- основные конструкции языка: условные операторы, циклы, функции;
- принципы работы с библиотеками: установка, импорт, использование;
- основы объектно-ориентированного программирования (классы, объекты);
- особенности библиотек DroneKit и PyMAVLink для работы с БПЛА;
- методы обработки исключений и ошибок в программах.

Обучающийся должен уметь:

- устанавливать и настраивать среду разработки для Python;
- писать и выполнять простые программы на Python;
- работать с основными типами данных и структурами;
- использовать условные операторы и циклы для управления потоком выполнения;
- создавать и использовать функции для организации кода;
- устанавливать и подключать внешние библиотеки;
- писать скрипты для автоматизации взлета, посадки и простых маневров БПЛА;
- обрабатывать телеметрические данные с помощью Python;

- читать и анализировать готовый код;
- находить и исправлять ошибки в программах.

Обучающийся должен приобрести навык:

- написания читаемого и структурированного кода;
- использования сред разработки (IDE) для Python;
- работы с документацией к библиотекам;
- отладки программ с помощью инструментов разработки;
- создания скриптов для автоматизации практических задач;
- обработки и анализа данных средствами Python;
- базового тестирования написанного кода.

Учебно – тематический план модуля №3 «Основы программирования на Python»

| № п/п | Наименование тем | Количество часов | | | Формы аттестации/ контроля |
|------------------|--|-------------------------|---------------|-----------------|---|
| | | Всего | Теория | Практика | |
| 1. | Введение в Python. Установка интерпретатора и среды разработки. | | | | опрос, беседа |
| 2. | Базовый синтаксис: переменные, типы данных, операторы. | | | | тестирование, наблюдение |
| 3. | Ввод и вывод данных. Форматирование строк. | | | | экспресс-тест, практикум |
| 4. | Условные операторы: if, elif, | | | | решение задач, наблюдение |
| 5. | Циклы: for, while. Управление циклом (break, continue). | | | | написание программ, наблюдение |
| 6. | Функции: определение, вызов, аргументы, возврат значений. | | | | создание функций |
| 7. | Работа со строками: методы, операции, | | | | практикум, наблюдение |

| | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|
| | срезы. | | | | |
| 8. | Списки: создание, методы, обработка. | | | | решение задач |
| 9. | Словари и кортежи: особенности и применение. | | | | практическая работа |
| 10. | Работа с файлами: чтение и запись данных. | | | | написание скриптов |
| 11. | Модули и пакеты. Установка библиотек через pip. | | | | практикум, наблюдение |
| 12. | Основы ООП: классы, объекты, методы. | | | | практикум, опрос |
| 13. | Библиотеки для работы с БПЛА: DroneKit, установка и настройка. | | | | экспресс-тест, наблюдение |
| 14. | Написание скрипта для автоматического взлета и посадки. | | | | защита скрипта |
| 15. | Разработка консольной игры «Высокий полёт» с применением изученных конструкций Python | | | | разработка консольной игры «Высокий полёт», наблюдение |
| 16. | Итоговое занятие: контрольное тестирование по модулю №3 «Основы программирования на Python». | | | | контрольный тест |
| | ИТОГО | | | | |

Содержание программы модуля №3 «Основы программирования на Python»

Тема 1. Введение в Python. Установка интерпретатора и среды разработки.

Теория: Знакомство с языком Python: история, особенности, области

применения. Обзор сред разработки (IDE).

Тема 2. Базовый синтаксис: переменные, типы данных, операторы.

Теория: Понятие переменной. Основные типы данных: целые числа, числа с плавающей точкой, строки, булевы значения.

Практика: Решение практических задач на использование переменных и операторов.

Тема 3. Ввод и вывод данных. Форматирование строк.

Практика: Написание программ с организацией ввода и вывода данных. Практика форматирования строк.

Тема 4. Условные операторы: if, elif, else.

Теория: Логические выражения. Операторы сравнения. Структура условных операторов.

Практика: Решение задач с использованием условных конструкций.

Тема 5. Циклы: for, while. Управление циклом (break, continue).

Теория: Понятие цикла. Виды циклов в Python. Операторы управления циклом.

Тема 6. Функции: определение, вызов, аргументы, возврат значений.

Теория: Понятие функции. Синтаксис объявления функций. Параметры и аргументы.

Практика: Создание пользовательских функций. Решение задач с использованием функций.

Тема 7. Работа со строками: методы, операции, срезы.

Практика: Практическое применение методов работы со строками.

Тема 8. Списки: создание, методы, обработка.

Теория: Понятие списка. Основные методы работы со списками.

Практика: Решение задач на обработку списков.

Тема 9. Словари и кортежи: особенности и применение.

Практика: Практическая работа со словарями и кортежами.

Тема 10. Работа с файлами: чтение и запись данных.

Теория: Методы работы с файлами. Режимы открытия файлов.
Практика: Написание программ для чтения и записи данных в файлы.

Тема 11. Модули и пакеты. Установка библиотек через pip.

Практика: Установка библиотек через pip. Импорт и использование модулей.

Тема 12. Основы ООП: классы, объекты, методы.

Практика: Создание простых классов и объектов.

Тема 13. Библиотеки для работы с БПЛА: DroneKit, установка и настройка.

Теория: Обзор библиотеки DroneKit. Возможности для работы с БПЛА.

Тема 14. Написание скрипта для автоматического взлета и посадки.

Теория: Ключевые команды DroneKit:, Необходимые предварительные условия, Важность ожидания, Базовый алгоритм (псевдокод).

Практика: Разработка скрипта для автоматизации взлета и посадки БПЛА.

Тема 15. Разработка консольной игры «Высокий полёт» с применением изученных конструкций Python

Практика: Разработка консольной игры «Высокий полёт» с дополнительными возможностями, используя все изученные конструкции Python.

Тема 16. Итоговое занятие: контрольное тестирование по модулю №3 «Основы программирования на Python».

Теория: Контрольное тестирование по теоретическим вопросам модуля.

МОДУЛЬ №4

«АВТОНОМНЫЕ ПОЛЕТЫ И РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»

Цель модуля: сформировать у обучающихся умение проектировать, программировать и выполнять автономные полёты БПЛА для решения практических задач, с акцентом на применение регионального компонента и участие в проектной деятельности.

Задачи модуля:

- освоить методы планирования автономных миссий;
- научиться программированию сложных сценариев полёта;
- отработать навыки обработки и анализа данных, полученных в ходе полёта;
- развить умение работать в команде над проектами;
- подготовить обучающихся к участию в региональных конкурсах и хакатонах.

Предметные ожидаемые результаты:

Обучающийся должен знать:

- принципы планирования автономных миссий;
- методы программирования полётных заданий с использованием Python и
- основы компьютерного зрения и обработки изображений;
- правила безопасности при проведении автономных полётов;
- особенности применения БПЛА в сельском хозяйстве, мониторинге, картографии.

Обучающийся должен уметь:

- составлять и загружать полётные миссии;
- программировать автономные полёты с обработкой телеметрии;
- анализировать и визуализировать данные, полученные с БПЛА;
- работать в команде над проектом;
- представлять и защищать результаты проекта.

Обучающийся должен приобрести навык:

- проектного мышления и командной работы;
- программирования автономных систем;
- анализа и интерпретации данных;
- публичных выступлений и защиты проектов.

Учебно – тематический план модуля №4
«Автономные полеты и решение практических задач»

| № п/п | Наименование тем | Количество часов | | | Формы аттестации/ контроля |
|----------|--|------------------|--------|----------|---|
| | | Всего | Теория | Практика | |
| 1. | Введение в автономные полеты. Планирование миссий. | | | | обсуждение, составление плана миссии |
| 2. | Программирование автономных полетов на Python с использованием | | | | написание и тестирование скрипта |
| 3. | Обработка телеметрии в реальном времени. | | | | анализ данных, построение графиков, экспресс-тест |
| 4. | Работа с компьютерным зрением: основы OpenCV для БПЛА. | | | | обработка изображений, распознавание объектов |
| 5. | Автоматизация сельскохозяйственных задач: мониторинг полей. | | | | практикум, создание карты поля, анализ вегетации |
| 6. | Мониторинг объектов инфраструктуры и экологической обстановки. | | | | съемка объектов, анализ данных |
| 7. | Создание 3D-карт и цифровых моделей местности. | | | | построение 3D-модели, визуализация |
| 8. | Создание 3D-карт и цифровых моделей местности. | | | | построение 3D-модели, визуализация |
| 9. | Подготовка к участию в хакатонах и конкурсах. | | | | разбор заданий, формирование команд |

| | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|
| 10. | Подготовка к участию в хакатонах и конкурсах. | | | | выполнение заданий |
| 11. | Разработка проекта для регионального конкурса. | | | | проектная документация, план реализации, разработка итогового продукта проекта |
| 12. | Разработка проекта для регионального конкурса. | | | | разработка итогового продукта проекта |
| 13. | Отработка полетных заданий в симуляторе. | | | | симуляция полета, отладка алгоритмов |
| 14. | Развитие БАС как элемент технологического суверенитета | | | | обсуждение, автономные полеты, решение практических задач |
| 15. | Региональный компонент: применение БПЛА в Самарской области. | | | | анализ кейсов, обсуждение |
| 16. | Итоговое тестирование по модулю №4 «Автономные полеты и решение практических задач». | | | | контрольный тест |
| 17. | Подведение итогов освоения программы «Программирование БПЛА» | | | | рефлексия, анкетирование, обсуждение результатов |
| | ИТОГО | | | | |

**Содержание программы модуля №4
«Автономные полеты и решение практических задач»**

Тема 1. Введение в автономные полеты. Планирование миссий.

Практика: Составление плана автономной миссии для учебной задачи (облет периметра заданной территории) с использованием специализированного ПО (Mission Planner/QGroundControl). Включение в план точек взлета, посадки, поворотных точек и задание действий в точках.

Тема 2. Программирование автономных полетов на Python с использованием DroneKit.

Теория: Введение в автономные полеты дронов, Архитектура взаимодействия с дроном через DroneKit, Основные понятия и объекты DroneKit, Этапы автономного полета

Практика: Написание скрипта на Python с использованием библиотеки DroneKit для реализации базового автономного полета (взлет, набор высоты, полет по заданным координатам, возврат в точку взлета, посадка). Тестирование и отладка скрипта на симуляторе (в SITL).

Тема 3. Обработка телеметрии в реальном времени.

Теория: Принципы организации потока телеметрических данных в реальном времени. Ключевые параметры для мониторинга (координаты GPS, высота, скорость, заряд батареи, статус полетных режимов).

Практика: Написание Python-скрипта для подключения к БПЛА, подписки на ключевые телеметрические атрибуты и их визуализации в реальном времени (построение простых графиков или вывод в консоль). Анализ полученных данных для оценки состояния системы.

Тема 4. Работа с компьютерным зрением: основы OpenCV для БПЛА.

Теория: Введение в компьютерное зрение. Области применения на БПЛА: навигация, поиск объектов, слежение. Краткий обзор библиотеки OpenCV и ее основных функций для работы с изображениями.

Практика: Установка OpenCV. Написание простейших скриптов для захвата изображения с виртуальной камеры (или загруженного фото), применения фильтров (размытие, определение границ), распознавания простых геометрических фигур или цветовых маркеров.

Тема 5. Автоматизация сельскохозяйственных задач: мониторинг полей.

Практика: Работа с данными (учебными снимками поля). Обработка изображений для выделения зон с различной растительностью. Создание

карты вегетационного индекса (упрощенная модель) и ее анализ для принятия гипотетических решений.

Тема 6. Мониторинг объектов инфраструктуры и экологической обстановки.

Теория: Использование БПЛА для инспекции строительных объектов, ЛЭП, трубопроводов. Применение в экологическом мониторинге: обнаружение несанкционированных свалок, оценка последствий ЧС, наблюдение за животными.

Практика: Анализ предоставленных фото- и видеоматериалов, сделанных с БПЛА. Составление отчета о выявленных дефектах инфраструктуры или экологических нарушениях по заданному шаблону.

Тема 7. Создание 3D-карт и цифровых моделей местности.

