

Министерство образования Самарской области
Поволжское управление министерства образования Самарской области
Филиал государственного бюджетного общеобразовательного учреждения
«Образовательный центр» имени 81 гвардейского мотострелкового полка
п.г.т. Рощинский муниципального района Волжский Самарской области
«Центр внешкольной работы»


«Утверждаю»
Заведующий филиалом
ГБОУ СОШ «ОЦ» п.г.т. Рощинский
м.р. Волжский Самарской области
«Центр внешкольной работы»

В.Е. Рябков
Приказ № 17 от 03.08.2026 года
Рассмотрена на заседании
методического совета
Протокол №1 от 03.08.2026 года

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Техно-одиссея: курс на инновации»**

Технической направленности

Возраст детей: 11-16 лет

Срок реализации: 2 года

Разработчик:
педагог дополнительного образования
Бутин Вадим Валериевич

2026 год

Содержание

1. Комплекс основных характеристик программы	3
3	
1.2. Цель и задачи программы	4
1.3. Планируемые результаты освоения программы	6
1.4. Учебно-тематический план	8
1.5. Содержание учебно-тематического плана	9
2. Комплекс организационно-педагогических условий	41
2.1. Формы аттестации/контроля	41
2.2. Оценочные материалы	42
2.3. Методическое обеспечение программы	42
2.4. Условия реализации программы	443
2.5. Воспитательный компонент	444
3. Список литературы	46
4. Календарный учебный график	47

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка

Нормативно-правовое обеспечение программы:

- Всеобщая декларация прав человека.
- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ.
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 27.07.2022 №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
- Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
- Концепция развития дополнительного образования до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р).
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р).
- План мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р).
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
- Приказ Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей».
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи".
- 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 РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).
- 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»).
- Приложение к письму министерства образования и науки Самарской области от 12.09.2022 № МО/1141-ТУ «Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ (новая редакция дополненная)».
- Приказ министерства образования и науки Самарской области от 20.08.2019 г. № 262-од «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в Самарской области на основе сертификата персонифицированного финансирования дополнительного образования детей, обучающихся по дополнительным общеобразовательным программам».

Направленность (профиль): техническая

Актуальность программы:

Программа актуальна в условиях растущего спроса на специалистов, владеющих навыками цифрового проектирования, программирования и работы с современными технологиями — от 3D-печати до беспилотников. Она даёт школьникам 11–16 лет практический опыт в востребованных направлениях: ребята учатся проектировать детали для лазерной резки и 3D-принтера, программировать, управлять дронами — и тем самым получают базу для ранней профориентации в инженерных профессиях. Кроме того, программа сочетает обучение и игру: дети проходят весь цикл создания продукта — от эскиза до работающего прототипа, — развивая системное мышление и навыки командной работы.

Отличительные особенности программы:

Междисциплинарный подход. Программа объединяет физику, программирование, 3D-моделирование и работу с беспилотниками — дети видят связь между теорией и реальным применением знаний.

Новизна программы:

Новизна программы заключается в уникальном сочетании направлений, редко объединяемых в курсах для школьников: освоение инструментов цифрового проектирования (Inkscape, FreeCAD), виртуального программирования (платформа «Берлога»), практики с беспилотниками («Академия дронов») и реального прототипирования (3D-печать, лазерная резка) — всё в рамках единой проектной логики. В отличие от узкоспециализированных программ, здесь реализован сквозной сценарий: от эскиза и математической модели — к виртуальному тестированию алгоритмов — и далее к физическому прототипу, который можно применить, например, в конструкции дрона. Такой цикл максимально приближен к реальным процессам современного инженерного производства, но адаптирован для детей 11–16 лет и подан в игровой форме квестов. Кроме того, новизной является методический подход: базовые законы физики не даются отдельным теоретическим блоком, а органично встраиваются в практические задачи каждого модуля — это позволяет ребятам сразу видеть прикладное значение знаний и быстрее осваивать сложные технические темы.

Адресат программы:

Программа предназначена для обучения детей (подростков) в возрасте 11-16.

В этом возрасте дети начинают всерьёз задумываться о своей будущей профессии, искать ориентиры в мире профессий и примерять на себя разные роли. В рамках программы «Техно-одиссея: курс на инновации» это проявляется в повышенном интересе к техническим направлениям: подростки активно включаются в проектную деятельность, пробуют себя в роли проектировщиков, программистов, конструкторов — и через практику формируют представление о технологических профессиях.

Уровень освоения программы: стартовый

Наполняемость группы: 6-12

Объем программы: 216 часа

Срок освоения программы: 2 года

Режим занятий: 3 учебных часа в неделю

Форма(ы) обучения: очная

Особенности организации образовательного процесса:

Смешанный формат: сочетание очных практических занятий и виртуальных тренировок (симуляторы, платформа «Берлога», ПО для проектирования). Проектный подход: обучение через создание проектов — от мини-заданий до итогового комплексного решения. Игровой формат: занятия выстроены как серия миссий и квестов. Поэтапное усложнение: от работы по образцу — к самостоятельному проектированию. Практика на современном оборудовании: 3D-принтеры, лазерный станок, симулятор дронов. Гибкие формы работы: сочетание индивидуальных и групповых заданий. Демонстрация результатов: промежуточные презентации и защита итогового проекта.

1.2. Цель и задачи программы

Цель программы: Создание условий для формирования у школьников 11–16 лет междисциплинарных компетенций в сфере технического творчества (физика, программирование, цифровое проектирование, управление БАС) и развить инженерное и проектное мышление через практическую деятельность: от разработки эскиза и виртуального моделирования до создания работающего прототипа (с применением 3D-печати, лазерной резки и др.).

Задачи программы:

Образовательные:

сформировать базовые знания по физике, необходимые для понимания принципов работы технических устройств и механизмов;

обучить основам алгоритмики и программирования (в том числе — на платформе «Берлога») для управления виртуальными киберфизическими системами;

дать практические навыки работы с ПО для цифрового проектирования: освоить интерфейс и основные инструменты Inkscape (для 2D-чертежей) и FreeCAD (для 3D-моделирования);

научить подготавливать файлы для производства: экспортировать модели в нужные форматы (SVG, DXF, STL) и учитывать технологические ограничения при проектировании для лазерной резки и 3D-печати;

сформировать начальные компетенции в сфере беспилотных авиационных систем: изучить устройство дрона, правила безопасности и нормативно-правовые основы, освоить базовые навыки пилотирования и простые сценарии программирования полёта;

развить навыки проектной деятельности: от постановки задачи и эскизного проектирования до реализации и презентации готового продукта;

способствовать формированию инженерного и системного мышления через решение междисциплинарных практических задач;

развить умения работать индивидуально и в команде, распределять роли в рамках группового проекта и координировать совместные действия при сборке и тестировании моделей.

Развивающие:

Способствовать развитию навыков инженерного и системного мышления через решение практических междисциплинарных задач;

сформировать пространственное воображение при работе с 2D- и 3D-моделями (в Inkscape и FreeCAD);

развить логическое мышление и алгоритмическую культуру в процессе программирования (в том числе на платформе «Берлога»);

совершенствовать креативность и навыки изобретательского подхода при разработке и реализации проектов; развить навыки командной работы, коммуникации и распределения ролей в групповом проекте;

стимулировать познавательную активность и самостоятельность в техническом творчестве.

Воспитательные:

Способствовать воспитанию у детей:

ответственного отношения к выполнению проектных задач и соблюдению сроков реализации этапов проекта;

дисциплинированности и культуры безопасной работы с оборудованием (3D-принтер, лазерный станок, дроны) и инструментами;

трудолюбия и настойчивости в достижении технического результата — в том числе при доработке неудачных прототипов и исправлении ошибок в коде;

чувства коллективизма и умения конструктивно взаимодействовать в команде: распределять обязанности, выслушивать мнения, совместно искать решения;

познавательного интереса и стремления к непрерывному техническому самообразованию;

уважения к инженерному труду и осознания значимости технологических профессий для развития общества;

инициативности и готовности предлагать собственные технические решения, не боясь экспериментировать в рамках безопасных методик;

осознанного отношения к использованию технологий — понимания их возможностей и этических границ применения (в том числе при использовании БАС).

1.3. Планируемые результаты освоения программы

Предметные образовательные результаты:

Сформировано умение разрабатывать 2D-эскизы в Inkscape и экспортировать файлы в форматах SVG и DXF для лазерной резки.

Сформировано умение создавать простые 3D-модели в FreeCAD и экспортировать их в формате STL для 3D-печати. Сформировано умение учитывать технологические ограничения (толщина материала, пазы, опоры и др.) при проектировании деталей для производства.

Сформировано умение программировать виртуальные модели киберфизических систем на платформе «Берлога» (реализовывать алгоритмы движения, взаимодействия с объектами и т. д.).

Метапредметные результаты:

Сформировано умение работать с источниками информации: находить, анализировать и отбирать необходимые данные (технические руководства, инструкции к ПО и оборудованию, обучающие материалы) для решения проектных задач.

Сформировано умение планировать собственную деятельность: ставить промежуточные цели, выстраивать последовательность действий для реализации проекта, оценивать сроки выполнения этапов.

Сформировано умение выявлять причинно-следственные связи и прогнозировать результат: например, оценивать, как изменение параметров 3D-модели повлияет на прочность детали или как настройки кода отразятся на поведении виртуальной модели.

Сформировано умение осуществлять самоконтроль и корректировать действия на основе обратной связи: анализировать ошибки (в коде, конструкции, расчётах), находить способы их устранения и вносить правки в проект.

Сформировано умение вести конструктивный диалог в группе: формулировать свою позицию, выслушивать предложения других, договариваться о распределении задач и согласовывать итоговые решения.

Сформировано умение представлять результаты работы: структурировать информацию для презентации, грамотно использовать техническую терминологию, наглядно демонстрировать возможности созданного прототипа.

Сформировано умение применять освоенные способы действий в новых условиях: адаптировать известные алгоритмы и проектные решения для создания модифицированных моделей или выполнения нестандартного технического задания.

Личностные результаты:

формирование устойчивого интереса к техническому творчеству и современным технологиям, мотивации к дальнейшему изучению инженерных дисциплин; развитие целеустремлённости и настойчивости — умение доводить проект до результата, анализировать ошибки и корректировать работу, не теряя мотивации;

осознание значимости технологических профессий и вклада инженеров в развитие общества, формирование ориентации на профессиональное самоопределение в технической сфере; воспитание ответственности и дисциплинированности — в том числе при соблюдении правил техники безопасности и выполнении коллективных задач;

развитие уверенности в собственных силах за счёт создания реально работающих прототипов и публичного представления результатов (презентации, защита проектов);

формирование навыков конструктивного взаимодействия в команде: умение договариваться, учитывать мнение других, распределять роли и нести ответственность за свою часть работы;

воспитание уважительного отношения к чужому труду и авторским идеям, этических принципов использования технологий (в том числе при работе с беспилотниками);

развитие инициативности и готовности к творческому поиску — умение предлагать и обосновывать собственные технические решения.

Учебно-тематический план
Учебный план

№	Наименование модуля	Год обучения	часы		
			всего	теория	практика
1	«Кинезия. Физика среди нас»	1	36	9	27
2	«Программирование киберфизических систем в виртуальном окружении»	1	72	23	49
	Итого за первый год:		108	32	76
3	«Введение в беспилотные авиационные системы (БАС)»	2	36	17	19
4	«Цифровое проектирование: от эскиза до прототипа»	2	36	17	19
5	3D-моделирование в FreeCAD: проектирование деталей для БПЛА		36	11	25
	Итого за второй год:		108	45	63

Первый год обучения.

Модуль 1 «Кинезия. Физика среди нас»

Цель модуля:

формировать у обучающихся целостное представление о физических явлениях, встречающихся в повседневной жизни, развить познавательный интерес к физике и навыки практического применения научных знаний, научить ставить простейшие эксперименты и анализировать их результаты, а также через проектную и экспериментальную деятельность (в том числе при создании машины Голдберга) заложить основы инженерного мышления и способствовать осознанию практической ценности естественнонаучных знаний и ориентации на инженерно-технические сферы деятельности.