Практика: Планирование миссии аэрофотосъемки с перекрытием снимков для последующего построения 3D-модели. Обработка полученного набора снимков в специализированном ПО (например, OpenDroneMap, Agisoft Metashape (образовательная версия)) для создания ортомозаики и 3D-модели местности. Визуализация и измерение на полученной модели.

Тема 8. Создание 3D-карт и цифровых моделей местности.

Практика: Работа над ошибками, совершенствование навыков построения 3D-моделей. Создание модели более сложного объекта или местности. Экспорт результатов в различные форматы.

Тема 9. Подготовка к участию в хакатонах и конкурсах.

Практика: Изучение положений и регламентов реальных или учебных хакатонов по БПЛА. Разбор прошлых кейсов и задач. Формирование команд, распределение ролей (пилот, программист, аналитик данных), использование методов генерирования идей для проектов.

Тема 10. Подготовка к участию в хакатонах и конкурсах.

Практика: Выполнение тренировочного задания, аналогичного конкурсному: ограниченное время, конкретная техническая проблема. Отработка командного взаимодействия и презентации решения.

Тема 11. Разработка проекта для регионального конкурса.

Теория: Основы проектной деятельности: от идеи к реализации. Структура проекта: актуальность, цель, задачи, план, ожидаемые результаты. Требования к оформлению проектной документации.

Практика: Выбор актуальной для Самарской области проблемы (на основе идей, предложенных в региональном компоненте). Формулировка цели и задач проекта. Разработка детального плана реализации, включая технические аспекты (необходимое ПО, оборудование, алгоритмы).

Тема 12. Разработка проекта для регионального конкурса.

Практика: Реализация проекта: написание кода для автономного полета и обработки данных, проведение съемки, обработка материалов, анализ результатов. Подготовка финального продукта (отчет, модель, презентация).

Тема 13. Отработка полетных заданий в симуляторе.

Практика: Проведение комплексных автономных полетов в симуляторе (например, jMAVSim, Gazebo) по заранее подготовленным миссиям. Отработка действий в нештатных ситуациях (потеря связи, отказ датчика) через внесение изменений в код и его отладку.

Тема 14. Развитие БАС как элемент технологического суверенитета

Практика: Автономные полеты и решение практических задач на примерах успешных российских проектов в области автономной навигации и компьютерного зрения.

Тема 15. Региональный компонент: применение БПЛА в Самарской области.

Теория: Углубленный анализ кейсов использования БПЛА на предприятиях Самарской области (АО «РКЦ «Прогресс», Агрохолдинг «Василина», мониторинг объектов Жигулевского заповедника, инспекция нефтепроводов). Обсуждение специфических технических и программных задач, стоящих перед регионом.

Тема 16. Итоговое тестирование по модулю №4 «Автономные полеты и решение практических задач».

Теория: Контрольное тестирование, проверяющее усвоение теоретических основ модуля: принципы автономных полетов, методы обработки данных, особенности применения БПЛА в различных отраслях.

Тема 17. Подведение итогов освоения программы «Программирование

БПЛА».

Теория: Анкетирование обучающихся для сбора обратной связи об программе. Совместное обсуждение достигнутых результатов, пройденного пути и приобретенных компетенций. Обзор возможностей обучающихся в дальнейшем развитии БПЛА и IT в Самарской области.

РАЗДЕЛ «ВОСПИТАНИЕ»

Целевой компонент

Целью воспитательной работы является развитие социально ответственной, патриотически настроенной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, формирование общероссийской гражданской идентичности через практическую деятельность в сфере высоких технологий.

Задачи воспитания:

- формирование осознания личной роли в обеспечении технологического суверенитета Российской Федерации;
- воспитание гражданской ответственности и патриотизма через изучение вклада отечественных предприятий и специалистов в развитие беспилотных технологий;
- формирование культуры безопасного и ответственного отношения к сложной технике и окружающей среде;
- развитие лидерских качеств, навыков командной работы и взаимопомощи в проектной деятельности;
- воспитание уважения к инженерному труду и традициям российского инженерного образования.

Ожидаемые воспитательные результаты:

- сформированность чувства гордости и патриотизма через осознание вклада в технологическое развитие региона и страны
- ответственное и безопасное отношение к использованию сложных технических систем и работе в коллективе;
- готовность к осознанному профессиональному самоопределению в сфере ИТ и высоких технологий на благо России;
- развитые навыки конструктивного взаимодействия, командной работы и публичной защиты своих идей.

Содержательный компонент

Методы воспитания:

- метод убеждения (обсуждение роли технологического суверенитета, примеров отечественных разработок, в том числе развитие данного направления в Самарской области);
- метод положительного примера (встречи с инженерами АО «РКЦ «Прогресс»», изучение биографий выдающихся российских конструкторов);
- метод упражнений (регулярное соблюдение правил безопасности, протоколов предполетной подготовки);

- метод проектов (коллективная разработка социально-значимых проектов для Самарской области);
- метод развития самоконтроля и самооценки (ведение цифрового портфолио, заполнение карт самооценки).

Формы воспитательной работы:

- проектная деятельность (разработка решений для мониторинга экологической обстановки, сельскохозяйственных угодий, памятников архитектуры Самарской области);
- встречи с экспертами и профессионалами (специалисты АО «РКЦ «Прогресс»», Агрохолдинга «Василина», Самарского университета);
- участие в региональных и всероссийских конкурсах, хакатонах (Интеллектуальная олимпиада ПФО);
- экскурсии на высокотехнологичные предприятия региона;
- публичные защиты проектов перед экспертной комиссией с привлечением экспертов

Работа с родителями (законными представителями) осуществляется в форме:

- родительских собраний и индивидуальных консультаций;
- открытых занятий и демонстрационных полетов;
- совместных мероприятий (профориентационные встречи, экскурсии);
- анкетирования и опросов для получения обратной связи (Приложение 7).

Диагностика результатов воспитательной работы осуществляется с помощью:

- педагогического наблюдения (фиксация активности, инициативности, соблюдения норм безопасности);
- анализа продуктов проектной деятельности (социальная значимость идей, глубина проработки регионального компонента);
- системы мониторинга динамики развития (Приложение 6);
- карт самооценки и взаимооценки (Приложение 11);
- социологических опросов обучающихся и родителей (Приложение 7).

Организационный компонент

Воспитательная работа осуществляется на базе СП «ЦВР» ГБОУ СОШ «Центр образования» пос. Варламово в рамках учебных занятий, а также на выездных площадках предприятий-партнеров и в рамках участия в региональных и областных мероприятиях / конкурсах / хакатонах. Особые условия организации воспитания обусловлены технической направленностью программы и включают:

- обязательное соблюдение строгих норм безопасности при работе с электрооборудованием и проведении полетов;
- формирование групп с учетом не только возрастных, но и психофизиологических особенностей обучающихся для безопасной работы со сложным оборудованием;
- активное использование ресурсов социальных партнеров для профориентационной и воспитательной работы.

Календарный план воспитательной работы (подробно представлен в Приложении 3).

РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

I. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Формы занятий и технологии организации

- Практикумы (отработка навыков программирования, сборки, настройки) с использованием инженерных технологий;
- Проектная деятельность (разработка автономных систем) с применением сетевых технологий (GitHub);
- Симуляционные занятия (отладка алгоритмов) с использованием компьютерно-мультипликационных технологий (3D-симуляторы);
- Экскурсии и мастер-классы (на предприятия Самарской области);
- Соревнования и хакатоны (решение прикладных задач за ограниченное время).

2. Приемы и методы организации образовательного процесса

- Дифференцированное обучение (разноуровневые задания);
- Проблемное обучение (решение кейсов от предприятий-партнеров);
- Проектные методы (от идеи до летных испытаний);
- Командная работа (распределение ролей в проектах).

3. Дидактические материалы

- Авторские методические пособия по модулям программы;
- С
- Библиотека готовых Python-скриптов для типовых задач;
- Кейсы реальных проектов предприятий Самарской области.

и

4. Комплекс оценочных материалов:

Многоуровневая диагностика:

- Стартовый потенциал: Анкета входного контроля (Приложение 3) анализирует не только базовые знания, но и мотивационный профиль, карьерные ожидания и уровень развития soft skills;
- Прогресс в реальном времени: Чек-листы практических навыков (Приложение 9) фиксируют освоение каждого операционного действия - от калибровки сенсоров до разработки сложных автономных алгоритмов;
- Глубина понимания: Тестовые задания 4-х уровней сложности (Приложение 10) - от базовых вопросов до экспертных кейсов по проектированию комплексных систем

т

Формирующее оценивание для персонального роста:

- Прозрачные критерии: Критериальные карты оценки проектов (Приложение 8) определяют 25 параметров достижения «высокого уровня»

ц

и

й

п

о

- с профессиональными требованиями;
- Развитие метапредметных навыков: Карты само- и взаимооценки (Приложение 11) формируют критическое мышление, рефлексивные способности и культуру конструктивной обратной связи;
- Мотивационный трекинг: Инновационная система мотивационных наклеек (Приложение 12) визуализирует персональные достижения, создавая позитивную образовательную среду

Проектно-ориентированная итоговая аттестация:

Защита финального проекта по профессиональным критериям (Приложение 3) оценивает: техническую сложность и инновационность решения, качество промышленного программирования (Python), практическую значимость для экономики Самарской области, навыки публичной защиты и эффективность командной работы

Цифровая образовательная экосистема:

- Система мониторинга динамики развития (Приложение 6) - трекинг персонального прогресса по 15+ компетенциям;
- Цифровые шаблоны проектной документации;
- Конкурентоспособное цифровое портфолио, которое представляет готовый пакет достижений (код, 3D-модели, видео тест-полетов) для поступления в вузы и участие в федеральных олимпиадах и конкурсах.

Методическое обеспечение

Основные принципы, положенные в основу программы:

- Принцип доступности и учета индивидуальных особенностей обучающихся;
- Принцип демократичности, равноуровневости и конвергентности;
- Принцип системности и последовательности подачи материала.

Кадровое обеспечение:

- Реализация программы обеспечивается педагогом дополнительного образования с профильным образованием в области: информационных технологий, робототехники, электроники и программирования;
- Педагог, реализующий программу, должен владеть: языком программирования Python, работой с полетными контроллерами и ПО для БПЛА, основами аэродинамики и техники безопасности, методиками проектного обучения и оценивания;
- Привлечение приглашенных экспертов из: АО «РКЦ «Прогресс»», Агрохолдинга «Василина», Самарского национального исследовательского

университета имени академика С.П. Королева, СГАУ и других технических вузов Самарской области для проведения: Мастер-классов и профильных лекций по актуальным направлениям развития БАС. Консультаций по проектным работам обучающихся, особенно в рамках подготовки к региональным конкурсам и хакатонам. Оценки итоговых проектов в составе экспертной комиссии.

Внешние связи и сетевое взаимодействие»

Программа реализуется с использованием ресурсов и инфраструктуры социальных партнеров, что обеспечивает ее практико-ориентированный характер и профориентационную направленность.

Формы сотрудничества:

- Сетевые образовательные программы: Совместно с 40 образовательными организациями Западного управления министерства образования Самарской области реализуются модули программы на основании договора о совместной деятельности;
- Стажировки и проектная практика: Обучающиеся, успешно освоившие программу, могут быть направлены на краткосрочные стажировки или привлечены к решению реальных задач на предприятиях-партнерах на основании заключенного договора;
- Доступ к инфраструктуре: Организация выездных занятий и полетных испытаний на специализированных площадках в рамках реализации Федерального проекта «Стимулирование спроса на отечественные беспилотные авиационные системы» (БАС) на базе СП «ЦВР» ГБОУ СОШ «Центр образования» пос. Варламово;
- Участие в конкурсных мероприятиях: Программа готовит обучающихся к участию в хакатонах и олимпиадах на основании Распоряжения Министерства образования Самарской области №1161р «Об утверждении Плана мероприятий популяризации сферы беспилотных авиационных систем среди детей и молодежи Самарской области в 2025/2026 учебном году.