Образовательные задачи:

- познакомить обучающихся с базовыми физическими явлениями и законами (движение, сила, давление, энергия, звук, свет), которые проявляются в повседневной жизни;
- сформировать представление о взаимосвязи теории и практики: научить видеть физические законы в бытовых ситуациях и технических устройствах;
- обучить основам проведения простейших физических экспериментов: постановке задачи, подбору оборудования, фиксации и анализу результатов;
- дать практические навыки работы с измерительными приборами (линейка, рулетка, секундомер, динамометр и др.) и подручными материалами для конструирования;
- сформировать начальные навыки проектной деятельности: от идеи и эскиза до реализации и защиты проекта (на примере создания машины Голдберга).

№	Название раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	«Кинезия. Физика среди нас»				
1.1.	Введение в модуль. Техника безопасности. Что такое физика и	2	1	1	Беседа, демонстрация опытов.

	зачем она нужна в повседневной жизни?				
1.2	Движение и скорость. Как измерить скорость в быту?	2	1	1	Лекция-беседа с элементами эксперимента.
1.3	Простые механизмы: рычаг, блок, наклонная плоскость. Как они облегчают работу?	2	1	1	Лекция с демонстрацией.
1.4	Давление. Почему лыжи не проваливаются в снег, а каблуки оставляют следы?	2	1	1	Лекция с демонстрацией.
1.5	Закон Архимеда. Почему предметы плавают или тонут?	2	0	2	Демонстрационный эксперимент и самостоятельная работа.
1.6	Работа и энергия. Превращение энергии в повседневной жизни	2	1	1	Беседа с примерами из жизни
1.7	Машины Голдберга: принципы работы и конструирование простейшей модели.	2	1	1	Беседа с примерами из жизни
1.8	Тепловые явления вокруг нас: нагревание, охлаждение, теплопередача	2	1	1	Беседа с примерами из жизни
1.9	Звук и его свойства. Как мы слышим?	2	0	2	Практикум
1.10	Свет и зрение: как мы видим мир? Законы отражения и преломления света	2	0	2	Эксперименты с источниками света и предметами.
2	«Машины Голдберга: от идеи к реализации. Итоговый проект»				
2.1	Введение в машины Голдберга и планирование проекта	2	1	1	Лекция с демонстрацией
2.2	Проектирование и составление паспорта машины	2	0	2	Групповая проектная работа
2.3	Простые механизмы в машине Голдберга	2	1	1	Демонстрационный эксперимент
2.4	Сборка машины и первичное тестирование	2	0	2	Групповая проектная работа
2.5	Финальные доработки	2	0	2	Проектная работа
2.6	Презентация и защита проекта	2	0	2	Защита проекта
2.7	Финальная игра	2	0	2	Игра
3.1	Выходной контроль	2	0	2	Тестирование
	Итого	36	9	27	

Содержание учебно-тематического плана модуля

Модуль 1. «Что такое физика и зачем она нужна в повседневной жизни?»

Раздел 1. «КинезиЯ. Физика среди нас»

Тема 1.1. Введение в модуль.

Теория:

Что изучает физика, основные физические явления. Примеры проявления физических законов в быту. Краткий обзор тем, которые будут изучаться в рамках модуля, и демонстрация фото/видеофрагментов с примерами работ обучающихся прошлых лет.

Инструктаж по технике безопасности . Правила поведения в кабинете, обращения с оборудованием и инструментами. Обучающиеся получают раздаточные листы с правилами, проставляют подписи в журнале инструктажа.

Практика:

Серия опытов:

опыт 1: падение шарика с разной высоты.

опыт 2: движение шарика по наклонной плоскости.

опыт 3: магнит и различные предметы .

опыт 4: преломление света.

Тема 1.2. Движение и скорость. Как измерить скорость в быту?**Теория:**

Понятие скорости как физической величины, которая показывает, какой путь проходит тело за единицу времени.

Практика:

Измерение скорости игрушечного автомобиля. Измерение скорости шарика, скатывающегося по наклонной плоскости.

Тема 1.3. Сила трения. Где трение полезно, а где вредно?**Теория:**

Что такое сила трения, какие виды трения существуют, каковы причины её возникновения. Факторы, влияющие на силу трения и способы её изменения.

Практика:

Серия экспериментов: измерение силы трения бруска по поверхностям, исследование зависимости силы трения от силы давления, сравнение силы трения скольжения и качения.

Тема 1.4. Простые механизмы: рычаг, блок, наклонная плоскость. Как они облегчают работу?**Теория:**

Простые механизмы и для чего они нужны. Три основных механизма: рычаг, блок, наклонная плоскость.

Практика:

Группа 1 (Рычаг). Задача: исследовать условие равновесия рычага.

Группа 2 (Блок). Задача: сравнить неподвижный и подвижный блоки.

Группа 3 (Наклонная плоскость). Задача: исследовать зависимость силы, необходимой для подъёма груза, от угла наклона плоскости.

Тема 1.5. Давление. Почему лыжи не проваливаются в снег, а каблучки оставляют следы?**Теория:**

Понятие давления, формула $p = \frac{F}{S}$ и единицы измерения (Паскаль). Примеры: давление гусениц танка, лыж на снег, каблучков-шпилек на пол.

Практика:

Исследование зависимости давления от площади опоры и силы:

Группа 1 Опыт 1. Измерение давления бруска на опору.

Группа 2 Опыт 2. Исследование давления на сыпучую поверхность.

Группа 3 Опыт 3. Демонстрация «эффекта лыж».

Тема 1.6. Закон Архимеда. Почему предметы плавают или тонут?

Теория:

Суть закона Архимеда: на тело, погружённое в жидкость (или газ), действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной этим телом жидкости.

Практика:

Серия опытов:

Опыт 1. «Обнаружение выталкивающей силы».

Опыт 2. «Зависимость выталкивающей силы от объёма тела».

Опыт 3. «Зависимость выталкивающей силы от плотности жидкости».

Опыт 4. «Условия плавания тел».

Тема 1.7. Работа и энергия. Превращение энергии в повседневной жизни?

Теория:

Понятия «механическая работа» и «энергия». Понятия кинетической и потенциальной энергии, формула их расчёта.

Практика:

Серия опытов:

Опыт 1. «Превращение потенциальной энергии в кинетическую».

Опыт 2. «Энергия упругой деформации».

Опыт 3. «Зависимость кинетической энергии от скорости».

Опыт 4. «Работа силы».

Тема 1.8. Машины Голдберга: принципы работы и конструирование простейшей модели.

Теория:

Что такое машина Голдберга и зачем её создают. Основные типы взаимодействий. Ключевые требования к конструкции. Примеры простых цепочек.

Практика:

Команды собирают свою машину Голдберга, следуя эскизу.

Тема 1.9. Тепловые явления вокруг нас: нагревание, охлаждение, теплопередача.

Теория:

Что такое тепловые явления, температура и теплопередача. Три вида теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Примеры каждого вида теплопередачи в быту и природе. Понятие теплоизоляции и материалов с низкой теплопроводностью.

Практика:

серия опытов:

Опыт 1. «Сравнение теплопроводности материалов».

Опыт 2. «Наблюдение конвекции в жидкости».

Опыт 3. «Тепловое излучение».

Опыт 4. «Роль изоляции».

Тема 1.10. Звуковые явления: как возникает звук и как мы его слышим?

Теория:

Что такое звук и звуковая волна, как она возникает. Характеристики звука: частота (высота) и амплитуда (громкость). Среды распространения звука, невозможность распространения звука в вакууме. Строение человеческого уха и механизм восприятия звука. Примеры звуковых явлений в природе.

Практика:

серия опытов:

- Опыт 1. «Возникновение звука».
 Опыт 2. «Распространение звука в разных средах».
 Опыт 3. «Высота звука и частота».
 Опыт 4. «Громкость и амплитуда».
 Опыт 5. «Звуки воды».

Тема 1.11. Свет и зрение: как мы видим мир? Законы отражения и преломления света.

Теория:

Что такое свет и луч света, источники света. Закон отражения света: угол падения равен углу отражения ($\angle \alpha = \angle \beta$), падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к поверхности лежат в одной плоскости. Закон преломления света: изменение направления луча при переходе из одной среды в другую, понятие показателя преломления. Строение глаза и механизм зрения (роговица, хрусталик, сетчатка). Примеры оптических явлений в природе (радуга, мираж) и технике (очки, микроскоп, фотоаппарат).

Практика:

серия опытов:

- Опыт 1. «Закон отражения света».
 Опыт 2. «Изображение в плоском зеркале».
 Опыт 3. «Преломление света».
 Опыт 4. «Фокусное расстояние линзы».
 Опыт 5. «Иллюзия сломанной ложки».

Тема 1.12. Электричество вокруг нас: статическое электричество и простейшие электрические цепи.

Теория:

Что такое электрический заряд и статическое электричество. Примеры статического электричества в природе и быту. Понятие электрического тока как направленного движения зарядов. Основные элементы электрической цепи: источник тока, проводник, потребитель, выключатель. Различие между проводниками и изоляторами. Простые схемы включения лампочек и светодиодов.

Практика:

серия опытов:

- Опыт 1. «Статическое электричество».
 Опыт 2. «Взаимодействие зарядов».
 Опыт 3. «Простейшая электрическая цепь».
 Опыт 4. «Проводники и изоляторы».
 Опыт 5. «Измерение напряжения».

Раздел 2. «Машины Голдберга: от идеи к реализации. Итоговый проект»

Тема 2.1. Введение в машины Голдберга и планирование проекта.

Теория:

Что такое машина Голдберга? История и культурное значение. Физические принципы в машинах Голдберга. Примеры машин Голдберга. Требования к итоговому проекту.

Практика:

Анализ примеров. Мозговой штурм и генерация идей. Планирование проекта. Создание эскиза.

Тема 2.2. Проектирование и составление паспорта машины.

Теория: Что такое паспорт технического устройства? Ключевые параметры для расчёта. Требования к конструкции. Методы проверки проекта до сборки. Структура паспорта машины Голдберга.

Практика: Детализация эскиза. Расчёт физических параметров. Составление паспорта машины. Проверка проекта.

Тема 2.3. Простые механизмы в машине Голдберга.

Теория: Что такое простые механизмы? Шесть классических простых механизмов. Физические принципы. Примеры использования в машинах Голдберга. Критерии выбора механизма для этапа.

Практика: Исследование механизмов. Сборка прототипов узлов. Интеграция в проект. Оптимизация и проверка.

Тема 2.4 Сборка машины и первичное тестирование.

Теория: Этапы сборки машины Голдберга. Типичные проблемы при сборке. Методы устранения проблем. Методика тестирования. Критерии успешной работы.

Практика: Подготовка к сборке. Сборка машины. Поэтапное тестирование. Полный запуск и анализ.

Тема 2.5. Презентация и защита проекта.

Теория: описание изучаемых терминов и понятий.

Практика: выполнение практических заданий, упражнений, лабораторных, проектных и исследовательских работ и т. д.

Тема 2.6. Финальная игра на базе набора «КинезиЯ.Полигон.»

Теория: Знакомство с набором «КинезиЯ.Полигон». Правила игры. Распределение ролей в команде. Инструктаж по безопасности.

Практика: Этап сборки. Тестирование и отладка. Соревновательный этап. Демонстрация лучших решений.

Тема 3.1.

Теория: Вводная часть. Теоретическая проверка знаний.

Практика: Тестовые задания.

Модуль 2 «Программирование киберфизических систем в виртуальном окружении»

Цель модуля:

Формировать у обучающихся первичное представление о киберфизических системах и о программировании киберфизических систем, что подразумевает развитие у обучающихся представлений о программировании – формирование у обучающихся способов конструирования программ киберфизических систем и программирования автономных систем и программирования в опоре на моделирование на примере виртуальных окружений – с использованием программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС) в рамках игры «Берлога: Защита пасеки».

Образовательные задачи:

- Освоение принципов программирования киберфизических систем;
- Формирование компетенций по разработке и отладке алгоритмов;
- Изучение методов моделирования внешней среды и систем управления;
- Развитие навыков практического применения математических моделей в программировании киберфизических систем.