II. Материально-техническое обеспечение

1. Характеристики помещений и инфраструктуры

Специализированный учебно-лабораторный комплекс площадью не менее 40 м², включающий:

- Зону для теоретических занятий и программирования;
- Инженерно-монтажную зону для сборки, настройки и ремонта БПЛА;
- Зону безопасного хранения и зарядки LiPo-аккумуляторов;
- Серверную стойку для организации локальной сети и телеметрии;
- Закрытая огороженная летная зона (размером не менее 20×20 м) для проведения испытаний и отработки автономных полетов;

- Высокоскоростной проводной и беспроводной интернет (Wi-Fi 5 ГГц) для работы с облачными симуляторами и базами данных.

2. Перечень оборудования и технических средств

- Учебные БПЛА: 5+ комплексов на группу на базе открытых платформ (Pixhawk 4/Cube) с полным набором датчиков (GPS, IMU, барометр, телеметрия);
- Радиооборудование: аппаратура управления (Radiomaster, FlySky), цифровые видеопередатчики (DJI FPV, Walksnail);
- Измерительные и диагностические комплексы: мультиметры, анализаторы аккумуляторов, тепловизоры, паяльные станции, осциллографы.

Вычислительная инфраструктура:

- Компьютерный класс с ПК (Intel i5/Ryzen 5, 16 ГБ ОЗУ, SSD)
- Предустановленное ПО: Python 3.8+, ROS, DroneKit, Mission Planner, QGroundControl, OpenCV, Agisoft Metashape
- Симуляционные системы: лицензии на jMAVSim, Gazebo с поддержкой HITL (Hardware-in-the-Loop)
- Средства визуализации: интерактивная панель 75", проектор с экраном, VR-шлемы для FPV-пилотирования

3. Расходные материалы и комплектующие

- Энергетические системы: LiPo-аккумуляторы 3S (10+ шт. на группу), зарядные станции, противопожарные боксы;
- Конструкционные компоненты: запасные рамы (квадро-, гексакоптерные), двигатели (BLDC), ESC-регуляторы, пропеллеры различных типов;
- Электроника и соединения: наборы датчиков (LiDAR, ToF, мультиспектральные камеры), платы расширения, кабельные сборки, коммутационные панели;
- Ремонтные комплексы: станции для пайки (припой, флюс, демонтажные пистолеты), 3D-принтер для оперативного производства деталей;
- Носители информации: карты памяти microSD (Class 10) для записи телеметрии и видео, внешние SSD-накопители.

4. Обеспечение безопасности:

- Комплект СИЗ: защитные очки, перчатки, огнетушители химические и углекислотные
- Система видеомониторинга летной зоны
- Групповые радиостанции для координации во время полетных испытаний

ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ПРОГРАММЫ

Акселерометр — датчик, измеряющий кажущееся ускорение объекта. В БПЛА используется для определения ориентации аппарата в пространстве.

Альтхолд (Alt Hold, Barometer Hold) — режим полета, в котором БПЛА автоматически удерживает заданную высоту с помощью барометра.

Аэродинамика — раздел физики, изучающий законы движения воздуха и сил, действующих на тела, движущиеся в воздухе. В программе рассматривается применительно к полету мультикоптера.

Автономный полет — полет БПЛА, при котором аппарат выполняет заранее заданную миссию (полетное задание) без непосредственного управления оператором.

БАС (Беспилотная авиационная система) — комплекс, включающий в себя беспилотный летательный аппарат (БПЛА), пункт управления, средства связи и наземную инфраструктуру.

БПЛА (Беспилотный летательный аппарат) — летательный аппарат без экипажа на борту, управляемый дистанционно или в автономном режиме. В быту часто называется «дрон».

Барометр — датчик, измеряющий атмосферное давление. В БПЛА используется для определения и удержания высоты.

Взлетно-посадочное устройство (ВПУ) — часть конструкции БПЛА, обеспечивающая взлет и посадку.

Геоданные — цифровые данные о местности, объектах и явлениях, связанные с их географическим положением.

Геоинформационные системы (ГИС) — системы сбора, хранения, анализа и визуализации геоданных.

Гироскоп — датчик, измеряющий скорость вращения объекта вокруг своих осей. В связке с акселерометром составляет основу IMU.

ГЛОНАСС — российская спутниковая система навигации. Используется в БПЛА для определения координат вместе с GPS.

— глобальная система позиционирования, спутниковая система навигации. Используется для определения точных координат БПЛА.

Датчики — устройства, преобразующие измеряемую физическую величину (ускорение, давление, магнитное поле) в сигнал для дальнейшей обработки полетным контроллером.

— библиотека на языке Python, упрощающая написание кода для управления БПЛА через протокол MAVLink.

Дрон — распространенное бытовое название БПЛА.

IMU (Inertial Measurement Unit, Инерциальный измерительный блок) — совокупность датчиков (гироскопов, акселерометров, иногда магнитометров), которая измеряет параметры движения и ориентации БПЛА в пространстве.

Калибровка — процесс настройки датчиков или оборудования для обеспечения их точной и корректной работы (например, калибровка компаса,

акселерометра).

Компас (Магнитометр) — датчик, определяющий ориентацию БПЛА относительно магнитного поля Земли, то есть направление на север.

Компьютерное зрение — область искусственного интеллекта, позволяющая машинам «видеть» и интерпретировать визуальную информацию. В БПЛА используется для навигации и распознавания объектов.

Квадрокоптер — тип мультикоптера с четырьмя двигателями и пропеллерами.

LiPo-аккумулятор (Литий-полимерный) — тип перезаряжаемых батарей, широко используемый в БПЛА благодаря высокой энергоемкости и способности отдавать большой ток.

Лог (Полетный лог, dataflash log) — файл, в который записываются все телеметрические данные и действия систем БПЛА во время полета для последующего анализа.

— открытый протокол для передачи данных между БПЛА и наземной станцией управления. Является стандартом де-факто в любительской и профессиональной беспилотной авиации.

— популярное программное обеспечение с открытым исходным кодом для настройки, планирования миссий и управления БПЛА, работающими на платформе ArduPilot.

Мультикоптер — тип БПЛА с несколькими (от 3 и более) винтами, расположенными в одной плоскости. Наиболее распространенная конструкция для малых БПЛА.

Мультиспектральная камера — камера, способная снимать в нескольких узких диапазонах спектра света. Используется в сельском хозяйстве для анализа состояния растений (например, расчета NDVI).

— нормализованный относительный индекс растительности. Рассчитывается на основе данных мультиспектральной съемки и показывает плотность и здоровье растительности.

— библиотека с открытым исходным кодом для компьютерного зрения, обработки изображений и машинного обучения. Используется в проектах с БПЛА для анализа видеопотока.

Ортофотоплан (ортомозаика) — фотоплан местности, созданный из множества снимков, совмещенных и исправленных с учетом рельефа, что обеспечивает единый масштаб по всей площади.

PID-регулятор (Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор) — алгоритм управления, используемый в полетных контроллерах для стабилизации БПЛА. Настройка PID-коэффициентов влияет на отзывчивость и плавность полета.

Пилотирование — процесс управления БПЛА.

Полетное задание (миссия) — заранее составленный план автономного полета, включающий набор точек (координат), которые должен посетить БПЛА, и действия в этих точках.

Полетный контроллер (autopilot) — «мозг» БПЛА, микрокомпьютер, который обрабатывает данные с датчиков и управляет двигателями для стабилизации и выполнения полетных заданий (например, Pixhawk, Cube).

Пропеллер (воздушный винт) — создает тягу для полета БПЛА.

Проектная деятельность — форма организации обучения, при которой обучающиеся самостоятельно планируют и реализуют практический проект от идеи до готового результата.

Рама — основная конструкция БПЛА, к которой крепятся все компоненты.

Региональный компонент — часть образовательной программы, которая связывает изучаемый материал с социально-экономическим и технологическим контекстом Самарской области.

Симулятор полетов (SITL - Software In The Loop) — программа, имитирующая полет и физику БПЛА. Позволяет тестировать код и отрабатывать навыки пилотирования без риска повредить реальный аппарат.

Soft Skills (гибкие навыки) — надпрофессиональные навыки, такие как командная работа, коммуникация, креативность, решение проблем и управление проектами.

Тангаж (pitch) — угол продольного наклона БПЛА (носом вверх/вниз).

Телеметрия — процесс автоматической передачи данных с БПЛА на наземную станцию в реальном времени (координаты, высота, скорость, заряд батареи и т.д.).

Технологический суверенитет — способность государства самостоятельно разрабатывать и производить критические технологии, обеспечивая свою независимость.

Управление по радиочастоте (RC) — дистанционное управление БПЛА с помощью пульта (аппаратуры управления).

Фреймворк — программная платформа, определяющая структуру приложения и облегчающая его разработку (например, DroneKit является фреймворком для программирования БПЛА).

Цифровая модель местности (ЦММ) — трехмерная компьютерная модель рельефа и объектов местности, созданная на основе данных аэрофотосъемки с БПЛА.

Чек-лист — контрольный список, используемый для проверки выполнения определенных действий или наличия навыков (например, чек-лист предполетной подготовки).

ESC (Electronic Speed Controller, Электронный регулятор скорости) — устройство, которое управляет скоростью и направлением вращения бесколлекторного двигателя БПЛА на основе сигналов от полетного контроллера.

— высокоуровневый язык программирования, широко используемый для автоматизации задач, анализа данных и, в контексте программы, для написания скриптов управления БПЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые документы:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
3. Постановление Правительства РФ от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями электронного обучения и дистанционных образовательных технологий».
4. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента РФ).
5. Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2030 года.
6. Национальные проекты: «Образование», «Беспилотные авиационные системы».

Методическая и научно-популярная литература:

1. Горский, В.А. Основы технического творчества / В.А. Горский, А.А. Попов, М.С. Чванова.
2. Выготский, Л.С. Мышление и речь — теория развивающего обучения.
3. Давыдов, В.В. Теория развивающего обучения.
4. Гальперин, П.Я. Введение в психологию — поэтапное формирование умственных действий.
5. Макаренко, А.С. Педагогическая поэма — воспитание в коллективе.
6. Сухомлинский, В.А. О воспитании — значение труда и ответственности.

Специализированная техническая литература:

1. Браун, П. Программирование беспилотников с помощью Python и DroneKit / Paul Brown. — O'Reilly Media, 2020.
2. Тан, К. Беспилотные летательные аппараты: проектирование, разработка и применение / К.Н. Tan. — CRC Press, 2021.
3. Майер, Д. Практическое компьютерное зрение с OpenCV и Python / Daniel Maier. — 2022.
4. Официальная документация ArduPilot: <https://ardupilot.org>
5. Официальная документация QGroundControl:

6. О
ф
и
ц
и
а
л
ь

Отечественный опыт и технологический суверенитет:

- Стратегия развития беспилотной авиации в Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года;
- Материалы с официальных сайтов компаний: ZALA Aero Group (входит в АО «Калашников»), ГК «Аэроксо»;
- Статьи и обзоры о применении российских БПЛА в сельском хозяйстве, геодезии, МЧС (ресурсы «Российская газета», портал «Глобальные вызовы»).

Региональные и проектные материалы:

1. Материалы по применению БПЛА в сельском хозяйстве Самарской области (на основе кейсов Агрохолдинга «Василина»).
2. Информация о промышленном использовании беспилотных технологий в АО «РКЦ «Прогресс»».
3. Положения о региональных и всероссийских конкурсах и хакатонах по программированию БПЛА.