№	Название раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
Раздел 1. Введение в киберфизику и программирование					
1.1	Введение в киберфизические системы в реальном мире.	2	1	1	Стартовая письменная диагностика
1.2	Киберфизические системы в научной фантастике.	2	1	1	Опрос
1.3	История киберфизических систем: от управления к программированию.	2	2	0	Вопросы для самопроверки
Раздел 2. Основы программирования расширенных иерархических машин состояний					
2.1	Знакомство с игрой «Берлога: Защита пасеки» и основами программирования.	2	0	2	Практическая работа
2.2	Основы конструирования программ в игре «Берлога: Защита пасеки».	2	1	1	Опрос, практическая работа
2.3	Процесс управления. Машина состояний. Состояния и иерархия состояний.	2	0	2	Практическая работа
2.4	Отладка программ и принцип обратной связи.	2	1	1	Опрос, практическая работа
2.5	Событийное программирование и работа с событиями в машине состояний.	2	0	2	Практическая работа
2.6	Программирование дрона для сбора данных в „Берлоге“.	2	1	1	Опрос, практическая работа
2.7	Способы записи алгоритма и сравнение подходов к программированию.	2	1	1	Опрос, практическая работа
2.8	Действия в машине состояний. Виды моделей.	2	1	1	Опрос, практическая работа
2.9	Объектная модель дрона в игре „Берлога: Защита пасеки“.	2	0	2	Практическая работа
2.10	Программирование движения робота на основе объектной модели.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 3. Практика программирования расширенных иерархических машин состояний					
3.1	Исполнение алгоритмов управления роботом.	2	0	2	Практическая работа
3.2	Анализ исполнения машин состояний.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.3	Диагностика и отладка машин состояний.	2	1	1	
3.4	Основы управления формальными исполнителями в игре “Берлога: Защита пасеки”	2	0	2	Практическая работа
3.5	Декомпозиция сложных задач в игре “Берлога: Защита пасеки”	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.6	Программирование машин состояний для управления юнитами в игре “Берлога: Защита пасеки”	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.7	Программирование сложных алгоритмов для интеллектуальных агентов.	2	0	2	Практическая работа

3.8	Координация действий группы юнитов в ходе инженерных соревнований	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.9	Турнир по программированию: «соревнование стратегий»	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.10	Обратный инжиниринг автономной роботизированной системы в игре «Берлога: Защита пасеки»	2	0	2	Практическая работа
3.11	Определение вариантов работы алгоритма и входных данных	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.12	Восстановление машины состояний системы.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 4. Теоретические основы программирования и моделирования					
4.1	Обнаружение ограничений привычного способа конструирования программ в игре «Берлога: Защита пасеки»	2	0	2	Практическая работа
4.2	Построение пространственной модели виртуальной среды игры «Защита пасеки»	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.3	Программирование на основе модели: тактика и инженерия	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.4	Предметные и математические модели. Модель связности	2	0	2	Практическая работа
4.5	Графы и решение задач на нахождение кратчайших путей	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 5. Программирование автономных систем и агентов					
5.1	Устройство и работа умной теплицы как автономной системы	2	0	2	Практическая работа
5.2	Обратная связь и управление в автономной системе	2	1	1	Опрос, практическая работа
5.3	Программирование поведения автономных агентов на примере персонажей видеоигр	2	0	2	Практическая работа
5.4	Программирование поведения автономных агентов на примере персонажей видеоигр.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 6. Итоговая аттестация					
6.1	Формулирование и обсуждение идеи киберфизической системы	2	0	2	Защита проекта
6.2	Реализация проекта и анализ результатов.	2	0	2	Наблюдение, опрос, практическая работа
Итого:		72	23	49	

1.4. Содержание учебно-тематического плана модуля

Раздел 1. Введение в киберфизику и программирование.

Тема 1.1. Введение в киберфизические системы в реальном мире и в научной фантастике.

Теория:

Понятие киберфизической системы. Структура киберфизической системы, особенности киберфизических систем. Киберфизика как направление инженерной деятельности.

Практика:

Выделение и описание киберфизических систем в современном технологически-оснащенном мире. Интернет-сервисы. Служба заказа такси как пример распределенной цифровой (киберфизической) системы.

Тема 1.2. Киберфизические системы в научной фантастике.

Теория:

Фантастический мир «Берлоги» как пример технологически-развитой цивилизации. Обзор доступных материалов «Берлоги» (инфографика, комиксы, видеоигры). Понятие технологического уклада. Роль киберфизических систем в формировании технологического уклада.

Практика:

Выделение и описание киберфизических систем на примерах из фантастического мира «Берлоги».

Тема 1.3. История киберфизических систем: от управления к программированию.

Теория:

История автономного управления. Управление. Обратная связь. Автономная система.

Практика:

Самостоятельная работа. История вычислительных систем. Архитектура вычислительной системы. Цифровые устройства и программирование. Современные цифровые и киберфизические системы. Искусственный интеллект и программирование автономных систем.

Раздел 2. Основы программирования расширенных иерархических машин состояний.

Тема 2.1. Знакомство с игрой «Берлога:Защита пасеки» и основами программирования.

Теория:

Обзор игры «Берлога: Защита пасеки». Сюжет. Основные элементы. Ключевые механики. Интерфейс игры. Обзор инструментов для настройки юнитов. Введение в программирование.

Практика:

Запуск игры, знакомство с интерфейсом. Навигация по карте, выбор юнитов. Открытие редактора программирования. Базовые команды в редакторе. Движение, атака, сбор ресурсов, ожидание, составление простых линейных алгоритмов, «патрулирование территории». «сбор нектара». тестирование алгоритмов в игре, запуск юнита с заданной программой, наблюдение за выполнением команд, выявление ошибок (например, застревание в препятствии).

Тема 2.2. Основы конструирования программ в игре «Берлога: Защита пасеки».

Теория:

Машина состояний (FSM) как способ задания программы управления. Примеры состояний для юнита. События, переходы, действия, преимущества FSM.

Практика:

Освоение редактора программирования, создание состояний в визуальном редакторе, настройка условий переходов (по показаниям датчиков), программирование действий для каждого состояния, реализация машины состояний для защиты улья:

состояние 1: «патрулирование» — движение по маршруту;

состояние 2: «атака» — атака врага при его обнаружении;

состояние 3: «возврат» — возвращение на пост после атаки.

Тестирование в игре, проверка переходов между состояниями, имитация появления врага (наблюдение за реакцией юнита), оптимизация, улучшение работы автономных дронов, добавление состояния «сбор ресурсов» между патрулированием и атакой, настройка приоритетов (атака важнее сбора).

Тема 2.3. Процесс управления. Машина состояний. Состояния и иерархия состояний.**Теория:**

Процесс управления в программных системах, ввод данных (датчики, события), обработка (алгоритм), вывод (команды исполнительным устройствам), машина состояний (FSM), определение, примеры состояний для юнита в «Берлоге», иерархия состояний, верхний уровень, нижний уровень, визуализация FSM, блок-схемы, таблицы переходов.

Практика:

Запуск игры «Берлога: Защита пасеки», открытие редактора программирования, создание простой машины состояний для юнита, определение 3–4 состояний, настройка условий переходов, программирование действий для каждого состояния, тестирование в игре, имитация появления врага, наблюдение за переходами между состояниями, фиксация ошибок, усложнение алгоритма, добавление иерархического состояния «сбор нектара» с приоритетом ниже атаки, настройка условий для одновременного выполнения задач.

Тема 2.4. Отладка программ и принцип обратной связи.**Теория:**

Типы ошибок в программах: синтаксические, логические, семантические. Средства диагностики: отладчик в редакторе программирования «Берлоги», логирование, визуальные маркеры. Принцип обратной связи.

Практика:

Отладка программы с ошибками. Поиск и исправление синтаксических ошибок. Анализ логических ошибок. Тестирование с логированием. Конструирование методом проб и ошибок. Реализация обратной связи.

Тема 2.5. Событийное программирование и работа с событиями в машине состояний.**Теория:**

Событийное программирование. Реакция программы на внешние или внутренние события. События в машине состояний (FSM). Типы событий: внешние, внутренние.

Практика:

Создание простой машины состояний с событиями: «патрулирование», «обнаружен враг», «атака». Состояние «ожидание». Программирование условий. Настройка датчиков обнаружения врагов. Задание пороговых значений для здоровья. Тестирование в игре. Отладка: исправление ошибок в условиях.

Тема 2.6. Программирование дрона для сбора данных в „Берлоге“.

Теория:

Дрон как измерительное устройство. Датчики в игре. Задачи для дрона в «Берлоге»: разведка территории, мониторинг состояния улья. Алгоритмы сбора данных. Реакция на критические значения.

Практика:

Программирование дрона в игре. Создание машины состояний: «полёт по маршруту», «сбор данных», «передача данных», «возврат в улей». Подключение виртуальных датчиков. Настройка событий. Передача данных при обнаружении аномалии. Тестирование в игре. Полёт дрона по заданному маршруту.

Тема 2.7. Способы записи алгоритма и сравнение подходов к программированию.

Теория:

Способы записи алгоритма: словесный, блок-схема, машина состояний. Императивное программирование. Последовательное выполнение команд. Событийное программирование.

Практика:

Реализация одного алгоритма тремя способами в игре «Берлога»: словесное описание, блок-схема, машина состояний. Программирование в редакторе игры: императивный вариант, событийный вариант. Тестирование.

Тема 2.8. Действия в машине состояний. Виды моделей.

Теория:

Понятие модели: натурная, макет, прототип, словесная, описание объекта на естественном языке, математическая. Отличия моделей. Способ представления информации. Область применения. Модель в машине состояний (FSM).

Практика:

Анализ моделей на примере дрона. натурная модель, словесное описание, математическая модель. Построение машины состояний для дрона. Задание действий для каждого состояния. Реализация переходов между состояниями. Тестирование.

Тема 2.9. Объектная модель дрона в игре „Берлога: Защита пасеки“.

Теория:

Основы объектно-ориентированного программирования (ООП). Объект. Класс. Атрибуты. Методы, Инкапсуляция. Наследование. Полиморфизм. Объектная модель дрона. Связь с FSM.

Практика:

Создание класса дрона в среде программирования. Объявление атрибутов. Реализация методов. Интеграция с машиной состояний. Создание экземпляра дрона. Настройка взаимодействия с игровыми объектами. Тестирование.

Тема 2.10. Программирование движения робота на основе объектной модели.

Теория:

Управление движением робота: координаты и векторы движения, алгоритмы навигации, связь объектной модели и FSM. Примеры в игре: патрулирование по маршруту, уклонение от врагов, сбор ресурсов.

Практика:

Программирование движения дрона с учетом препятствий, интеграция с FSM. Улучшение объектной модели. Тестирование в игре. Движение по сложному маршруту с препятствиями. Реакция на появление врагов. Возврат в улей при низком заряде. Оптимизация. Кэширование пути.

Раздел 3. Практика программирования расширенных иерархических машин состояний.

Тема 3.1. Исполнение алгоритмов управления роботом.

Теория:

Повторение понятия машины состояний (FSM). Разбор типовых алгоритмов управления движением. Движение по заданной траектории. Обезд препятствий. Структура программы на основе FSM.

Практика:

Работа с симулятором робота (Triq Studio, VEXcode, LEGO Mindstorms или Arduino IDE). Программирование алгоритма «движение по квадрату» с использованием FSM. Определение состояний. Настройка условий переходов. Реализация действий. Тестирование алгоритма в симуляторе. Отладка.

Тема 3.2. Анализ исполнения машин состояний.

Теория:

Методы мониторинга работы FSM. Логирование состояний. Визуализация переходов. Мониторинг датчиков в реальном времени. Анализ исполнения алгоритма. Время перехода между состояниями. Корректность обработки событий.

Практика:

Реализация алгоритма «движение вдоль стены с объездом препятствия». Определение состояний. Настройка датчиков расстояния и освещённости. Добавление логирования состояний в консоль. Тестирование на симуляторе. Наблюдение за переходами между состояниями через логи. Измерение времени реакции на препятствие. Анализ результатов.

Тема 3.3. Диагностика и отладка машин состояний.

Теория:

Типичные ошибки в машинах состояний. Бесконечные циклы. Пропущенные переходы. Некорректные условия. Задержки реакции из-за низкой частоты опроса датчиков. Методы отладки.

Практика:

Задание «Найди и исправь ошибку».

Тема 3.4. Основы управления формальными исполнителями в игре “Берлога: Защита пасеки”

Теория:

Введение в событийное программирование на примере игры. Понятие формального исполнителя. Базовые команды управления.

Практика:

Программирование простого исполнителя с использованием цикла while для патрулирования по маршруту, условия if для атаки при обнаружении врага. Тестирование алгоритма в игре: наблюдение за поведением юнита. Отладка: корректировка условий и параметров движения.