Приложение 1
«Календарный учебный график»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

Календарный учебный график

| № п/п | Дата проведения занятий | Время проведения занятий | Количество часов | Тема занятия | Форма занятия | Место проведения | Форма контроля |
|--|--|---|-----------------------------|---|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Модуль 1: Основы аэродинамики и устройства БПЛА (23 часа) | | | | | | | |
| 1. | | 15:30–17:00 | | Вводное занятие. Техника безопасности | Лекция, инструктаж | Кабинет №6 (центр БАС) | Входной контроль |
| 2. | | 16:20–17:00 | | История развития БПЛА. Классификация | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Опрос |
| 3. | | 15:30–17:00 | | Основы аэродинамики. Принципы полёта | Лекция, демонстрация | Кабинет №6 (центр БАС) | Тестирование |
| 4. | | 16:20–17:00 | | Конструкция БПЛА: рама, двигатели, пропеллеры | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Экспресс-тест |
| 5. | | 15:30–17:00 | | Полетный контроллер и датчики | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Устный опрос |
| 6. | | 16:20–17:00 | | Системы питания: аккумуляторы, | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Решение кейсов |
| 7. | | 15:30–17:00 | | Радиоуправление и телеметрия | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 8. | | 16:20–17:00 | | Сборка и разборка БПЛА | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 9. | | 15:30–17:00 | | Предполетная подготовка и проверка | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Зачётное упражнение |
| 10. | | 16:20–17:00 | | Основы пилотирования на симуляторе | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Демонстрация навыков |

| | | | | | | | |
|--|--|-------------|--|--|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| 11. | | 15:30–17:00 | | Отработка взлёта и посадки | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Практическое задание |
| 12. | | 16:20–17:00 | | Ориентация в пространстве. Базовые манёвры | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 13. | | 15:30–17:00 | | Региональный компонент: применение БПЛА в Самарской области | Беседа, обсуждение | Кабинет №6 (центр БАС) | Опрос |
| 14. | | 16:20–17:00 | | Диагностика и устранение простых неисправностей | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Решение задач |
| 15. | | 15:30–17:00 | | Итоговое занятие по модулю №1 | Тестирование, практика | Кабинет №6 (центр БАС) | Контрольный тест |
| Модуль 2: Работа с системами телеметрии и настройка (42 часа) | | | | | | | |
| 16. | | 16:20–17:00 | | Введение в ПО: Mission Planner, QGroundControl | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 17. | | 15:30–17:00 | | Протокол MAVLink: принципы работы | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Опрос |
| 18. | | 16:20–17:00 | | Калибровка датчиков: компас, акселерометр | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Отчёт |
| 19. | | 15:30–17:00 | | Калибровка радиоаппаратуры | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Проверка настройки |
| 20. | | 16:20–17:00 | | Основные параметры полетного контроллера | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Тестирование |
| 21. | | 15:30–17:00 | | Расширенные параметры: PID- настройки | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Конспект |
| 22. | | 16:20–17:00 | | Настройка полетных режимов | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Практическая работа |
| 23. | | 15:30–17:00 | | Телеметрия: приём и запись данных | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Демонстрация |
| 24. | | 16:20–17:00 | | Анализ телеметрических данных | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Анализ отчёта |
| 25. | | 15:30–17:00 | | Полетные логи: структура, методы записи | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Опрос |

| | | | | | | | |
|-----|--|-------------|--|---|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| 26. | | 16:20–17:00 | | Инструменты для анализа логов | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Экспресс-тест |
| 27. | | 15:30–17:00 | | Выявление аномалий в полетных логах | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Решение кейсов |
| 28. | | 16:20–17:00 | | Региональный компонент: анализ геоданных | Мини-проект | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 29. | | 15:30–17:00 | | Диагностика электронных систем | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Практическое задание |
| 30. | | 16:20–17:00 | | Устранение неисправностей: пайка, замена | Мастер-класс | Кабинет №6 (центр БАС) | Отчёт |
| 31. | | 15:30–17:00 | | Оптимизация параметров полета | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Обсуждение |
| 32. | | 16:20–17:00 | | Работа с геоданными: GPS, | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 33. | | 15:30–17:00 | | Визуализация геоданных: карты, 3D-модели | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Создание визуализации |
| 34. | | 16:20–17:00 | | Интеграция данных: телеметрия + геоданные | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Практическая работа |
| 35. | | 15:30–17:00 | | Автоматизация процессов: написание скриптов | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Разработка скрипта |
| 36. | | 16:20–17:00 | | Подготовка к полетному заданию | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Демонстрация |
| 37. | | 15:30–17:00 | | Отработка действий в нештатных ситуациях | Симуляция | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 38. | | 16:20–17:00 | | Практикум: полный цикл настройки БПЛА | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Зачётное задание |
| 39. | | 15:30–17:00 | | Анализ эффективности настройки | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Анализ, отчёт |
| 40. | | 16:20–17:00 | | Современные тенденции в настройке БПЛА | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Работа в командах |
| 41. | | 15:30–17:00 | | Подготовка итогового проекта по модулю | Обсуждение | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |

| | | | | | | | |
|--|--|-------------|--|---|-------------------|------------------------|---------------------|
| 42. | | 16:20–17:00 | | Защита итогового проекта по модулю | Защита проекта | Кабинет №6 (центр БАС) | Защита проекта |
| 43. | | 15:30–17:00 | | Итоговое занятие по модулю №2: контрольное тестирование | Тестирование | Кабинет №6 (центр БАС) | Контрольный тест |
| Модуль 3: Основы программирования на Python (24 часа) | | | | | | | |
| 44. | | 16:20–17:00 | | Введение в Python. Установка интерпретатора | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Опрос |
| 45. | | 15:30–17:00 | | Базовый синтаксис: переменные, типы данных | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Тестирование |
| 46. | | 16:20–17:00 | | Ввод и вывод данных. Форматирование строк | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Экспресс-тест |
| 47. | | 15:30–17:00 | | Условные операторы: if, elif, else | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Решение задач |
| 48. | | 16:20–17:00 | | Циклы: for, while. Управление циклом | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Написание программ |
| 49. | | 15:30–17:00 | | Функции: определение, вызов, аргументы | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Создание функций |
| 50. | | 16:20–17:00 | | Работа со строками: методы, срезы | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 51. | | 15:30–17:00 | | Списки: создание, методы, обработка | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Решение задач |
| 52. | | 16:20–17:00 | | Словари и кортежи: особенности | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Практическая работа |
| 53. | | 15:30–17:00 | | Работа с файлами: чтение и запись | Лекция, практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Написание скриптов |
| 54. | | 16:20–17:00 | | Модули и пакеты. Установка библиотек | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 55. | | 15:30–17:00 | | Основы ООП: классы, объекты, методы | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Опрос |
| 56. | | 16:20–17:00 | | Библиотеки для работы с БПЛА: | Лекция | Кабинет №6 (центр БАС) | Экспресс-тест |
| 57. | | 15:30–17:00 | | Написание скрипта для | Практикум | Кабинет №6 | Защита скрипта |

| | | | | | | | |
|--|--|-------------|--|---|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | | автоматического взлёта и посадки | | (центр БАС) | |
| 58. | | 16:20–17:00 | | Разработка консольной игры «Высокий полёт» | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Наблюдение |
| 59. | | 15:30–17:00 | | Итоговое занятие по модулю №3: контрольное тестирование | Тестирование | Кабинет №6 (центр БАС) | Контрольный тест |
| Модуль 4: Автономные полеты и решение практических задач (25 часов) | | | | | | | |
| 60. | | 16:20–17:00 | | Введение в автономные полеты. Планирование миссий | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Составление плана |
| 61. | | 15:30–17:00 | | Программирование автономных полетов на Python с DroneKit | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Написание скрипта |
| 62. | | 16:20–17:00 | | Обработка телеметрии в реальном времени | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Анализ данных |
| 63. | | 15:30–17:00 | | Работа с компьютерным зрением: основы OpenCV | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Обработка изображений |
| 64. | | 16:20–17:00 | | Автоматизация сельскохозяйственных задач: мониторинг полей | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Создание карты поля |
| 65. | | 15:30–17:00 | | Мониторинг объектов инфраструктуры и экологии | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Съёмка, анализ данных |
| 66. | | 15:30–17:00 | | Создание 3D-карт и цифровых моделей местности | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Построение 3D-модели |
| 67. | | 15:30–17:00 | | Создание 3D-карт и цифровых моделей местности (продолжение) | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Визуализация |
| 68. | | 16:20–17:00 | | Подготовка к участию в хакатонах и конкурсах | Обсуждение | Кабинет №6 (центр БАС) | Формирование команд |
| 69. | | 15:30–17:00 | | Подготовка к участию в хакатонах (практика) | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Выполнение заданий |
| 70. | | 16:20–17:00 | | Разработка проекта для регионального конкурса | Проектная деятельность | Кабинет №6 (центр БАС) | Документация |
| 71. | | 15:30–17:00 | | Разработка проекта для регионального конкурса | Проектная деятельность | Кабинет №6 (центр БАС) | Разработка продукта |

| | | | | | | | |
|-----|--|-------------|--|--|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | | (продолжение) | | | |
| 72. | | 16:20–17:00 | | Отработка полетных заданий в симуляторе | Практикум | Кабинет №6 (центр БАС) | Отладка алгоритмов |
| 73. | | 15:30–17:00 | | Итоговое занятие: технологический суверенитет, региональный компонент и подведение итогов | Лекция, обсуждение, рефлексия | Кабинет №6 (центр БАС) | Анализ кейсов, анкетирование |

Приложение 2
«Календарный план воспитательной работы»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

Календарный план воспитательной работы

| № | Название события, мероприятия | Месяц | Форма работы | Практический результат и информационный продукт |
|----|---|----------------|---|---|
| 1. | «Технологии добрых дел» | В течение года | Реализация социальных проектов по запросу местного сообщества (например, помощь в съемке мероприятий, создание 3D-моделей для объектов социальной значимости) | Банк социальных проектов. Благодарности от организаций и жителей. Посты в соцсетях с хештегом #ТехнологииДобрыхДел. |
| 2. | «Технологии для региона: вклад Самарской области в развитие БПЛА» | Сентябрь | Исследовательский проект, встреча с представителем АО «РКЦ «Прогресс» (онлайн/офлайн) | Видео-презентация о применении БПЛА на предприятиях Самарской области. Размещение в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 3. | «Код памяти: программируем историю» | Сентябрь | Создание интерактивной карты с использованием GPS-точек, связанных с историческими событиями Самарской области в годы ВОВ | Публикация интерактивной карты на школьном сайте. Видеообзор проекта в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 4. | «Инженеры Победы: история и современность» | Октябрь | Урок-память, подготовка презентаций, изучение вклада инженеров в оборонную промышленность и технологии | Видеоролик с историями о российских инженерах. Размещение в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 5. | «Диалог с будущим: IT-специалист – профессия XXI века» | Октябрь | Панельная дискуссия с IT-специалистами региона (в т.ч. выпускниками школы), обсуждение трендов и перспектив | Серия мотивационных постов в соцсетях с цитатами экспертов. Фотоотчет в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |

| | | | | |
|-----|---|---------|--|---|
| 6. | «Экологический мониторинг: наш вклад» | Ноябрь | Практический проект: использование БПЛА для анализа экологической обстановки в районе (на примере Жигулёвского заповедника) | Отчёт с данными телеметрии, картами и предложениями по улучшению экологии. Публикации в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте |
| 7. | «ТехноЭко: БПЛА на страже природы» | Ноябрь | Экологический десант: выявление несанкционированных свалок с помощью БПЛА и передача данных в администрацию муниципального образования | Официальный отчет с координатами и фотоматериалами, направленный в профильные инстанции. Публикация пресс-релиза в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте |
| 8. | «ИТ-волонтеры: технологии для общества» | Декабрь | Участие в акции помощи школе/музею в создании 3D-моделей или ортофотопланов | Цифровые модели местности или объектов, переданные учреждению. Фотоотчёт в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте |
| 9. | «День ИТ-знаний: цифровая грамотность для всех» | Декабрь | Проведение обучающих мастер-классов силами обучающихся по программе для младших школьников (основы безопасного поведения в сети, | Сертификаты «Юный ИТ-волонтер» для обучающихся. Благодарственные письма от школы. |
| 10. | «Новогодний техно-хакатон» | Декабрь | Командное соревнование по созданию новогодних проектов (например, «программируемая световая схема» или «новогодний квест с использованием БПЛА») | Видеоролик с лучшими проектами. Награждение победителей. |
| 11. | «Инженерные каникулы: зимняя школа БПЛА» | Январь | Интенсивы на базе партнерских вузов (Самарский университет, СГАУ) с участием преподавателей и | Фото- и видеоотчет в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте https://cvr- |