Тема 3.5. Декомпозиция сложных задач в игре “Берлога: Защита пасеки”**Теория:**

Метод декомпозиции. Этапы построения алгоритма. Упрощение постановки задачи. Разбиение на подзадачи. Формулировка решения для каждой подзадачи. Объединение решений в единый алгоритм.

Практика:

Разбиение задачи «защита улья от волн врагов» на подзадачи: патрулирование территории, обнаружение врага (условие), атака врага (действие), возврат на пост после атаки. Программирование каждой подзадачи отдельно. Объединение подзадач в единый алгоритм. Тестирование в игре.

Тема 3.6. Программирование машин состояний для управления юнитами в игре “Берлога: Защита пасеки”.**Теория:**

Понятие машины состояний (FSM) в контексте игры. Переходы. Действия. Преимущества FSM для сложных алгоритмов.

Практика:

Реализация алгоритма защиты улья с использованием FSM. Определение состояний и событий. Настройка условий переходов. Программирование действий для каждого состояния. Тестирование в игре. Стресс-тест.

Тема 3.7. Программирование сложных алгоритмов для интеллектуальных агентов.**Теория:**

Разбор сложных алгоритмов в игре. Патрулирование с динамическим изменением маршрута. Координация действий нескольких юнитов. Реакция на изменяющиеся условия. Методы программирования взаимодействия агентов. Распределение ролей. Синхронизация действий. Примеры эффективных стратегий защиты улья.

Практика:

Программирование сложного алгоритма для одного юнита. Комбинация циклов и ветвлений для адаптации к ситуации. Использование переменных для хранения состояния. Реализация реакции на внешние события. Тестирование алгоритма в игре. Отладка.

Тема 3.8. Координация действий группы юнитов в ходе инженерных соревнований.**Теория:**

Принципы организации группового поведения агентов. Централизованное управление. Децентрализованное управление. Гибридные подходы. Способы обмена информацией между юнитами: сигналы, общие переменные, радиообмен. Стратегии распределения ролей: статическая, динамическая.

Практика:

Реализация алгоритма взаимодействия трёх юнитов. Определение ролей. Настройка обмена сигналами между юнитами. Программирование согласованных действий (атака с разных сторон, отступление при низком здоровье. Тестирование в игре. Оптимизация.

Тема 3.9. Турнир по программированию: «соревнование стратегий»

Теория:

Формирование команд (по 2–3 человека). Представление судейской коллегии и критериев оценки. Эффективность защиты улья (выживаемость, урон врагам). Сложность алгоритма (количество состояний, логика взаимодействия). Стабильность работы (отсутствие зависаний, корректная реакция на события). Креативность стратегии.

Практика:

Этап 1: отборочные бои (каждая команда сражается с двумя случайными соперниками).

Этап 2: полуфинал (лучшие 4 команды соревнуются по круговой системе).

Этап 3: финал (две лучшие команды сражаются в трёх матчах).

Наблюдение за ходом боёв: фиксация ключевых моментов, анализ стратегий. Сбор данных: время выживания улья, количество уничтоженных врагов, ошибки в работе алгоритмов. Финальная проверка и отладка программ.

Тема 3.10. Обратный инжиниринг автономной роботизированной системы в игре «Берлога: Защита пасеки»

Теория:

Что такое обратный инжиниринг в контексте программирования. Этапы обратного инжиниринга алгоритма. Наблюдение за поведением системы. Фиксация входных и выходных данных. Выявление закономерностей. Восстановление логики работы. Разбор примера. Введение понятия формального исполнителя и его ограничений.

Практика:

Выбор юнита с неизвестным алгоритмом. Наблюдение за поведением юнита в разных сценариях. Фиксация входных данных, выходных действий, условий переходов между действиями. Составление таблицы «вход → действие → результат». Восстановление базового алгоритма работы юнита (блок-схема). Проверка гипотезы: попытка предсказать поведение юнита в новой ситуации.

Тема 3.11. Определение вариантов работы алгоритма и входных данных

Теория:

Анализ возможных вариантов работы алгоритма при разных входных данных. Полный перебор сценариев. Граничные случаи. Исключительные ситуации. Определение множества входных данных, приводящих к заданному результату. Метод обратного расчёта. Построение дерева решений. Понятие устойчивости алгоритма к изменениям входных данных.

Практика:

Работа с ранее восстановленным алгоритмом юнита. Составление списка всех возможных входных данных. Определение результата для каждого входного набора. Построение таблицы истинности для условий переходов. Модификация алгоритма. Оптимизация.

Тема 3.12. Восстановление машины состояний системы.

Теория:

Структура машины состояний (FSM). Состояния. События. Переходы. Действия. Методы восстановления FSM: по описанию поведения, по логам работы системы, по блок-схеме алгоритма. Примеры FSM в реальной жизни.

Практика:

Восстановление машины состояний для юнита в «Берлоге». Определение всех возможных состояний. Фиксация событий, вызывающих переходы. Составление таблицы переходов. Визуализация FSM в виде графа (с помощью Draw.io). Перенос подхода на реальный пример. Анализ работы светофора. Составление FSM для трёхфазного светофора. Сравнение с игровой моделью.

Раздел 4. Теоретические основы программирования и моделирования.

Тема 4.1. Обнаружение ограничений привычного способа конструирования программ в игре «Берлога: Защита пасаки»

Теория:

Разбор привычного способа программирования: последовательность команд, жёстко заданные координаты. ограничения такого подхода: негибкость при изменении условий, сложность масштабирования, низкая адаптивность к динамической среде. Примеры неудачных решений в игре: юнит застревает в препятствии, не реагирует на изменения. Введение понятия «пространственная модель» как способа преодоления ограничений.

Практика:

Выбор юнита с простым императивным алгоритмом. Тестирование алгоритма в разных сценариях: статичная среда (без препятствий), динамическая среда (появление новых препятствий). Фиксация проблем: где алгоритм «ломается», какие ситуации не учтены. Попытка модифицировать алгоритм для работы в динамической среде. Сравнение результатов: насколько улучшилась работа юнита.

Тема 4.2. Построение пространственной модели виртуальной среды игры «Берлога: Защита пасаки».

Теория:

Понятие пространства в контексте игры. Характеристики организации пространства. Математическая модель пространства. Примеры моделей для разных задач (патрулирование, поиск ресурсов, уклонение от врагов).

Практика:

Построение пространственной модели уровня в игре. Разметка статических объектов. Определение динамических зон. Визуализация модели. Наложение сетки на игровой уровень. Маркировка зон. Программирование юнита с использованием модели. Движение по сетке. Обход препятствий. Тестирование: сравнение работы юнита с моделью и без неё.

Тема 4.3. Программирование на основе модели: тактика и инженерия

Теория:

Целевые требования. Защита улья. Сбор ресурсов. Атака врагов. Инженерные требования: стабильность работы, скорость реакции, масштабируемость. Связь модели пространства с требованиями: как сетка помогает в патрулировании, как граф путей ускоряет поиск цели, как поля потенциалов обеспечивают уклонение от опасностей.

Практика:

Программирование юнита с учётом тактических и инженерных требований. Реализация алгоритма патрулирования по графу путей. Добавление реакции на динамические объекты (враги, ресурсы). Оптимизация. Тестирование в игре. Выполнение тактической задачи. Оценка инженерных параметров. Доработка алгоритма

Тема 4.4. Предметные и математические модели. Модель связности.

Теория:

Понятие модели. Предметная модель. Математическая модель.

Моделирование в ходе решения задач. Упрощение реальности. Выделение ключевых свойств. Формализация связей между объектами. Модель связности: что такое связность, примеры, пространственные vs топологические характеристики. Пространственные: координаты, расстояния, углы. Топологические: связи, смежность, достижимость.

Практика:

Построение предметной модели: создание макета уровня игры «Берлога: Защита пасеки» из подручных материалов (картон, бумага, фигурки). Переход к математической модели: обозначение ключевых точек как вершин, соединение точек линиями как рёбра, фиксация пространственных характеристик, построение топологической модели. Сравнение моделей. Таблица «Пространственная модель vs Топологическая модель».

Тема 4.5. Графы и решение задач на нахождение кратчайших путей.

Теория:

Математический граф. Виды графов. Примеры графов в реальной жизни и игре. Граф путей в «Берлоге: Защита пасеки».

Практика:

Построение графов для уровня игры. Преобразование в ориентированный граф. Присвоение весов рёбрам. Решение задачи на нахождение кратчайшего пути. Алгоритм Дейкстры. Визуализация на графе. Программирование юнита с использованием графа. Реализация движения по кратчайшему пути в игре. Тестирование.

Раздел 5. Программирование автономных систем и агентов.

Тема 5.1. Устройство и работа умной теплицы как автономной системы.

Теория:

Понятие автономной системы. Способность работать без постоянного участия человека. Наличие датчиков и исполнительных устройств. Устройство умной теплицы: датчики: температуры, влажности почвы, освещённости, CO₂, исполнительные устройства: вентилятор, лампа досветки, насос для полива, сервопривод для открывания форточки. принцип работы: сбор данных с датчиков, анализ данных по заданным алгоритмам, выдача команд исполнительным устройствам. Примеры реальных умных теплиц.

Практика:

Знакомство с симулятором/макетом умной теплицы. Идентификация датчиков и исполнительных устройств. Запуск готовой программы управления. Наблюдение за работой системы в разных сценариях:

сценарий 1: нормальная работа (все параметры в норме);

сценарий 2: повышение температуры (выше нормы) → включение вентилятора;

сценарий 3: снижение влажности почвы → включение насоса;

сценарий 4: снижение освещённости → включение лампы.

Фиксация результатов.

Тема 5.2. Обратная связь и управление в автономной системе.

Теория:

Принцип обратной связи. Определение. Компоненты. Типы сигналов: непрерывные (аналоговые), дискретные (цифровые), разомкнутая (без обратной связи), замкнутая (с обратной связью). Применение в умной теплице. Поддержание температуры. Контроль влажности. Регулирование освещённости (досветка).

Практика:

Программирование системы с обратной связью. Тестирование в симуляторе/на макете. Анализ работы. Построение графика изменения температуры/влажности во времени. Оценка стабильности поддержания параметров.

Тема 5.3. Программирование поведения автономных агентов на примере персонажей видеоигр.

Теория:

Понятие автономного агента (NPC). Определение. Примеры. Типы поведения агентов: статичное, патрулирование, реакция на события. машина состояний (FSM) для программирования агентов. Состояния агентов. События. Переходы. Действия. Преимущества FSM.

Практика:

Запуск игрового движка «Урсула», знакомство с интерфейсом. Программирование NPC. Создание простого агента с FSM. Определение состояний. Настройка событий. Программирование действий: движение, анимация, атака. Тестирование в игре. Проверка переходов между состояниями. наблюдение за поведением агента в разных сценариях. Отладка.

Тема 5.4. Программирование поведения автономных агентов на примере персонажей видеоигр.

Теория:

Реакция агентов на события в виртуальной среде. Типы событий: игровые (атака, диалог), физические (столкновение), триггеры (вход в зону). Обработка нескольких событий одновременно (приоритеты). Взаимодействие игрока с NPC: диалог (выбор вариантов ответа), торговля (обмен ресурсами).

Практика:

Выбор персонажа в игре «Берлога: Защита пасеки». Наблюдение за поведением: какие действия выполняет, при каких условиях меняет поведение, как реагирует на игрока и врагов. Создание машины состояний для выбранного агента: определение 3–4 состояний (например, «патруль», «обнаружение», «атака», «возврат»). Задание условий переходов. Описание действий для каждого состояния. Визуализация. Добавление событийного управления.

Раздел 6. Итоговая аттестация.

Тема 6.1. Формулирование и обсуждение идеи киберфизической системы.

Теория:

Концепция КФС: основные компоненты и принципы построения киберфизических систем. Методология разработки: подходы к формулировке идей, критерии оценки

жизнеспособности проекта. Структурирование идеи: методика описания технической составляющей, алгоритмов управления и взаимодействия компонентов. Коммуникационные навыки: правила проведения эффективной групповой дискуссии, техники презентации идей.

Практика:

Генерация идей: мозговой штурм по поиску проблемных областей для применения КФС. Разработка концепции: создание детального описания выбранной идеи. Групповое обсуждение: презентация и критика проектов, выявление сильных и слабых сторон. Доработка идеи: внесение корректировок на основе обратной связи. Подготовка документации: составление технического задания и плана реализации.

Тема 6.2. Реализация проекта и анализ результатов.