| | | | | |
|-----|---|---------|---|--|
| | | | студентов | Презентации проектов, разработанных во время школы. |
| 12. | «Профессии будущего: встреча с инженером» | Январь | Онлайн-встреча с выпускником, работающим в сфере БПЛА или IT | Видеозапись интервью. Размещение в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 13. | «Наши защитники: технологии на страже Отечества» | Февраль | Подготовка видео-проекта ко Дню защитника Отечества о применении БПЛА в МЧС и армии | Видеоролик с примерами использования БПЛА в спасательных операциях. Размещение в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 14. | «Наука – это мы!» (ко Дню российской науки) | Февраль | Фестиваль научных проектов обучающихся, демонстрация возможностей БПЛА в исследовательской деятельности | Сборник тезисов исследовательских работ. Публикация в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 15. | «Женщины в IT и инженерии: вдохновляющие истории» | Март | Исследовательский проект, подготовка презентаций о женщинах-инженерах и IT-специалистах | Видео-открытка с историями успеха. Публикация в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 16. | «Космос рядом: Самара – космическая столица России» | Апрель | Проект: программирование полётного задания для облёта модели космического корабля или памятника космонавтики | Видео с демонстрацией автономного полёта и комментариями обучающихся. Размещение в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК |
| 17. | «Письмо Победы: технологии и память» | Апрель | Создание силами обучающихся цифрового архива писем фронтовиков (сканирование, обработка, размещение на интерактивной платформе) | Официальная передача цифрового архива в школьный музей или муниципальный архив. Онлайн-платформа с доступом для всех желающих. |
| 18. | «Память поколений: | Май | Создание 3D-моделей памятников | Цифровые модели, переданные в школьный музей или архив. |

| | | | | |
|-----|---|-----|---|--|
| | БПЛА в сохранении истории» | | архитектуры или воинских захоронений с помощью БПЛА | Фото- и видеоотчёт в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте |
| 19. | «Безопасный полет: правовая грамотность оператора БПЛА» | Май | Встреча с юристом, специализирующимся на воздушном законодательстве. Разбор кейсов и правовых аспектов применения БПЛА | Памятка «Правовые основы полетов БПЛА в России». Размещение в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте |
| 20. | «Технологии для сельского хозяйства: современные решения» | Май | Практический проект: анализ данных с мультиспектральной камеры для мониторинга состояния растений | Отчёт с рекомендациями для агрохолдинга «Василина». Публикация в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте |
| 21. | «Выпускной IT-выпускника: мой первый проект» | Май | Торжественное мероприятие с защитой итоговых проектов перед родителями, педагогами и партнерами. Вручение сертификатов и портфолио. | Видео-визитки каждого выпускника и его проекта. Публикация в основном телеграмм-канале с родителями, группе ВК на сайте https://cvr- Создание альбома «Наши достижения за год». |

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

**Анкета для входного контроля по дополнительной программе
«Программирование БПЛА»**

ФИО обучающегося: _____

Класс: _____

Дата заполнения: _____

Часть 1. Общие сведения и мотивация

1. Почему вы решили записаться на программу «Программирование БПЛА»? (Можно выбрать несколько вариантов)

- ☐ Интерес к робототехнике и дронам
- ☐ Желание научиться программировать
- ☐ Планирую участвовать в конкурсах/хакатонах
- ☐ Интерес к современным технологиям (AI, IoT, автономные системы)
- ☐ Рассматриваю IT или инженерную карьеру
- ☐ Другое: _____

2. Участвовали ли вы ранее в технических объединениях, конкурсах, олимпиадах?

- ☐ Да (укажите: _____)
- ☐ Нет

3. Есть ли у вас опыт работы с электроникой, паяльником, схемами?

- ☐ Да (укажите: _____)
- ☐ Нет

4. Есть ли у вас опыт полетов на дронах (в т.ч. на симуляторах)?

- ☐ Да (укажите: _____)
- ☐ Нет

5. Использовали ли вы ранее программные среды типа Mission Planner,

- ☐ Да

- ☐ Нет
- ☐ Слышал(а), но не пробовал(а)

Часть 2. Базовые знания (теория)

6. Какие из перечисленных компонентов входят в состав квадрокоптера? (Выберите все подходящие)

- ☐ Рама
- ☐ Двигатели
- ☐ Пропеллеры
- ☐ Полетный контроллер
- ☐ GPS-модуль
- ☐ Камера
- ☐ Аккумулятор
- ☐ Все вышеперечисленное

7. Для чего нужен полетный контроллер в БПЛА?

- ☐ Для передачи видео
- ☐ Для управления двигателями и стабилизации полета
- ☐ Для хранения фото и видео
- ☐ Для приема сигнала от пульта

8. Что означает аббревиатура GPS?

- ☐ Глобальная позиционная система
- ☐ Графическая панель управления
- ☐ Генератор полетных сигналов
- ☐ Гироскопическая система позиционирования

9. Какой тип аккумулятора чаще всего используется в дронах?

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

10. Что такое телеметрия в контексте БПЛА?

- ☐ Передача видео с камеры
- ☐ Обмен данными между дроном и наземной станцией (высота, скорость, координаты и т.д.)
- ☐ Запись звука во время полета

☐ Управление сервоприводами

Часть 3. Основы программирования

. Имеете ли вы опыт программирования?

☐ Да (укажите язык(и): _____)

☐ Нет

```
python
1 if battery_level < 20:
2     print("Низкий заряд батареи!")
```

☐ Включает двигатель

☐ Проверяет уровень заряда и выводит предупреждение

☐ Запускает посадку

☐ Не выполняет никаких действий

13. Что такое цикл в программировании?

☐ Команда для остановки программы

☐ Повторение определенного участка кода

☐ Условие для принятия решения

☐ Способ сохранить данные

14. Какой язык программирования чаще всего используется для автоматизации задач на БПЛА?

☐

☐

☐

☐

Часть 4. Практическое задание (по желанию или устно/на компьютере)

15. Представьте, что вы подключаете дрон к компьютеру через кабель. Какие программы, по вашему мнению, могут помочь настроить его параметры?

Ответ: _____

16. Перечислите 3 действия, которые нужно выполнить перед первым полетом дрона:

Часть 5. Самооценка

| УТВЕРЖДЕНИЕ | полностью согласен | согласен | затрудняюсь ответить | нет |
|--|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Я интересуюсь робототехникой и дронами | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Я умею работать с компьютером на базовом уровне | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Я хочу научиться программировать дроны | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Я готов(а) участвовать в проектах и работать в команде | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ключ для педагога (рекомендации по интерпретации):

Часть 1–2: Позволяет оценить мотивацию и базовые технические знания.

Часть 3: Выявляет начальный уровень подготовки в программировании.

Часть 4: Проверяет логическое мышление и понимание процессов.

Часть 5: Помогает понять вовлеченность и ожидания обучающегося.

Рекомендуемые действия:

- Обучающиеся с нулевым уровнем знаний — нуждаются в дополнительной поддержке на начальных этапах.
- Обучающиеся с опытом в программировании или пилотировании — могут быть вовлечены в лидерские роли в проектах.
- Все ответы используются для формирования групп, индивидуального образовательного маршрута и адаптации темпа обучения.

Приложение 4
«Контрольные тесты по итогам модулей программы»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

Контрольный тест по итогам модуля №1
«Основы аэродинамики и устройства БПЛА»

Цель теста: Проверка знаний об устройстве БПЛА, принципах полёта, технике безопасности и базовых навыках пилотирования.

1. Какой из перечисленных компонентов отвечает за стабилизацию положения квадрокоптера в воздухе?

- а) Аккумулятор
- б) Полетный контроллер
- в) Приёмник
- г) Пропеллер

2. Что означает аббревиатура IMU?

- а) Интегрированная модель управления
- б) Инерциальный измерительный блок
- в) Интерфейс мониторинга узлов
- г) Индикатор мощности узлов

3. Какой тип аккумулятора чаще всего используется в дронах?

- а) Ni-Cd
- б) Li-Ion
- в) LiPo
- г) Alkaline

4. Почему важно проводить калибровку компаса перед полётом?

- а) Чтобы увеличить скорость
- б) Чтобы избежать потери ориентации и некорректной работы GPS
- в) Чтобы уменьшить потребление энергии
- г) Чтобы улучшить качество видео

5. Какой из следующих действий является частью предполётной проверки?

- а) Проверка заряда аккумулятора
- б) Калибровка гироскопа
- в) Проверка соединения всех компонентов
- г) Все вышеперечисленные действия

6. *Какие силы действуют на квадрокоптер при полёте?*
- а) Тяга, вес, подъёмная сила, сопротивление
 - б) Только тяга и вес
 - в) Магнитное поле, гравитация, давление
 - г) Никакие — он летает по инерции
7. *Для чего используется ESC (электронный регулятор скорости)?*
- а) Для приёма сигнала с пульта
 - б) Для управления скоростью вращения двигателя
 - в) Для хранения полётных данных
 - г) Для передачи видео
8. *Какое правило техники безопасности наиболее важно при работе с LiPo-аккумуляторами?*
- а) Хранить в холодильнике
 - б) Заряжать только в огнеупорном боксе
 - в) Использовать только с солнечными панелями
 - г) Не использовать более 3 циклов зарядки
9. *Какой режим пилотирования позволяет дрону удерживать высоту и положение в пространстве?*
- а) Стабильный
 - б) Альтхолд (Alt Hold)
 - в) Ручной
 - г) Спорт

Где в Самарской области БПЛА могут использоваться для экологического мониторинга?

- а) В Жигулёвском заповеднике
- б) В центре города
- в) На автодроме
- г) В школе

Ключ к контрольному тесту модуля №1:

1 — б, 2 — б, 3 — в, 4 — б, 5 — г, 6 — а, 7 — б, 8 — б, 9 — б, 10 — а

Контрольный тест по итогам модуля №2 «Работа с системами телеметрии и настройка»

Цель теста: Проверка умений настраивать БПЛА, работать с телеметрией, анализировать логи и диагностировать неисправности.

1. Какой протокол используется для обмена данными между БПЛА и наземной станцией?
 - a) HTTP
 - б) MAVLink
 - в) FTP
 - г) Bluetooth

2. Для чего используется программа QGroundControl?
 - a) Только для записи видео
 - б) Для настройки параметров полётного контроллера и планирования миссий
 - в) Для пайки плат
 - г) Для создания 3D-моделей

3. Что означает PID-настройка в полётном контроллере?
 - a) Параметры питания, изоляции, датчиков
 - б) Пропорционально-интегрально-дифференциальная настройка стабилизации
 - в) Программа инструкций дрона
 - г) Параметры импульсной доставки

4. Где можно посмотреть данные о вибрациях дрона во время полёта?
 - a) В полётных логах (dataflash logs)
 - б) В настройках пульта
 - в) В файле video.mp4
 - г) В батарее

5. Какой из этих параметров отвечает за удержание дроном позиции по
 - a) Loiter
 - б) Stabilize
 - с) Acro
 - д) Manual

6. Вы заметили, что дрон "дрожит" в воздухе. Какой из следующих шагов наиболее логичен?
 - a) Увеличить скорость двигателей
 - б) Проверить балансировку пропеллеров и вибрации в логах
 - в) Перезагрузить пульт
 - г) Заменить камеру

7. Что такое телеметрия?
 - a) Передача видео с дрона
 - б) Обмен данными между дроном и наземной станцией (координаты, высота,

- напряжение и т.д.)
в) Запись звука
г) Пайка проводов

8. Какой инструмент позволяет проанализировать полётные логи?

- а) Mission Planner (вкладка Flight Data)
б) Microsoft Word
в) Adobe Photoshop
г) Python IDLE

9. Почему важно калибровать акселерометр?

- а) Чтобы дрон мог снимать видео
б) Чтобы дрон корректно определял своё положение в пространстве
в) Чтобы увеличить дальность полёта
г) Чтобы улучшить связь с пультом

10. Какой тип неисправности может быть вызван плохим контактом между ESC и двигателем?

- а) Потеря видео
б) Нестабильная работа двигателя
в) Ошибка GPS
г) Перегрев камеры

Ключ к тесту №2:

1 — б, 2 — б, 3 — б, 4 — а, 5 — а, 6 — б, 7 — б, 8 — а, 9 — б, 10 — б

Контрольный тест по итогам модуля №3 «Основы программирования на Python»

Цель теста: Проверка знаний синтаксиса Python, умений работать с библиотеками, писать скрипты для управления БПЛА.