Теория:

Этапы реализации: планирование работ, распределение ресурсов, управление проектом. Методы тестирования: виды испытаний, критерии успешности, обработка результатов. Анализ данных: методы оценки эффективности, метрики успеха проекта. Документация: оформление результатов, составление отчетов.

Практика:

Практическая реализация: создание прототипа или модели КФС. Тестирование системы: проведение испытаний, сбор данных. Анализ результатов: оценка соответствия проекта целям, выявление отклонений. Корректировка: внесение изменений на основе полученных данных. Защита проекта: презентация результатов, ответы на вопросы, получение обратной связи.

Второй год обучения.

Модуль 3 «Введение в беспилотные авиационные системы (БАС)»**Цель модуля:**

Формирование системы знаний о беспилотных летательных аппаратах, обучение мастерству пилотирования, развитие технологических навыков и спортивных качеств личности.

Образовательные задачи:

Формирование базовых знаний и умений в области БАС.

Знакомство с основами механики полёта и конструктивных факторов: влияние рамы, пропеллеров, аккумуляторов на характеристики.

Формирование навыков и умений визуального пилотирования.

Знакомство с правилами техники безопасности.

Знакомство с видами аппаратуры радиоуправления и типовые режимы управления.

№	Название раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
Раздел 1. Основы беспилотных авиационных систем					
1.1	История развития, Сферы применения БАС и перспективных развития.	2	2	0	Диагностика
1.2	Виды и классификация БПЛА, Особенности применения различных видов.	2	2	0	Опрос
1.3	Знакомство с симулятором полётов	2	0	2	Самопроверки
Раздел 2. Устройство БПЛА					
2.1	Основы БПЛА мультироторного типа.	2	1	1	Опрос
2.2	Электрические цепи БПЛА.	2	0	2	Практическая работа
2.3	Полётный контроллер и системы управления.	2	1	1	Опрос
2.4	Встроенные датчики и системы бортового питания.	2	1	1	Практическая работа
Раздел 3. Основы механики полёта БПЛА					
3.1	Конструкции рам БПЛА и их влияние на характеристики.	2	1	1	Диагностика
3.2	Рама и пропеллеры для БПЛА.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.3	Полезная нагрузка и её роль в решении задач.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.4	Взаимосвязь комплектующих: пропеллер, рама, аккумулятор.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 4. Основы визуального пилотирования, управления и настройки БПЛА					
4.1	Правила техники безопасности в работе с БПЛА.	2	1	1	Опрос

4.2	Управление БПЛА. Основы движения.	2	0	2	Практическая работа
4.3	Основы управления на открытой площадке (начальный уровень).	2	0	2	Практическая работа
4.4	Углублённая калибровка БПЛА.	2	1	1	Опрос
4.5	Аппаратура радиоуправления.	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.6	Комплексное пилотирование и настройка. Подведение итогов раздела.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 5. Основы построения моделей полезной нагрузки на основе чертежей					
5.1	Основы построения моделей полезной нагрузки на основе чертежей.	2	2	0	Наблюдение, опрос, практическая работа
Итого:		36	17	19	

Раздел 1. Основы беспилотных авиационных систем.

Тема 1.1. История развития, Сферы применения БАС и перспективы их развития.

Теория:

История развития БАС. Виды БАС. Сферы применения БАС сегодня. Перспективы развития. БАС в России.

Практика:

Работа с картой применения БАС. Анализ перспектив. Кейс-задание «Реши проблему». Викторина «БАС: вчера, сегодня, завтра».

Тема 1.2. Виды и классификация БПЛА, Особенности применения различных видов.

Теория:

Основные классификации БПЛА. Виды БПЛА и их особенности. Ключевые характеристики для сравнения. Особенности применения в различных сферах. Тенденции развития.

Практика:

Сравнительный анализ БПЛА. Кейс-задание «Выбери БПЛА». Моделирование ситуации. Викторина «Знатоки БПЛА».

Тема 1.3. Знакомство с симулятором полётов «Академия дронов».

Теория:

Что такое симулятор полетов. Обзор симулятора «Академия дронов». Элементы управления. Правила безопасности в симуляторе. Базовые маневры. Типичные ошибки новичков.

Практика:

Знакомство с интерфейсом. Настройка и подготовка к полету. Отработка базовых команд. Тренировочный полет по маршруту. Анализ результатов.

Раздел 2. Устройство БПЛА.

Тема 2.1. Основы БПЛА мультироторного типа.

Теория:

Что такое мультироторный БПЛА. Основные компоненты БПЛА и их функции. Принцип работы и управления. Системы стабилизации. Правила безопасности. Предполетная проверка.

Практика:

Изучение компонентов на примере реального БПЛА. Заполнение таблиц компонентов. Сборка/разборка учебного БПЛА. Предполетная проверка по чек-листу. Анализ схем и чертежей. Мини-викторина «Знатоки БПЛА»

Тема 2.2. Электрические цепи БПЛА.

Теория:

Основные электротехники для БПЛА. Основные компоненты электрических цепей БПЛА. Типовые схемы подключения. Параметры аккумуляторов для БПЛА. Энергопотребление и расчет времени полета. Правила электробезопасности. Типичные неисправности электрических цепей.

Практика:

Изучение компонентов. Сборка простой электрической цепи. Измерение параметров реального БПЛА. Анализ схемы подключения БПЛА. Диагностика неисправностей. Расчет энергопотребления.

Тема 2.3. Полётный контроллер и системы управления.

Теория:

Что такое полетный контроллер. Основные компоненты полетного контроллера. Инерциальный измерительный блок. Алгоритмы стабилизации. Системы навигации и позиционирования. Интерфейсы и подключение периферии. Популярные модели полетных контроллеров. Правила безопасной настройки.

Практика:

Изучение компонентов на реальном полётном контроллере. Калибровка датчиков. Настройка ПИД-регуляторов. Диагностика неисправностей. Анализ телеметрии. Мини-проект «Автономный маршрут».

Тема 2.4. Встроенные датчики и системы бортового питания.

Теория:

Встроенные датчики БПЛА и их функции. Принцип работы датчиков. Системы бортового питания. Энергопотребление БПЛА. Взаимодействие датчиков и системы питания. Правила безопасной эксплуатации. Типичные неисправности.

Практика:

Изучение датчиков на реальном БПЛА. Диагностика датчиков в ПО. Измерение параметров системы питания. Анализ энергопотребления. Моделирование неисправностей. Расчёт времени полёта.

Раздел 3. Основы механики полёта БПЛА.

Тема 3.1. Конструкции рам БПЛА и их влияние на характеристики.

Теория:

Что такое рама БПЛА. Основные типы конструкций рам. Материалы для рам. Геометрия рамы и её влияние. Влияние конструкции на характеристики. Крепление компонентов. Тенденции развития конструкций.

Практика:

Изучение конструкций на реальных моделях. Сравнение аэродинамических свойств. Сборка/разборка учебной рамы. Расчёт нагрузки. Моделирование повреждений рамы. Проектирование рамы под задачу. Мини-викторина «Знаток рам».

Тема 3.2. Рама и пропеллеры для БПЛА..**Теория:**

Рама БПЛА: функции и требования. Типы конструкций рам. Материалы для рам. Параметры рамы. Пропеллеры: типы и функции. Параметры пропеллеров. Влияние пропеллеров на характеристики. Совместимость рамы и пропеллеров. Правила безопасной эксплуатации.

Практика:

Изучение рам и пропеллеров на реальных моделях. Сравнение аэродинамических свойств. Сборка/разборка рамы с пропеллерами. Балансировка пропеллеров. Расчёт тяги и эффективности. Моделирование повреждений пропеллеров. Подбор компонентов под задачу.

Тема 3.3. Полезная нагрузка и её роль в решении задач.**Теория:**

Что такое полезная нагрузка. Основные типы полезной нагрузки. Влияние полезной нагрузки на характеристики БПЛА. Расчёты и ограничения. Примеры применения по отраслям. Монтаж и крепление. Безопасность и нормативные требования.

Практика:

Изучение типов полезной нагрузки на реальных примерах. Расчёт грузоподъёмности и времени полёта. Монтаж оборудования. Тестирование в симуляторе. Анализ результатов. Кейс-задание «Реши задачу».

Тема 3.4. Взаимосвязь комплектующих: пропеллер, рама, аккумулятор.**Теория:**

Взаимосвязь пропеллеров и рамы. Параметры пропеллеров и их влияние. Аккумулятор и его роль в системе. Расчёты и формулы. Примеры сочетаний компонентов. Типичные ошибки при подборе. Безопасность.

Практика:

Анализ готовых комплектов. Расчёт параметров для гипотетического дрона. Тестирование в симуляторе. Эксперимент «Замена компонента». Кейс-задание «Оптимизация». Диагностика неисправностей.

Раздел 4. Основы визуального пилотирования, управления и настройки БПЛА**Тема 4.1. Правила техники безопасности в работе с БПЛА.****Теория:**

Общие правила техники безопасности. Нормативные требования и ограничения. Требования к месту полётов. Метеоусловия для полётов. Предполётная проверка. Правила запуска и посадки. Действия в аварийных ситуациях. Безопасность при работе с аккумуляторами. Ответственность оператора.

Практика:

Изучение нормативных документов. Предполётный чек-лист. Моделирование аварийных ситуаций в симуляторе. Отработка процедур запуска и посадки. Кейс-задание «Безопасный полёт». Тренировка действий при пожаре аккумулятора.

Тема 4.2. Управление БПЛА. Основы движения.

Теория:

Оси движения БПЛА. Элементы управления на пульте. Базовые манёвры. Влияние внешних факторов. Режимы полёта. Ошибки начинающих пилотов. Правила безопасного пилотирования.

Практика:

Ознакомление с пультом управления. Работа в симуляторе полётов. Предполётная подготовка учебного БПЛА. Отработка манёвров на учебном БПЛА. Комбинированные упражнения. Учёт внешних факторов. Анализ ошибок.

Тема 4.3. Основы управления на открытой площадке (начальный уровень).

Теория:

Повторение правил техники безопасности. Подготовка к полёту. Ось движения и команды пульта. Базовые манёвры. Оценка условий полёта. Типичные ошибки новичков.

Практика:

Предполётный брифинг и распределение ролей. Разминка на земле. Отработка манёвров на учебном БПЛА. Учёт внешних факторов. Работа в парах с обменом ролей. Финальное упражнение «Маршрут». Разбор полётов.

Тема 4.4. Углублённая калибровка БПЛА.

Теория:

Датчики БПЛА и их назначение. Когда требуется калибровка. Виды калибровки. Влияние калибровки на полёт. Ошибки при калибровке. Инструменты для калибровки. Безопасность при калибровке.

Практика:

Подготовка к калибровке. Калибровка компаса. Калибровка гироскопа и акселерометра. Балансировка пропеллеров. Настройка PID-регуляторов. Проверка датчиков высоты и GPS. Комплексный тест полёта. Анализ результатов.

Тема 4.5. Аппаратура радиоуправления.

Теория:

Состав аппаратуры радиоуправления. Типы передатчиков. Каналы управления. Технологии передачи сигнала. Основные функции передатчиков. Антенны и распространение сигнала. Типичные проблемы связи. Безопасность при работе с радиоуправлением.

Практика:

Ознакомление с оборудованием. Привязка приёмника к передатчику. Настройка каналов и триммеров. Тестирование функций. Диагностика связи. Устранение типовых неисправностей. Комплексное упражнение.

Тема 4.6. Комплексное пилотирование и настройка. Подведение итогов раздела.

Теория:

Повторение ключевых тем раздела. Комплексные сценарии пилотирования. Типичные проблемы и их решения. Подготовка к выполнению заданий. Оценка результатов.

Практика:

Предполётная подготовка. Базовые упражнения. Комплексное упражнение № 1 «Маршрут с препятствиями». Комплексное упражнение № 2 «Фотосъёмка точки». Комплексное упражнение № 3 «Доставка груза». Углублённая настройка БПЛА. Анализ ошибок.

Раздел 5. Основы построения моделей полезной нагрузки на основе чертежей

Тема 5.1. Основы построения моделей полезной нагрузки на основе чертежей.

Теория:

Виды полезной нагрузки для БПЛА. Требования к полезной нагрузке. Основы чтения чертежей. Расчёты параметров. Материалы для изготовления. Способы крепления. Типичные ошибки. Безопасность.

Практика:

Анализ чертежа типовой нагрузки. Расчёт массы и энергопотребления. Макетирование из подручных материалов. Сборка и тестирование прототипа.

Модуль 4. «Цифровое проектирование: от эскиза до прототипа»

Цель модуля:

Сформировать у обучающихся навыки сквозного цифрового проектирования - от создания векторного эскиза в Inkscape до подготовки файлов для лазерной резки в RDWorks, с акцентом на создание компонентов БПЛА и функциональных прототипов.

№ п/п	Название раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теори я	Практи ка	
Раздел 1. Введение и основы безопасности					
1.1	Введение в цифровое проектирование и лазерные технологии	2	2	0	Диагностика
1.2	Безопасность при работе с лазерным станком.	2	1	1	Опрос,практическая работа
Раздел 2. Основы работы в Inkscape					
2.1	Основы работы в Inkscape: первые шаги.	2	2	0	Опрос
2.2	Работа с инструментами рисования в Inkscape.	2	0	2	Практическая работа
2.3	Основы технического черчения в Inkscape.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 3. Подготовка файлов для лазерной резки					
3.1	Подготовка файла для лазерной резки в Inkscape.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.2	Знакомство с RDWorks: основы работы.	2	1	1	Опрос,
3.3	Первая лазерная резка.	2	1	1	Опрос, практическая работа
Раздел 4. Проектирование базовых конструкций для БПЛА					

4.1	Соединения «шип-паз»: теория и практика проектирования.	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.2	Проектирование простой рамы для БПЛА.	2	0	2	Практическая работа
4.3	Основы гравировки на лазерном станке.	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.4	Оптимизация раскроя материала.	2	1	1	Промежуточный контроль
Раздел 5. Продвинутое проектирование и сборка					
5.1	Создание корпуса для электроники БПЛА.	2	2	0	Опрос
5.2	Работа с многослойными конструкциями.	2	1	1	Опрос, практическая работа
5.3	Гибкие элементы и шарниры для БПЛА.	2	1	1	Опрос, практическая работа
5.4	Сборка и доработка прототипа.	2	0	2	Практическая работа
Раздел 6. Итоговый проект и презентация					
6.1	Индивидуальный проект: от идеи до чертежа.	2	0	2	Практическая работа
6.2	Изготовление и презентация проекта.	2	0	2	Наблюдение, опрос, практическая работа
Итого:		36	17	19	

Раздел 1. Введение и основы безопасности.

Тема 1.1. Введение в цифровое проектирование и лазерные технологии.

Теория:

Что такое цифровое проектирование. Основы лазерных технологий. Лазерная резка: процесс и возможности. Программы Inkscape и RDWorks: роль в рабочем процессе. Где применяют лазерную резку. Компоненты БПЛА, которые можно изготовить на лазерном станке.

Практика:

Демонстрация работы лазерного станка. Знакомство с интерфейсом Inkscape. Импорт в RDWorks и подготовка к резке. Мини-практикум «Первая деталь».

Тема 1.2. Безопасность при работе с лазерным станком.

Теория:

Основные опасности лазерного станка. Классы лазеров и их опасности. Требования к помещению. Средства индивидуальной защиты. Запрещенные для рез материалы. Оборудование для безопасности.

Практика:

Осмотр помещения и оборудования. Работа с СИЗ. Отработка действий перед началом работы. Демонстрация безопасных действий во время работы. Тренировка действий в аварийных ситуациях.

Раздел 2. Основы работы в Inkscape.

Тема 2.1. Основы работы в Inkscape: первые шаги.

Теория:

Знакомство с программой. Интерфейс программы. Настройка рабочей области. Базовые понятия. Основные инструменты. Сохранение работы.

Практика:

Запуск программы и настройка. Работа с базовыми фигурами. Редактирование объектов. Комбинирование фигур. Сохранение проекта.

Тема 2.2. Работа с инструментами рисования в Inkscape.

Теория:

Обзор инструментов рисования. Базовые инструменты создания фигур. Инструменты для работы с контурами. Дополнительные инструменты. Основные параметры объектов. Основы редактирования. Вспомогательные функции.

Практика:

Знакомство с интерфейсом и базовыми инструментами. Практика с геометрическими фигурами. Работа с многоугольниками и звёздами. Создание контуров с помощью «Кривых Безье». Добавление текста и декоративных элементов. Подготовка к лазерной резке.

Тема 2.3. Основы технического черчения в Inkscape.

Теория:

Что такое технический чертеж. Основные элементы чертежа. Стандарты оформления. Возможности Inkscape для черчения. Требования к файлам для лазерной резки.

Практика:

Настройка рабочей области для черчения. Построение рамки и основной надписи. Создание простого чертежа детали. Нанесение размеров. Обозначение линий для резки и гравировки. Работа со слоями. Экспорт файла для лазерной резки.

Раздел 3. Подготовка файлов для лазерной резки.

Тема 3.1. Подготовка файла для лазерной резки в Inkscape.

Теория:

Требования к файлам для лазерной резки. Типы линий и их назначение. Форматы файлов. Важные параметры для резки. Типичные ошибки при подготовке файлов. Проверка файла перед экспортом.

Практика:

Подготовка рабочей области. Создание простого чертежа с разными типами линий. Работа с допусками и соединениями. Оптимизация раскроя. Проверка и исправление ошибок. Экспорт файла.

Тема 3.2. Знакомство с RDWorks: основы работы.

Теория:

Что такое RDWorks. Поддерживаемые форматы файлов. Интерфейс программы. Основные понятия. Базовые настройки для материалов. Процесс работы.

Практика:

Запуск программы и знакомство с интерфейсом. Импорт файла из Inkscape. Работа со слоями. Настройка параметров обработки. Проверка траектории. Позиционирование на станке. Отправка задания на станок. Завершение работы.

Тема 3.3. Первая лазерная резка.

Теория:

Повторение правил безопасности. Подготовка станка к работе. Проверка файла перед резкой. Последовательность операций. Критерии качественной резки.

Практика:

Подготовка материала и станка. Позиционирование и фокусировка. Загрузка файла и настройка параметров. Запуск процесса резки. Контроль и завершение. Очистка и завершение работы. Анализ результатов.

Раздел 4. Проектирование базовых конструкций для БПЛА.

Тема 4.1. Соединения «шип-паз»: теория и практика проектирования.

Теория:

Что такое соединение «шип-паз». Виды соединений «Шип-паз». Преимущества для лазерной резки. Технологические допуски. Факторы, влияющие на прочность соединения. Расчет параметров. Ошибки проектирования.

Практика:

Расчет допусков. Проектирование простого шипа в Inkscape. Создание шаблона соединения. Оптимизация раскроя. Подготовка файла для резки. Проверка в RDWorks. Резка и сборка. Анализ результатов.

Тема 4.2. Проектирование простой рамы для БПЛА.

Теория:

Что такое рама БПЛА. Требования к раме. Компоненты БПЛА и их размещение. Расчет размеров. Конструктивные элементы рамы. Материалы для лазерной резки. Технологические допуски. Ошибка проектирования.

Практика:

Расчет параметров рамы. Проектирование в Inkscape. Добавление новых элементов. Оптимизация раскроя. Подготовка файла для резки. Проверка в RDWorks. Резка и сборка. Анализ результатов.

Тема 4.3. Основы гравировки на лазерном станке.

Теория:

Что такое лазерная гравировка. Принцип работы лазерного станка для гравировки. Виды гравировки. Материалы для гравировки. Параметры гравировки. Требования к файлам. Ошибки гравировки.

Практика:

Подготовка векторного файла в Inkscape. Настройка файла в RDWorks. Подготовка станка. Симуляция и запуск. Контроль процесса. Завершение и оценка. Эксперимент с параметрами. Пост-обработка.

Тема 4.4. Оптимизация раскроя материала.

Теория:

Что такое раскрой материала. Виды раскроя. Факторы, влияющие на раскрой. Методы оптимизации. Экономический аспект. Программы и инструменты. Типичные ошибки.

Практика:

Анализ деталей для раскроя. Ручной раскрой в Inkscape. Расчет эффективности раскроя. Автоматический раскрой в RDWorks. Оптимизация и сравнение. Подготовка файла для резки. Проверка и резка. Анализ результатов.

Раздел 5. Продвинутое проектирование и сборка.

Тема 5.1. Создание корпуса для электроники БПЛА.

Теория:

Назначение корпуса для электроники. Требования к корпусу. Компоненты, требующие размещения. Типы конструкций. Конструктивные элементы. Материалы для лазерной резки. Технологические допуски. Ошибки проектирования.

Практика:

Расчет размера корпуса. Проектирование в Inkscape. Добавление крепежных элементов. Оптимизация раскроя. Подготовка файла для резки. Проверка в RDWorks. Резка и сборка. Анализ результатов.

Тема 5.2. Работа с многослойными конструкциями.

Теория:

Что такое многослойная конструкция. Преимущества многослойных конструкций. Типы многослойных конструкций. Материалы для слоев. Конструктивные элементы. Технологические допуски. Методы соединения слоев. Ошибки проектирования.

Практика:

Расчет параметров конструкции. Проектирование в Inkscape. Оптимизация раскроя. Подготовка файла для резки. Проверка в RDWorks. Резка и сборка. Анализ результатов.

Тема 5.3. Гибкие элементы и шарниры для БПЛА.

Теория:

Назначение гибких элементов и шарниров. Где применяются в БПЛА. Типы гибких элементов. Типы шарнирных соединений. Материалы для изготовления. Конструктивные особенности. Расчет параметров. Ошибки проектирования.

Практика:

Проектирование гибкого амортизатора в Inkscape. Проектирование «живого шарнира». Оптимизация раскроя. Подготовка файла для резки. Настройка станка и резка. Сборка и тестирование. Эксперимент с материалами.

Тема 5.4. Сборка и доработка прототипа.

Теория:

Что такое прототип и зачем он нужен. Этапы работы с прототипом. Инструменты и материалы для сборки. Методы соединения деталей. Критерии оценки прототипа. Типичные проблемы при сборке. Методы доработки. Техника безопасности.

Практика:

Подготовка к сборке. Последовательность сборки прототипа БПЛА. Первичное тестирование. Выявление недостатков. Доработка конструкции. Финальное тестирование. Оценка качества сборки.

Раздел 6. Итоговый проект и презентация.

Тема 6.1. Индивидуальный проект: от идеи до чертежа.

Теория:

Что такое индивидуальный проект. Этапы работы над проектом. Типы проектов для БПЛА. Источники идей. Критерии хороших идей. Структура проекта. Инструменты проектирования. Требования к чертежу. Ошибки начинающих.

Практика:

Генерация идеи. Постановка задач. Исследование аналогов. Эскизное проектирование. Создание цифрового чертежа в Inkscape. Оптимизация раскроя. Подготовка файла для изготовления. Оформление проекта.

Тема 6.2. Изготовление и презентация проекта.

Теория:

Этапы изготовления прототипа. Работа с лазерным станком. Постобработка деталей. Сборка прототипа. Тестирование. Подготовка презентации проекта. Типичные проблемы и их решение.

Практика:

Подготовка к изготовлению. Резка деталей на лазерном станке. Постобработка. Сборка прототипа. Тестирование. Доработка. Подготовка к презентации.

Модуль 5. «3D-моделирование в FreeCAD: проектирование деталей для БПЛА»

Цели модуля:

- освоить основы 3D-моделирования в программе FreeCAD;
- научиться создавать детали и узлы для БПЛА с учётом их функционального назначения;
- развить пространственное мышление и инженерный подход к решению задач;
- сформировать навыки работы с технической документацией и чертежами.

Образовательные задачи:

- изучить интерфейс и основные инструменты FreeCAD;
- освоить техники создания 2D-эскизов и их преобразования в 3D-объекты;
- научиться проектировать простые и сложные детали для БПЛА;
- отработать навыки экспорта моделей для 3D-печати;
- выполнить итоговый проект — создание комплекта деталей для модификации учебного БПЛА.