1. Какой язык программирования чаще всего используется для автоматизации задач на БПЛА?

- а) Java
б) Python
в) C++
г) HTML

2. Что делает следующий код?

```
python
1 if battery < 20:
2     print("Низкий заряд!")
```

- а) Включает двигатель
- б) Проверяет уровень заряда и выводит предупреждение
- в) Запускает посадку
- г) Останавливает полёт

3. *Какая библиотека используется для управления БПЛА через Python?*

- а) NumPy
- б) DroneKit
- в) Matplotlib
- г) OpenCV

4. *Что делает команда `pip install dronekit`?*

- а) Удаляет программу
- б) Устанавливает библиотеку DroneKit
- в) Запускает симулятор
- г) Проверяет подключение к дрону

5. *Какой цикл используется для повторения кода до выполнения условия?*

- а) for
- б) while
- в) if
- г) def

6. *Что такое функция в Python?*

- а) Переменная для хранения числа
- б) Блок кода, который выполняет определённую задачу и может быть вызван многократно
- в) Тип данных
- г) Оператор вывода

7. *Какой метод используется для чтения данных из файла?*

- а) `file.write()`
- б) `file.read()`
- в) `file.open()`
- г) `file.close()`

8. *Зачем нужен блок `try...except`?*

- а) Для создания цикла
- б) Для обработки ошибок

- в) Для вывода текста
- г) Для определения функции

9. Как объявить список в Python?

- а) `my_list = (1, 2, 3)`
- б) `my_list = [1, 2, 3]`
- в) `my_list = {1, 2, 3}`
- г) `my_list = "1,2,3"`

10. Что делает скрипт для автоматического взлёта?

- а) Записывает видео
- б) Отправляет команду на взлёт до заданной высоты
- в) Калибрует датчики
- г) Сохраняет телеметрию

Ключ к тесту №3:

1 — б, 2 — б, 3 — б, 4 — б, 5 — б, 6 — б, 7 — б, 8 — б, 9 — б, 10 — б

Контрольный тест по итогам модуля №4 «Автономные полеты и решение практических задач»

Цель теста: Проверка умений планировать автономные миссии, использовать компьютерное зрение, решать задачи мониторинга и готовиться к участию в конкурсах.

1. Какое программное обеспечение используется для планирования автономной миссии?

- а) QGroundControl
- б) Photoshop
- в) Excel
- г) Telegram

2. Какой алгоритм лучше подходит для облёта препятствий в реальном времени?

- а) A*
- б) RRT (Rapidly-exploring Random Tree)
- в) Dijkstra
- г) Bubble Sort

3. Для чего используется библиотека OpenCV в проектах с БПЛА?

- а) Для настройки полётного контроллера
- б) Для распознавания объектов на изображении
- в) Для записи видео

г) Для зарядки аккумулятора

4. Какой тип сенсора используется для мониторинга состояния растений?

- а) RGB-камера
- б) Мультиспектральная камера
- в) Тепловизор
- г) Ультразвуковой датчик

5. Что такое 3D-модель местности?

- а) Карта с высотами, построенная по данным аэросъёмки
- б) Видеозапись с дрона
- в) Схема подключения проводов
- г) Чертёж рамы

6. Какой тип полёта используется для съёмки сельскохозяйственных полей?

- а) Автономный полёт по сетке (lawnmower pattern)
- б) Ручной полёт в режиме Acro
- в) Полёт по кругу
- г) Вертикальный взлёт и посадка

7. Что нужно сделать перед участием в хакатоне по БПЛА?

- а) Собрать команду, изучить задание, протестировать решение
- б) Купить новый дрон
- в) Написать статью
- г) Пройти курсы по рисованию

8. Какой параметр важен при построении цифровой модели местности (ЦММ)?

- а) Высота полёта и перекрытие снимков
- б) Цвет рамы дрона
- в) Музыка в наушниках
- г) Время суток

9. Какой кейс применения БПЛА актуален для АО «РКЦ «Прогресс»?»

- а) Проверка состояния промышленных объектов
- б) Доставка пиццы
- в) Съёмка свадеб
- г) Игра в дрон-рейсинг

10. Что включает анализ результатов полётных испытаний?

- а) Просмотр видео
- б) Обработку телеметрии, построение графиков, составление отчёта
- в) Публикацию в соцсетях
- г) Зарядку аккумуляторов

Ключ к тесту №4:

1 — а, 2 — б, 3 — б, 4 — б, 5 — а, 6 — а, 7 — а, 8 — а, 9 — а, 10 — б

Приложение 5
«Критерии оценки защиты итогового проекта»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

**Критерии оценки защиты итогового проекта по освоению
Дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
технической направленности «Программирование БПЛА»**

Название проекта: _____

Участники (ФИО): _____

Дата защиты: _____

Максимальный балл: 40

(Шкала перевода баллов в уровни: 32–40 баллов — «высокий», 24–31 баллов — «средний», 16–23 баллов — «низкий»)

1. Техническая сложность и актуальность (макс. 10 баллов)

| Критерий | Баллы | Комментарий |
|----------------------------------|--------------|---|
| Новизна и оригинальность идеи | 0 – 2 | Решение нестандартной задачи, использование креативного подхода |
| Актуальность для региона/отрасли | 0 – 2 | Связь с реальными проблемами Самарской области (сельское хозяйство, промышленность, экология) |
| Сложность реализованных функций | 0 – 2 | Автономное управление, обработка данных, ИИ, компьютерное зрение и др. |
| Междисциплинарность | 0 – 2 | Интеграция знаний из программирования, аэродинамики, электроники, геоинформационных систем |
| Масштабируемость решения | 0 – 2 | Возможность применения в реальных условиях, потенциал для развития |

Качество реализации (макс. 12 баллов)

| Критерий | Баллы | Комментарий |
|-----------------|--------------|--------------------|
|-----------------|--------------|--------------------|

| | | |
|------------------------------------|-------|---|
| Стабильность и надежность системы | 0 – 2 | Успешное выполнение миссии без сбоев, корректная работа в реальных или симуляционных условиях |
| Оптимальность и эффективность кода | 0 – 2 | Чистый, структурированный код на Python (использование DroneKit, MAVSDK и др.) |
| Качество сборки и настройки БПЛА | 0 – 2 | Аккуратность, соответствие схеме, калибровка датчиков, балансировка |
| Соответствие техническому заданию | 0 – 2 | Полное или частичное выполнение поставленных задач |
| Безопасность реализации | 0 – 2 | Соблюдение техники безопасности при полетах, использование LiPo-боксов, зон ограждения |
| Наличие документации | 0 – 2 | Отчет, схемы, комментарии в коде, инструкции по запуску |

3. Практическая значимость (макс. 6 баллов)

| Критерий | Баллы | Комментарий |
|--------------------------------------|-------|---|
| Возможность практического применения | 0 – 2 | Реальное использование в сельском хозяйстве, картографии, мониторинге и др. |
| Экономическая эффективность | 0 – 2 | Снижение затрат, повышение производительности |
| Соответствие современным трендам | 0 – 2 | Применение ИИ, автоматизация, экологические технологии |

. Презентация и защита (макс. 8 баллов)

| Критерий | Баллы | Комментарий |
|-------------------------------------|-------|----------------------------------|
| Качество презентационных материалов | 0 – 2 | Грамотно оформленная презентация |

| | | |
|--|-------|--|
| ОВ | | зен тац ия (схе мы, фот о, вид ео, гра фик и) |
| Логи чнос ть и стру ктур иров анно сть докл ада | 0 – 2 | Чет кое изл оже ние: про бле ма → цел ь → реш ени е → рез уль тат ы |
| Глуб ина отве тов на вопр осы | 0 – 2 | Уме ние арг уме нти ров ать, объ ясн ять тех нич |

| | | |
|---|-----|---|
| | | еск ие реш ени я |
| Испо льзо вани е проф есси онал ьной терм инол огии | – 2 | Кор рек тно е упо тре бле ние пон яти й: тел еме три я, PID , IM U, Ope nC V, SIT L и др. |

Командная работа (макс. 4 балла)

| Критерий | Баллы | Комментарий |
|-------------------------------|-------|--|
| Распределение ролей в команде | 0 – 2 | Четкое разделение: программист, пилот, аналитик, инженер |
| Эффективность взаимодействия | 0 – 2 | Согласованность действий, поддержка друг друга, общее понимание цели |

Дополнительные требования к проекту

Обязательные элементы:

- Демонстрация работы системы (реальный полет или симуляция в SITL).
- Предъявление кода программы (на GitHub или в архиве).
- Отчет с анализом телеметрии, логами, скриншотами.
- Видео или фотофиксация процесса разработки и испытаний.

Региональный компонент: Проект должен быть ориентирован на решение актуальной задачи в Самарской области:

- Мониторинг сельскохозяйственных полей (АО «Василина»).
- Контроль промышленных объектов (АО «РКЦ «Прогресс»»).
- Создание 3D-карт памятников архитектуры (г.о.Сызрань, Сызранский район).
- Экологический мониторинг Жигулёвского заповедника.

Форма защиты:

- Продолжительность выступления: 7–10 минут.
- Время на вопросы: 5 минут.
- Формат: очная или онлайн-защита перед комиссией (педагог, приглашенные эксперты, представители партнеров).
- Допускается демонстрация видеозаписи полета, если прямой полет невозможен.

Приложение 6
«Мониторинг динамики развития обучающихся»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

Мониторинг динамики развития обучающихся

Цель мониторинга: выявление и оценка изменений в уровне предметных знаний, практических навыков, личностных и метапредметных результатов у обучающихся на разных этапах освоения программы. Обеспечение своевременной коррекции образовательного маршрута, выявление сильных и слабых сторон каждого участника, стимулирование роста мотивации и достижения высоких результатов.

1. Периодичность и этапы мониторинга

| Этап | Сроки | Цель |
|---------------------------------------|--|--|
| <i>Входной</i> | Начало 1-го модуля | Оценка исходного уровня знаний, технических навыков, мотивации и интересов |
| <i>Промежуточный (по модулям)</i> | По завершении каждого модуля (4 раза в год) | Оценка освоения теоретических и практических компетенций модуля |
| <i>Текущий</i> | Ежемесячно / по завершении блоков тем | Отслеживание активности, вовлеченности, прогресса в проектной деятельности |
| <i>Итоговый</i> | Конец учебного года | Комплексная оценка личностного и профессионального роста, готовности к участию в конкурсах и дальнейшем обучении |

2. Показатели и критерии оценки динамики

Мониторинг ведется по трем основным блокам компетенций

БЛОК 1: Предметные и технические знания

| Показатель | Уровень 1 (низкий) | Уровень 2 (средний) | Уровень 3 (высокий) |
|----------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|
| <i>Понимание устройства БПЛА</i> | Затрудняется назвать основные компоненты | Называет и объясняет назначение | Объясняет взаимосвязь систем, |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | основных узлов | прогнозирует последствия неисправностей |
| <i>Знание ПО (Mission Planner, QGC)</i> | Не может самостоятельно запустить программу | Выполняет базовые действия по инструкции | Свободно настраивает параметры, работает с расширенными функциями |
| <i>Программирование на Python</i> | Не пишет код, не понимает синтаксис | Пишет простые скрипты по шаблону | Пишет и отлаживает сложные алгоритмы (автономные полеты, обработка данных) |
| <i>Работа с телеметрией и логами</i> | Не может прочесть лог | Находит базовые параметры (высота, скорость) | Анализирует аномалии, делает выводы по вибрациям, ошибкам датчиков |

БЛОК 2: Практические навыки

| Показатель | Уровень 1 (низкий) | Уровень 2 (средний) | Уровень 3 (высокий) |
|---|------------------------------|--|--|
| <i>Сборка и настройка БПЛА</i> | Требуется постоянной помощи | Собирает по схеме, калибрует датчики | Самостоятельно диагностирует и устраняет неисправности |
| <i>Работа в симуляторе (SITL)</i> | Не может запустить симуляцию | Запускает скрипт, наблюдает за полетом | Отлаживает алгоритмы, тестирует реакции на сбои |
| <i>Обработка геоданных и визуализация</i> | Не работает с данными | Строит простые карты по шаблону | Создает тепловые карты, 3D-модели, анализирует |
| <i>Проектная деятельность</i> | Пассивен в команде | Выполняет порученные задачи | Иницирует идеи, координирует работу, защищает проект |

БЛОК 3: Личностные и метапредметные результаты

| Показатель | Уровень 1 (низкий) | Уровень 2 (средний) | Уровень 3 (высокий) |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| <i>Мотивация и интерес</i> | Низкая, отвлекается | Устойчивый интерес к занятиям | Инициативен, ищет |

| | | | |
|--|-------------------------|---------------------------------|--|
| | | | дополнительные материалы |
| <i>Самостоятельность</i> | Ждет подсказок | Работает с опорой на инструкции | Самостоятельно ищет решения, исправляет ошибки |
| <i>Командная работа</i> | Избегает взаимодействия | Участвует в команде | Принимает ответственность за результат команды |
| <i>Креативность и критическое мышление</i> | Копирует решения | Предлагает простые улучшения | Придумывает оригинальные подходы к задачам |

3. Инструменты мониторинга

| Инструмент | Цель | Форма фиксации |
|-------------------------------------|---|--|
| Анкета самооценки | Рефлексия обучающимся своего уровня | Анкета с шкалой от 1 до 5 по ключевым навыкам (Приложение 9) |
| Наблюдательный лист педагога | Фиксация активности, вовлеченности, поведения | Мотивационные наклейки: участие, инициатива, работа в команде (Приложение 10) |
| Портфолио обучающегося | Сбор результатов деятельности | Папка (цифровая/бумажная) с: кодом, отчетами, фото, видео, сертификатами |
| Чек-листы навыков | Оценка освоения конкретных умений | Таблица с галочками: «умею», «требуется помощь», «не умею» (Приложение 7) |
| Карта динамики развития | Визуализация прогресса по модулям | График или таблица с баллами по каждому компетентностному блоку |
| Проектные отчеты и защиты | Оценка глубины понимания и применения знаний | Оценочная карта с критериями (соответствие ТЗ, качество кода, презентация) |

Методика проведения мониторинга

Входной этап:

- Проводится анкетирование и тестирование.
- Формируется базовая карта уровня по каждому обучающемуся.
- Определяется индивидуальный образовательный маршрут.

Текущий этап:

- Ежемесячно педагог заполняет наблюдательный лист.
- После каждого практического занятия — фиксация в чек-листе навыков.
- Обучающиеся обновляют портфолио и проходят самооценку.

Промежуточный этап (по модулям):

- Проводится контрольное тестирование и защита мини-проектов.
- Педагог заполняет оценочную карту модуля.
- Обновляется карта динамики развития.

Итоговый этап:

- Анализ портфолио, защита итогового проекта.
- Сравнение входных и выходных данных.
- Составление индивидуального отчета о развитии.
- Анкетирование родителей и обучающихся для обратной связи.

Использование результатов мониторинга

- Корректировка темпа и содержания занятий.
- Индивидуальная работа с отстающими или одаренными обучающимися.
- Формирование команд для проектов с учетом сильных сторон.
- Подготовка рекомендаций для продолжения обучения (IT-школы, профильные классы, вузы).
- Представление достижений обучающихся на конкурсах и хакатонах (например, «IT-Хакатон Самара»).

Приложение 7
«Социологические опросы для родителей
(законных представителей) и обучающихся»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

**СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС ДЛЯ РОДИТЕЛЕЙ
(ЗАКОННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ)**

**на предмет удовлетворенности результатами ребенка по освоению
Дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
технической направленности «Программирование БПЛА»**

Программа: Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Программирование БПЛА»

ФИО обучающегося (по желанию): _____

Дата заполнения: _____

Анкета анонимная, все ответы используются исключительно для улучшения образовательного процесса.

Часть I. Удовлетворенность результатами обучения

1. Насколько вы довольны результатами обучения вашего ребенка по программе «Программирование БПЛА»?

- ☐ Полностью доволен(а)
- ☐ В целом доволен(а)
- ☐ Скорее не доволен(а)
- ☐ Совсем не доволен(а)

2. Какие конкретные навыки вы заметили у ребенка после участия в программе? (Можно выбрать несколько)

- ☐ Интерес к IT и высоким технологиям
- ☐ Умение работать с оборудованием (дроны, электроника)
- ☐ Знание языка Python
- ☐ Навыки проектной деятельности
- ☐ Самостоятельность и ответственность
- ☐ Командная работа

☐ Другое: _____

3. Изменилось ли отношение ребенка к профессиям в сфере IT, инженерии или робототехники?

- ☐ Да, стал(а) более заинтересован(а)
- ☐ Нет, интерес остался прежним
- ☐ Наоборот, интерес снизился
- ☐ Затрудняюсь ответить

Часть 2. Организация и содержание программы

4. Насколько вы удовлетворены содержанием программы (темы, сложность, практико-ориентированность)?

- ☐ Полностью удовлетворен(а)
- ☐ Удовлетворен(а)
- ☐ Скорее не удовлетворен(а)
- ☐ Совсем не удовлетворен(а)

5. Как вы оцениваете организацию занятий (расписание, продолжительность, техническая база)?

- ☐ Отлично
- ☐ Хорошо
- ☐ Удовлетворительно
- ☐ Неудовлетворительно

6. Насколько педагог умеет заинтересовать и мотивировать обучающихся?

- ☐ Очень хорошо
- ☐ Хорошо
- ☐ Удовлетворительно
- ☐ Не замечаю интереса у ребенка

Часть 3. Атмосфера и вовлеченность

7. Как вы оцениваете атмосферу в коллективе (дружелюбие, поддержка, командная работа)?

- ☐ Очень доброжелательная
- ☐ В целом положительная
- ☐ Нейтральная

☐ Напряженная / отрицательная

8. Ваш ребенок с удовольствием ходит на занятия?

- ☐ Да, с энтузиазмом
- ☐ Да, но без особого интереса
- ☐ Иногда жалуется / избегает
- ☐ Нет, не хочет посещать

9. Участвует ли ребенок в внеучебной деятельности по программе (конкурсы, хакатоны, проекты)?

- ☐ Да, активно участвует
- ☐ Участвует, но не активно
- ☐ Планирует участвовать
- ☐ Нет, не участвует

Часть 4. Общее впечатление и предложения

10. Посоветовали бы вы эту программу другим родителям?

- ☐ Обязательно
- ☐ Возможно
- ☐ Вряд ли
- ☐ Нет

Какие предложения у вас есть по улучшению программы?

Благодарим за участие в опросе! Ваши ответы помогут сделать программу еще лучше.

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
на предмет удовлетворенности результатами обучения по
Дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
технической направленности «Программирование БПЛА»

Программа: Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Программирование БПЛА»

ФИО (по желанию): _____

Группа: _____

Дата заполнения: _____

Анкета анонимная. Отвечайте честно — это поможет улучшить занятия.

Часть 1. Удовлетворенность обучением

1. Насколько тебе интересно на занятиях по программе «Программирование БПЛА»?

- ☐ Очень интересно
- ☐ Интересно
- ☐ Не очень
- ☐ Скучно

2. Как ты оцениваешь содержание программы (темы, сложность, связь с практикой)?

- ☐ Отлично — всё понятно и полезно
- ☐ Хорошо — в целом нравится
- ☐ Удовлетворительно — есть сложные или скучные моменты
- ☐ Плохо — не соответствует ожиданиям

3. Какой модуль тебе запомнился больше всего?

- ☐ Основы аэродинамики и устройства БПЛА
- ☐ Работа с телеметрией и настройка
- ☐ Основы программирования на Python
- ☐ Автономные полеты и решение задач
- ☐ Все были интересны
- ☐ Ни один не запомнился

Часть 2. Методы обучения и педагог

4. Как ты оцениваешь работу педагога?

- ☐ Отлично — понятно объясняет, помогает, поддерживает
- ☐ Хорошо — в целом всё нормально
- ☐ Удовлетворительно — иногда трудно понять
- ☐ Плохо — не интересно, не помогает

5. Какие формы занятий тебе нравятся больше всего? (Можно выбрать несколько)

- ☐ Практические работы с дронами
- ☐ Программирование на Python
- ☐ Работа с программами (QGroundControl, Mission Planner)
- ☐ Проектная деятельность
- ☐ Защита проектов и презентации
- ☐ Теоретические объяснения
- ☐ Другое: _____

6. Достаточно ли времени отводится на практику?

- ☐ Да, более чем достаточно
- ☐ Да, в целом хватает
- ☐ Нет, хотелось бы больше практики
- ☐ Нет, слишком много теории

Часть 3. Личностный рост и атмосфера

7. Стал(а) ли ты более уверенным(ой) в своих силах после участия в программе?

- ☐ Да, значительно
- ☐ Да, немного
- ☐ Нет, остался(лась) прежним(ой)
- ☐ Стал(а) менее уверенным(ой)

8. Как ты оцениваешь атмосферу в группе?

- ☐ Дружелюбная, поддерживающая
- ☐ Нейтральная, всё спокойно
- ☐ Есть напряжение / конфликты
- ☐ Не общаюсь с другими

9. Удобно ли техническое оснащение (компьютеры, дроны, ПО)?

- ☐ Да, всё работает хорошо
- ☐ В целом нормально

- ☐ Часто возникают неполадки
- ☐ Оборудование устаревшее / недостаточное

Часть 4. Обратная связь и развитие

10. Хочешь ли ты продолжить заниматься в этой области (IT, робототехника, БПЛА)?

- ☐ Да, очень хочу
- ☐ Возможно
- ☐ Пока не решил(решила)
- ☐ Нет, не интересно

11. Участвовал(а) ли ты в конкурсах, хакатонах или проектах благодаря программе?

- ☐ Да, уже участвовал(а)
- ☐ Да, планирую участвовать
- ☐ Нет, но хотелось бы
- ☐ Нет, не интересно

12. Что бы ты изменил(а) или добавил(а) в обучение / занятия ?

Спасибо за честные ответы!

Твое мнение очень важно для нас.

Приложение 8
«Критериальная карта оценки проекта»

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

КРИТЕРИАЛЬНАЯ КАРТА ОЦЕНКИ ПРОЕКТА
по дополнительной программе «Программирование БПЛА»

Название проекта: _____

Исполнитель(и): _____

Дата защиты: _____

Шкала оценки:

0 баллов – критерий не проявлен

1 балл – критерий проявлен частично

2 балла – критерий проявлен полностью

| Кр ит ер ии оц ен ки | Показа тели | Баллы | Ко м ме нт ар ии |
|---|---|--------------|---|
| Те хн ич ес ка я сл ож но сть и ак | Новизн а и оригина льность идеи | | |
| | Актуал ьность решени я для | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| ту ал ьн ост ь (т ах 10 ба лл ов) | региона /отрасл и | | |
| | Сложно сть реализо ванных функци й | | |
| | Межди сципли нарност ь (интегр ация знаний) | | |
| | Масшта бируем ость решени я | | |
| Ка чес тв о ре ал из ац ии | Стабил ьность и надежн ость работы систем ы | | |

| | | | |
|-----------------|------------------------------------|--|--|
| (max 12 баллов) | Оптимальность и эффективность кода | | |
| | Качество сборки и оформления | | |
| | Соответствие техническому заданию | | |
| | Безопасность реализации | | |
| | Наличие тестов и документации | | |

| | | | |
|---|--------------------------------------|--|--|
| Практическая значимость (max 6 баллов) | Возможность практического применения | | |
| | Экономическая эффективность | | |
| | Соответствие современным трендам | | |
| Презентации и защита (max 8 баллов) | Качество презентационных материалов | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | Логичность и структурированность доклада | | |
| | Глубина ответов на вопросы | | |
| | Использование профессиональной терминологии | | |
| <i>Командная работа (таблица 4 баллов)</i> | Распределение ролей в команде | | |
| | Эффективность взаимодействия | | |

| | | | |
|--------------|--|--------|--|
| | | | |
| ИТОГО | | баллов | |

Шкала перевода в уровень освоения:

- **32-40 баллов** – «отлично» (высокий уровень)
- **24-31 балл** – «хорошо» (средний уровень)
- **16-23 балла** – «удовлетворительно» (базовый уровень)
- **Менее 16 баллов** – «неудовлетворительно» (низкий уровень)

Комментарии и рекомендации:

Э
к
с
-

**Примечание: критерий «Командная работа» оценивается только для групповых проектов. Для индивидуальных проектов максимальный итоговый балл – 36.*

Дата: _____


ФИО обучающегося: _____
Дата: _____



☒

Главный эксперт (инно.жизнекач.) по качеству и импартности педагога/с ошибками)

✗ – НАВЫК НЕ ОСВОЕН (НЕ ВЫПОЛНЯЕТ)

| № | Навык | Результат | Примечания |
|---|--------------------------------|---|------------|
| | Соблюдает технику безопасности | <div> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> | |


| | | | |
|--|--|---|--|
| | па сн ос ти пр и ра бо те с эл ек тр оо бо ру до ва ни ем | | |
| | Зн ае т и пр им ен яе т пр ав ил а бе зо па сн ог о пр ов ед ен ия |  | |


| | | | |
|--|---|---|--|
| | по ле то в | | |
| | Пр ав ил ьн о пр ов од ит пред по ле тн ый ос мо тр Б П Л А |  | |
| | У ме ет cal ibr ate да тч ик и и си ст ем ы Б |  | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | П Л А | | |
| | В ЫП ОЛ НЯ ЕТ РУ ЧН ОЕ ПИ ЛО ТИ РО ВА НИ Е В ОС НО ВН ЫХ РЕ ЖИ МА Х | <div> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> | |


БЛОК 2: ПРОГРАММИРОВАНИЕ И АВТОНОМИЯ

| № | Н а в ы к | Результат | П р и м е ч а н и я |
|---|-----------------------|--|--|
| | Н а с | <div> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> | |


| | | | |
|--|---|---|--|
| | Т р а н с п о р т н и (D E , с и м у л я т о р) | | |
| | П и ш е т и о т |  | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | Л а ж и в а е т к о д н а Р у t h о n/ С + + д л я у п р а в л е н и я Б П Л А | | |
| | С о з д а |  | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | е т а в т о н о м н ы е п о л е т н ы е м и с с и (ч е р ез | | |
|--|---|--|--|

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | | |
| | П р о г р а м м и р у е т р е а к ц и и н а в н е ш н и е с о б ы т и я (п р е п |  | |


| | | |
|--|---|---|
| | Я Т С Т В И Я, П О Т Е Р Ю С В ЯЗ И | |
| | Р а б о т а е т с А Р І и б и б л и о т е к а м и | <div><div><div><div>✓</div></div><div><div>↺</div></div><div><div>✕</div></div></div></div> |



| | | | |
|--|--|---|--|
| | Д Л Я К О М П Ь Ю Т Е Р Н О Г О З Р Е Н И Я | | |
| | С Ч И Т Ы В А Е Т И А Н А Л И З И Р У Е Т |  | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | Л а г и п о л е т о в | | |
|--|---|--|--|

БЛОК 3: СБОРКА, НАСТРОЙКА И ДИАГНОСТИКА

| № | Н а в ы к | Результат | П р и м е ч а н и я |
|---|---|---|--|
| | С о б и р а е т/ р а з б и р а е т Б П Л А п о с х е м е | <div> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> </div> | |
| | Н | <input checked="" type="checkbox"/> | |


| | | | |
|--|--|---|--|
| | ас тр аи ва ет ав то пи ло т | | |
| | П ро во ди т ди аг но ст ик у и ус тр ан яе т пр ос т ы е не ис пр |  | |







| | | | |
|--|---|---|--|
| | ав но ст и | | |
| | Н ас тр аи ва ет Ф Р У- си ст ем у и те ле ме тр и ю |  | |
| | Ра бо та ет с па ял ьн ы м об ор уд ов ан ие м (п |  | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | ри не об хо ди м ос ти | | |
|--|---|--|--|

БЛОК 4: РАБОТА С ДАННЫМИ И АНАЛИЗ

| № | Н а в ы к | Результат | П р и м е ч а н и я |
|---|--|--|--|
| | Н ас т р а и ва ет и ка л и б р у ет д ат ч и | <div> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> | |


| | | | |
|--|--|---|--|
| | к и І М U , б а р о м ет р) | | |
| | С т р о и т З D - ка рт ы и о рт о ф от о п л а н ы п о д а |  | |


| | | | |
|--|---|--|--|
| | Н Н Ы М С Б П Л А | | |
| | А н а л и з и р у е т е л е м е т р и ч е с к и е д а н н ы е |    | |
| | В и з у а л |    | |


| | | | |
|--|---|--|--|
| | и з и р у ет д а н н ы е п о л ет н ы х м и с с и й | | |
|--|---|--|--|

БЛОК 5: КОМАНДНАЯ РАБОТА И ПРЕЗЕНТАЦИЯ

| № | Н а в ы к | Результат | П р и м е ч а н и я |
|---|-----------------------|---|--|
| | Э ф ф е к | <div> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | Т И В Н О Р А С П Р Е Д Е Л Я Е Т З А Д А Ч И В К О М А Н Д Е | | |
| | И С П О Л Ь З У Е Т С И С |  | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | Т е м ы к о н т р о л я в е р с и й | | |
| | Д о к у м е н т и р у е т х о д п р о е к |  | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | Т а р е з у л ь т а т ы | | |
| | П р е д с т а в л я е т и за щ и щ а е т п р о е к т п е р е |  | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | д а у д и т о р и е й | | |
|--|---|--|--|

ОБЩИЙ УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ:

- Освоено 90-100% навыков – высокий уровень
- Освоено 70-89% навыков – средний уровень
- Освоено 50-69% навыков – базовый уровень
- Освоено менее 50% навыков – низкий уровень

Рекомендации по дальнейшему развитию:

П

е

Обучающийся: _____ //

а

г

о

г

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ СЛОЖНОСТИ по дополнительной программе «Программирование БПЛА»

УРОВЕНЬ 1: БАЗОВЫЙ (знание и понимание)

1. Основные компоненты БПЛА:

Выберите правильный вариант:

Рама, полётный контроллер, двигатели, пропеллеры, приёмник, аккумулятор, датчики (GPS, IMU) – это:

- а) Дополнительные аксессуары
- б) Основные компоненты БПЛА
- в) Программное обеспечение
- г) Устройства для наземного контроля

2. Безопасность полётов:

Перед каждым полётом необходимо:

- а) Проверить заряд аккумулятора
- б) Откалибровать компас и IMU
- в) Убедиться в отсутствии людей в зоне полётов
- г) Все перечисленное

3. Программирование:

Язык программирования, чаще всего используемый для программирования БПЛА:

- а) Java
- б) Python
- в) Pascal
- г) HTML

УРОВЕНЬ 2: СРЕДНИЙ (применение знаний)

1. Анализ кода:

Что делает следующий код?

```
python

import dronekit
drone = dronekit.connect("tcp:127.0.0.1:5760", wait_ready=True)
print("Батарея: %s" % drone.battery)
```

- а) Выключает двигатели
- б) Выводит уровень заряда батареи
- в) Запускает взлёт
- г) Обновляет прошивку

2. Решение проблемы:

БПЛА не взлетает, двигатели работают нестабильно. Ваши действия?

- а) Заменить аккумулятор
- б) Проверить калибровку ESC и двигателей
- в) Перезагрузить пульт управления
- г) Обновить программное обеспечение

3. Телеметрия:

Для чего используется протокол MAVLink?

- а) Для передачи видео
- б) Для обмена данными между дроном и наземной станцией
- в) Для записи полётных логов
- г) Для управления камерой

УРОВЕНЬ 3: ВЫСОКИЙ (анализ и синтез)

1. Оптимизация кода:

Какой алгоритм лучше использовать для автономного облёта препятствий в реальном времени?

- а) A* (A-star)
- б) RRT (Rapidly-exploring Random Tree)
- в) Dijkstra
- г) PID-регулятор

2. Анализ полётных данных:

После полёта log показывает постоянные вибрации по оси Z. В чём likely причина?

- а) Неоткалиброваны датчики
- б) Разбалансировка пропеллеров
- в) Слабый сигнал GPS
- г) Низкий заряд батареи

3. Проектирование системы:

Для мониторинга большого сельскохозяйственного поля нужно выбрать БПЛА и sensors. Какое решение будет наиболее эффективным?

- а) Квадрокоптер с RGB-камерой
- б) БПЛА самолётного типа с multispectral camera
- в) Гексакоптер с LiDAR

г) Квадрокоптер с тепловизором

УРОВЕНЬ 4: ЭКСПЕРТНЫЙ (оценка и создание)

1. Разработка алгоритма:

Опишите алгоритм автономной посадки на движущуюся платформу с использованием computer vision.

2. Критический анализ:

Проанализируйте плюсы и минусы использования ROS (Robot Operating System) для управления swarm БПЛА.

3. Проектное задание:

Предложите архитектуру системы для мониторинга линий электропередач с использованием БПЛА и ИИ для обнаружения повреждений.

КЛЮЧ ДЛЯ ПРОВЕРКИ (уровни 1-3)

| | | |
|--------|--------|--|
| 1.1: б | 2.1: б | 3.1: б (RRT лучше для динамических препятствий) |
| 1.2: г | 2.2: б | 3.2: б |
| 1.3: б | 2.3: б | 3.3: б (самолётный тип для больших площадей, multispectral для анализа состояния растений) |

Система оценки

| | |
|-----------|--------------|
| Уровень 1 | 1 балл |
| Уровень 2 | 2 балла |
| Уровень 3 | 3 балла |
| Уровень 4 | 10-15 баллов |

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

КАРТА САМООЦЕНКИ
обучающегося по дополнительной программе
«Программирование БПЛА»

ФИО обучающегося: _____

Дата: _____

Проект/тема: _____

Инструкция: Оцени, насколько хорошо ты освоил(а) каждый навык по шкале от 0 до 5 баллов, где:

0 - совсем не освоил(а)

1 - очень плохо

2 - плохо

3 - удовлетворительно

4 - хорошо

отлично

БЛОК 1: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ

| Навык | Самооценка (0-5) | Комментарии |
|------------------------------|--|-------------|
| Понимаю принципы работы БПЛА | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Знаю технику безопасности | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Разбираюсь в аэродинамике | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |

БЛОК 2: ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ

| Навык | Самооценка (0-5) | Комментарии |
|--------------------------------|--|-------------|
| Сборка и настройка БПЛА | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Программирование на Python/C++ | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Работа с телеметрией | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Калибровка датчиков | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |

БЛОК 3: ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

| Навык | Самооценка (0-5) | Комментарии |
|-------------------------|--|-------------|
| Планирование проекта | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Работа в команде | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Презентация результатов | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Решение проблем | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |

Что у меня получилось лучше всего? _____

Что было самым сложным? _____

Над чем мне нужно поработать? _____

Подпись обучающегося: _____

КАРТА ВЗАИМООЦЕНКИ в проектной группе

Проект: _____

Д

а

Инструкция: **Оцени работу каждого участника своей команды по шкале от 1 до 5 баллов:**

| Критерий | Участник | Участник | Участник | Участник |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Качество работы | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> |
| Соблюдение сроков | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> |
| Работа в команде | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> |
| Инициативность | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> |
| Помощь другим | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> | <div>□□□□ □</div> |

Что было самым сильным в работе команды? _____

Что можно улучшить в следующий раз? _____

Подписи членов команды:

к Дополнительной общеобразовательной
общеразвивающей программы технической направленности
«Программирование БПЛА»

Для наглядной и мотивационной обратной связи в программе используется система мотивационных наклеек, где за проявление ключевых качеств — участие, инициатива, работа в команде — обучающийся получает визуальное поощрение. Это способствует формированию положительной учебной мотивации, развитию самооценки и осознанию ценности личного вклада в общий результат. Наклейки могут накапливаться в индивидуальном портфолио, а их количество и тип — служить основой для промежуточной оценки метапредметных результатов.

ШАБЛОН МОТИВАЦИОННЫЕ НАКЛЕЙКИ