№	Название раздела, тема	Количество часов			Формы аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
Раздел 1. Введение и основы работы в FreeCAD					
1.1	Введение в 3D-моделирование. Обзор FreeCAD.	2	1	1	Диагностика
1.2	Интерфейс FreeCAD. Основные рабочие среды.	2	1	1	Опрос, практическая работа
1.3	Основы работы в среде Sketcher	2	0	2	Практическая работа
Раздел 2. Базовые техники 3D-моделирования					

2.1	Преобразование эскизов в 3D: операция «Выдавливание».	2	2	0	Опрос
2.2	Операции «Вращение» и «Вырезание».	2	0	2	Практическая работа
2.3	Работа с размерами и параметрами.	2	1	1	Опрос, практическая работа
2.4	Создание простых деталей для БПЛА.	2	0	2	Практическая работа
2.5	Дополнительные операции моделирования.	2	0	2	Практическая работа
Раздел 3. Проектирование и сборка сложных конструкций					
3.1	Сборка узлов в FreeCAD.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.2	Проектирование сложных деталей: корпуса и кожухи.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.3	Проектирование функциональных деталей.	2	1	1	Опрос, практическая работа
3.4	Оптимизация моделей для БПЛА.	2	0	2	Практическая работа
3.5	Комплексное проектирование узла БПЛА.	2	0	2	Практическая работа
Раздел 4. Подготовка к производству и итоговый проект					
4.1	Подготовка моделей к 3D-печати.	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.2	Анализ и исправление ошибок моделей.	2	0	2	Практическая работа
4.3	Знакомство с другими форматами экспорта.	2	1	1	Опрос, практическая работа
4.4	Итоговый проект: этап проектирования и моделирования.	2	1	1	Промежуточный контроль
4.5	Итоговый проект: подготовка к производству и защита.	2	0	2	Защита проекта
Итого:		36	11	25	

Раздел 1. Введение и основы работы в FreeCAD.

Тема 1.1. Введение в 3D-моделирование. Обзор FreeCAD.

Теория:

Что такое 3D моделирование. Обзор FreeCAD. Преимущества FreeCAD для начинающих. Применение FreeCAD в проектировании БПЛА.

Практика:

Установка и настройка FreeCAD. Освоение интерфейса. Создание первой 3D-модели. Дополнительные эксперименты.

Тема 1.2. Интерфейс FreeCAD. Основные рабочие среды.

Теория:

Структура главного окна FreeCAD. Основные рабочие среды FreeCAD и их назначение. Навигация в 3D-пространстве. Базовые операции с документами.

Практика:

Освоение интерфейса. Работа в среде Part. Работа в среде Sketcher. Работа в среде Draft. Сохранение работы.

Тема 1.3. Основы работы в среде Sketcher.

Теория:

Назначение среды Sketcher. Интерфейс среды Sketcher. Основные геометрические примитивы. Типы ограничений. Роль эскиза в проектировании деталей БПЛА. Правила создания корректных эскизов.

Практика:

Создание нового эскиза. Построение базовых фигур . Наложение ограничений. Проставление размеров. Комплексное задание: эскиз монтажной пластины. Сохранение и экспорт.

Раздел 2. Введение и основы работы в FreeCAD.

Тема 2.1. Преобразование эскизов в 3D: операция «Выдавливание».

Теория:

Назначение операции «Выдавливание». Интерфейс операции Pad. Требования к эскизу для выдавливания. Типы выдавливания. Применение в проектировании БПЛА. Типичные ошибки и их решение.

Практика:

Подготовка эскиза. Базовое выдавливание. Симметричное выдавливание. Тонкостенное выдавливание. Комплексное задание: создание монтажной платформы для БПЛА. Сохранение и экспорт.

Тема 2.2. Операции «Вращение» и «Вырезание».

Теория:

Операция «Вращение» (Revolve). Интерфейс операции Revolve. Операция «Вырезание» (Pocket). Интерфейс операции Pocket. Комбинирование операций. Типичные ошибки и их решение.

Практика:

Создание тела вращения. Базовое вырезание. Комплексное задание: кронштейн с отверстиями. Анализ и исправление ошибок. Сохранение работы.

Тема 2.3. Работа с размерами и параметрами.

Теория:

Типы размеров в FreeCAD. Инструменты простановки размеров. Параметрическое моделирование. Работа с параметрами. Редактирование размеров. Типичные ошибки.

Практика:

Простановка размеров на существующем эскизе. Редактирование размеров. Создание параметрической модели кронштейна. Изменение параметров модели. Комплексное задание: параметрическая монтажная пластина. Сохранение параметрической модели.

Тема 2.4. Создание простых деталей для БПЛА.

Теория:

Типовые детали БПЛА и их функции. Требования к деталям БПЛА. Методика проектирования. Материалы для 3D-печати БПЛА. Типичные ошибки проектирования.

Практика:

Проектирование монтажной пластины. Создание кронштейна для камеры. Моделирование защитного кожуха. Сборка узла в FreeCAD. Экспорт моделей.

Тема 2.5. Дополнительные операции моделирования.

Теория:

Операция «Скругление» (Fillet). Операция «Фаска» (Chamfer). Операции массива (Pattern). Операция «Зеркальное отражение» (Mirror). Комбинирование операций. Влияние на технологичность. Типичные ошибки.

Практика:

Скругление и фаски. Линейный массив отверстий. Круговой массив элементов. Зеркальное отражение. Комплексное задание: защитный кожух с вентиляцией. Сохранение и анализ.

Раздел 3. Введение и основы работы в FreeCAD.

Тема 3.1. Подготовка моделей к 3D-печати.

Теория:

Требования к моделям для 3D-печати. Ошибки геометрии и их исправление. Форматы файлов. Параметры слайсинга. Ориентация модели на платформе. Постобработка. Расчёт стоимости печати.

Практика:

Проверка модели в FreeCAD. Экспорт в STL. Импорт в слайсер и настройка. Анализ G-code. Оптимизация модели. Сохранение и подготовка к печати. Расчёт стоимости печати.

Тема 3.2. Проектирование сложных деталей: корпуса и кожухи.

Теория:

Особенности корпусов и кожухов для БПЛА. Конструктивные элементы. Методы моделирования. Требования к модели для 3D-печати. Материалы для 3D-печати корпусов. Типичные ошибки.

Практика:

Проектирование корпуса полётного контроллера. Моделирование защитного кожуха для аккумулятора. Оптимизация модели для печати. Настройка печати в слайсере.

Тема 3.3. Проектирование функциональных деталей.

Теория:

Типовые функциональные детали БПЛА. Требования к функциональным деталям. Конструктивные особенности. Методы моделирования в FreeCAD. Материалы и технологии. Типичные ошибки.

Практика:

Проектирование кронштейна крепления камеры. Моделирование втулки с внутренней резьбой. Оптимизация модели для 3D-печати. Анализ и тестирование.

Тема 3.4. Оптимизация моделей для БПЛА.

Теория:

Зачем оптимизировать модели для БПЛА. Основные методы оптимизации. Облегчающие структуры. Параметры печати для оптимизации. Анализ нагруженных зон. Типичные ошибки.

Практика:

Анализ исходной модели. Топологическая оптимизация. Создание облегчающих структур. Оптимизация параметров печати. Сравнение моделей.

Тема 3.5. Комплексное проектирование узла БПЛА.**Теория:**

Типовые узлы БПЛА. Требования к узлам. Конструктивные элементы узлов. Методы моделирования сборок в FreeCAD. Оптимизация узлов. Параметры печати для сборок. Типичные ошибки.

Практика:

Проектирование узла крепления камеры. Оптимизация узла. Настройка печати в слайсере. Сравнение вариантов.

Раздел 4. Подготовка к производству и итоговый проект.**Тема 4.1. Подготовка моделей к 3D-печати.****Теория:**

Этапы подготовки модели к печати. Типичные ошибки геометрии и их исправление. Параметры экспорта в STL. Ключевые настройки в слайсере. Оценка времени печати и расхода материала. Постобработка напечатанных деталей.

Практика:

Проверка геометрии моделей. Настройка печати в слайсере. Запуск пробной печати. Анализ G-code и расчёт стоимости.

Тема 4.2. Анализ и исправление ошибок моделей.**Теория:**

Типовые ошибки 3D-моделей. Последствия ошибок при печати. Инструменты проверки в FreeCAD. Инструменты исправления в Meshmixer. Критерии готовности модели к печати. Порядок проверки перед экспортом.

Практика:**Тема 4.3. Знакомство с другими форматами экспорта.****Теория:**

Зачем нужно знать разные форматы экспорта? Основные форматы 3D-моделей и их характеристики. Критерии выбора формата. Рекомендации по выбору.

Практика:

Экспорт модели в разные форматы. Сравнение файлов. Проверка в разных программах. Подготовка пакета файлов для проекта.

Тема 4.4. Итоговый проект: этап проектирования и моделирования.**Теория:**

Постановка задачи. Этапы проектирования. Рекомендации по проектированию. Критерии оценки проекта.

Практика:

Анализ задачи и требований. Создание эскизов. 3D-моделирование деталей. Сборка в FreeCAD. Сохранение работы.

Тема 4.5. Итоговый проект: подготовка к производству и защита.

Теория:

Форматы экспорта. Проверка моделей на ошибки. Спецификация проекта. Структура презентации.

Практика:

Экспорт моделей. Анализ и исправление ошибок. Подготовка спецификации. Создание презентации. Репетиция защиты. Защита проекта и подведение итогов.

2. Комплекс организационно-педагогических условий

2.1. Формы аттестации/контроля

Формы аттестации/контроля для выявления предметных и метапредметных результатов: тестирование, практическая работа, творческая работа, соревнования и турниры.

Формы аттестации/контроля формы для выявления личностных качеств: наблюдение, беседа, опросы, тестирование.

Особенности организации аттестации/контроля.

В начале обучения проводится входная диагностика в форме анкетирования (выявление интереса и предварительного опыта) и практического мини-задания (например, базовый чертёж по шаблону или сборка простой схемы).

Далее:

- текущий контроль — «миссии» на каждом занятии с фиксацией результатов в чек-листе;
- промежуточный контроль — мини-проекты по модулям (печать детали, программирование маршрута в симуляторе и т. д.);
- итоговый контроль — защита комплексного проекта (демонстрация прототипа, презентация, ответы на вопросы);
- дополнительно — рефлексивные тесты после этапов и портфолио с динамикой достижений.

2.2. Оценочные материалы

Анкета входной диагностики — выявляет интерес к технике и начальный уровень знаний/опыта. Чек-листы для текущего контроля — фиксируют освоение операций по модулям (построение элемента в Inkscape/FreeCAD, выполнение манёвра в симуляторе и пр.) с отметками «выполнено / требует доработки». Тестовые задания — проверяют знание основ физики, алгоритмики, устройства дрона, правил безопасности (закрытые вопросы, соотнесение понятий, простые расчёты). Критерии оценки мини-проектов по модулям — оценивают точность выполнения задания, самостоятельность, качество результата (например, корректность 3D-модели и пригодность к печати). Карта наблюдений за групповой работой — фиксирует развитие коммуникативных и регулятивных УУД (распределение ролей, планирование, взаимопомощь). Рефлексивные анкеты (3–5 вопросов) — после ключевых этапов: «Что получилось?», «Что было сложно?», «Что хочу узнать дальше?». Критерии защиты итогового проекта — оценивают цель и задачи, логичность этапов, функциональность прототипа, качество презентации, владение терминологией, ответы на вопросы. Портфолио учащегося — структурированный набор материалов (чертежи, скриншоты, фото прототипов, листы самооценки, отметки по чек-листам) для отслеживания динамики. Практические контрольные задания на оборудовании — подготовка файла и получение детали на 3D-принтере/лазерном станке с оценкой точности и аккуратности. Контрольный лист выполнения этапов проекта — проверка наличия ключевых результатов (эскиз, чертёж, код, прототип, отчёт) по срокам.

2.3. Ресурсное обеспечение программы

Методические материалы:

Инструкции и памятки — по работе с ПО (Inkscape, FreeCAD, платформа «Берлога»), оборудованием (3D-принтер, лазерный станок, дроны) и соблюдению техники безопасности.

Пошаговые руководства — для выполнения проектных задач: от эскиза до готового прототипа (включая подготовку файлов к печати/резке и базовые сценарии программирования).

Комплект заданий разного уровня сложности — для дифференцированной работы (шаблоны чертежей, стартовые скрипты, заготовки моделей).

Тестовые и практические карточки — для текущего контроля знаний и умений (вопросы по физике и алгоритмике, мини-задачи на моделирование и пилотирование).

Шаблоны документов для проектной деятельности — план проекта, чек-листы этапов, бланки для рефлексии и самооценки, структура презентации итогового проекта. Демонстрационные материалы — примеры готовых прототипов, фото/видео этапов сборки и полётов, скриншоты интерфейсов ПО с пояснениями. Сценарные карточки «миссий» — игровые задания к каждому занятию с чёткими целями, критериями выполнения и подсказками.

Методические рекомендации для педагога — по организации групповой работы, проведению инструктажей, оценке результатов и коррекции затруднений.

Методики и технологии:

- игровые технологии — обучение в формате квестов и «миссий», повышающих вовлечённость;

- метод пошагового усложнения задач — от работы по образцу к самостоятельному проектированию;
- практико-ориентированное обучение — применение знаний (физики, алгоритмики) для решения реальных технических задач;
- технологии смешанного обучения — сочетание очных практических занятий и виртуальных тренировок (симуляторы, платформа «Берлога»);
- личностно-ориентированный подход — дифференцированные задания разного уровня сложности; методы наглядного обучения — использование демонстрационных прототипов, видео, скриншотов интерфейсов ПО;
- кооперативное обучение — развитие навыков командной работы при сборке и тестировании моделей.

Краткое описание работы с методическими материалами:

- знакомятся с инструкциями и памятками — осваивают правила работы с ПО (Inkscape, FreeCAD, «Берлога») и оборудованием, а также требования техники безопасности;
- следуют пошаговым руководствам — поэтапно выполняют проектные задачи: от эскиза до прототипа (моделируют, готовят файлы к печати, программируют сценарии);
- выполняют задания по сценарным карточкам «миссий» — решают учебные задачи с чёткими целями и критериями, постепенно усложняя действия (от работы по образцу к самостоятельному проектированию);
- используют шаблоны документов — заполняют план проекта, чек-листы этапов, бланки рефлексии, готовят структуру презентации для защиты;
- анализируют демонстрационные материалы — изучают примеры прототипов, видео этапов сборки и полётов, скриншоты интерфейсов с пояснениями, чтобы применять лучшие решения в своих работах;
- работают с дифференцированными заданиями — выбирают (или получают от педагога) задачи подходящего уровня сложности (шаблоны чертежей, стартовые скрипты, заготовки моделей) и отрабатывают навыки на практике.

2.4. Условия реализации программы

Для эффективной реализации настоящей программы необходимы определённые условия:

- наличие помещения для учебных занятий, рассчитанного на 6-12 и отвечающего правилам СанПин;
- наличие ученических столов и стульев, соответствующих возрастным особенностям обучающихся;
- шкафы стеллажи для оборудования, а также разрабатываемых и готовых прототипов проекта;
- наличие необходимого оборудования согласно списку;
- наличие учебно-методической базы: научная и справочная литература, наглядный материал, раздаточный материал, методическая литература.

Материально-техническое обеспечение программы:

Наименование	Количество
Набор КинезиЯ	1 шт.
Набор КинезиЯ. Полигон.	1 шт.
Ноутбуки	8 шт.
Принтер	1 шт.
3 D принтер	1 шт.
Лазерный станок	1 шт.
Учебный квадрокоптер	2 шт.
Пульт управления	2 шт.
прибор измерения напряжения батареи	1 шт.
Зарядное устройство для аккумуляторов с балансировкой	1 шт.
Дополнительные аккумуляторы для квадрокоптеров	2 шт.
Запасные лопасти	2 компл.

Информационное обеспечение программы:

Наименование	Ссылка
Игра «защита пасеки»	platform.kruzhok.org
Конструктор игр «Урсула»	platform.kruzhok.org
Игра «Академия дронов»	platform.kruzhok.org
Редактор векторной графики Inkscape	inkscape.org
Программа параметрического трёхмерного моделирования FreeCad	www.freecad.org
Симулятор Liftoff: FPV Drone Racing	https://github.com/Liftoff-FPV?ysclid=msmtz4f0a255950102
Программа RDWorks, для управления лазерным станком	rdworks.ru
Программа для подготовки файлов 3D моделей к печати Orca Slicer	www.orcaslicer.com

Кадровое обеспечение программы:

Для реализации программы требуется педагог дополнительного образования с уровнем образования и квалификации, соответствующим профессиональному стандарту «Педагог дополнительного образования детей и взрослых».

2.5. Воспитательный компонент**Цель воспитательной работы**

Формирование у обучающихся ценностных ориентаций посредством практического технического творчества: развития трудолюбия, ответственности и целеустремлённости при реализации проектов;

воспитания чувства коллективизма через совместную работу над прототипами; осознания значимости инженерных профессий и вклада технического прогресса в развитие общества;

формирования культуры безопасной и этичной работы с технологиями (в т. ч. с беспилотными системами).

Задачи воспитательной работы

Способствовать развитию навыков самоорганизации (планирования этапов работы, соблюдения сроков), формированию ответственности за свою часть группового проекта, воспитанию трудолюбия и настойчивости при доработке прототипов, развитию культуры конструктивного взаимодействия в команде, осознанию значимости инженерного труда и этичного использования технологий.

Приоритетные направления воспитательной деятельности

гражданско-патриотическое воспитание, воспитание положительного отношения к труду и творчеству, здоровьесберегающее воспитание, профориентационное воспитание

Формы воспитательной работы

беседа, лекция, дискуссия, трудовой десант, конференция, сюжетно-ролевая игра,

Методы воспитательной работы

рассказ, беседа, лекция, дискуссия, упражнение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, соревнование, игра, поощрение, наблюдение, анкетирование, тестирование,

Планируемые результаты воспитательной работы

развиты навыки самоорганизации (умение планировать этапы работы и соблюдать сроки);

сформирована ответственность за индивидуальную и групповую часть проекта;

выработана настойчивость и трудолюбие (умение доводить прототип до рабочего состояния, исправлять ошибки);

развиты коммуникативные навыки и умение работать в команде (распределять роли, договариваться, оказывать взаимопомощь);

осознана социальная значимость инженерного труда и возможностей технического творчества;

сформировано осознанное и безопасное отношение к использованию технологий и оборудования.

Календарный план воспитательной работы

№	Название события, мероприятия	Сроки	Форма проведения	Практический результат и информационный продукт, иллюстрирующий успешное достижение цели события
1	«Безопасная дорога - детям»	сентябрь	Игра на уровне коллектива	Фото и видео материал участия детей
2	«История праздника «День народного единства»	октябрь	Беседа на уровне коллектива	Фото и видео материал с выступлениями детей
3	День защитника Отечества	февраль	Онлайн-активность на уровне коллектива	Таблица с результатами
4	«Весна Великой Победы»	май	Тематическая беседа на уровне коллектива	Фото и видео материал с выступлениями детей

3. Список литературы

для педагога:

- Серебренников Л. Н. «Методика преподавания технологии»
 Молева Г. А., Борисова Т. С. «Методика обучения технологии»
 Кругликов Г. И. «Методика преподавания технологии с практикумом».
 Коджаспирова Г. М., Петров К. В. «Технические средства обучения и методика их использования».
 Кравченя Э. М. «Технические средства обучения и методика их применения».
 Цветкова А. Т. «Методика формирования мотивации и самоорганизации учебной деятельности в процессе обучения физике».
 Бахтигулова Л. Б., Гаврилов А. В. «Методика воспитательной работы».
 Марианна Лукашенко «Тайм-менеджмент для детей: Как Федя Забывакин учился временем управлять».
 Гордеева Т. О. «Психология мотивации достижения»

для обучающихся:

- Ревич Ю. В. «Занимательная электроника. 7-е изд., перераб. и доп.».
 Аливерти П. «Электроника для начинающих. Самый простой пошаговый самоучитель. 3-е издание».
 Шутикова М. И. «Технология. 9 класс. 3D-моделирование, прототипирование и макетирование. Приложение 2. ФПУ 22-27».
 Бейктал Дж. «Конструируем роботов от А до Я. Полное руководство для начинающих».
 Мельников С. А. «ВЕАМ-Робототехника. От азов до создания практических устройств».

для родителей (законных представителей):

- Любимова З. В., Никитина А. А. «Возрастная анатомия и физиология».
 Безруких М. М., Сонькин В. Д., Фарбер Д. А. «Возрастная физиология: физиология развития ребёнка».
 Гиппенрейтер Ю. Б. «Общаться с ребёнком. Как?».
 Соловейчик С. Л. «Большая книга по педагогике для родителей. Как выстроить правильные взаимоотношения с вашим ребёнком».

Приложение 1.

Календарный учебный график

Первый год обучения.

№ п/п	Дата проведения занятия	Время проведения занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Форма занятия	Место проведения	Форма контроля
1	02.09.2026	14.30-15.00	1	Введение в модуль. Техника безопасности. Основы кинематики	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
2	02.09.2026	15.10-15.40	1	Что такое физика и зачем она нужна в повседневной жизни?	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
3	07.09.2026	14.30-15.00	1	Движение и скорость	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
4	09.09.2026	14.30-15.00	1	Как измерить скорость в быту?	Лабораторная работа	Каб.22	Практическое задание
5	09.09.2026	15.10-15.40	1	Простые механизмы	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
6	14.09.2026	14.30-15.00	1	Механизмы в повседневной жизни	Эксперимент	Каб.22	Практическое задание
7	16.09.2026	14.30-15.00	1	Давление. Почему лыжи не проваливаются в снег	Лекция-беседа	Каб.22	Беседа
8	16.09.2026	15.10-15.40	1	Давление в повседневной жизни	Практикум	Каб.22	Практическое задание
9	21.09.2026	14.30-15.00	1	Закон Архимеда. Почему предметы плавают или тонут?	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
10	23.09.2026	14.30-15.00	1	Закон Архимед в повседневной жизни	Лекция с экспериментом	Каб.22	Практическое задание
11	23.09.2026	15.10-15.40	1	Работа и энергия.	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
12	28.09.2026	14.30-15.00	1	Превращение энергии в повседневной жизни	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
13	30.09.2026	14.30-15.00	1	Основы работы с машинами Голдберга	Лекция	Каб.22	Беседа
14	30.09.2026	15.10-15.40	1	Проектирование первой машины Голдберга	Практикум	Каб.22	Эскиз
15	05.10.2026	14.30-15.00	1	Простые механизмы в машинах Голдберга	Лабораторная работа	Каб.22	Сборка
16	07.10.2026	14.30-15.00	1	Тепловые явления	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос

17	07.10.2026	15.10-15.40	1	Тепловые явления вокруг нас	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
18	12.10.2026	14.30-15.00	1	Как мы слышим?	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
19	14.10.2026	14.30-15.00	1	Звук и его свойства	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
20	14.10.2026	15.10-15.40	1	Свет и зрение: как мы видим мир?	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
21	19.10.2026	14.30-15.00	1	Законы отражения и преломления света	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
22	21.10.2026	14.30-15.00	1	Машины Голдберга: от идеи к реализации	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
23	21.10.2026	15.10-15.40	1	Машины Голдберга итоговый проект	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
24	26.10.2026	14.30-15.00	1	Планирование проекта	Лабораторная работа	Каб.22	Наблюдение
25	28.10.2026	14.30-15.00	1	Проектирование машины Голдберга	Практикум	Каб.22	Наблюдение
26	28.10.2026	15.10-15.40	1	Составление паспорта машины	Практикум	Каб.22	Наблюдение
27	02.11.2026	14.30-15.00	1	Простые механизмы в машине Голдберга	Практикум	Каб.22	Практическая работа
28	04.11.2026	14.30-15.00	1	Типы механизмов в машине Голдберга	Практикум	Каб.22	Практическая работа
29	04.11.2026	15.10-15.40	1	Начало сборки машины	Практикум	Каб.22	Практическая работа
30	09.11.2026	14.30-15.00	1	Первичное тестирование	Практикум	Каб.22	Практическая работа
31	11.11.2026	14.30-15.00	1	Подготовка презентации проекта	Самостоятельная работа	Каб.22	Проектная работа
32	11.11.2026	15.10-15.40	1	Защита проекта	Защита проекта	Каб.22	Проектная работа
33	16.11.2026	14.30-15.00	1	Итоговое занятие по модулю	Конференция	Каб.22	Анкетирование
34	18.11.2026	14.30-15.00	1	Финальная игра. Команды.	Учебная игра	Каб.22	Наблюдение
35	18.11.2026	15.10-15.40	1	Финальная игра.	Учебная игра	Каб.22	Наблюдение
36	23.11.2026	14.30-15.00	1	Выходной контроль		Каб.22	Тестирование
37	25.11.2026	14.30-15.00	1	Понятие киберфизической	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос

				системы			
38	25.11.2026	15.10-15.40	1	Киберфизические системы в современном мире	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
39	30.11.2026	14.30-15.00	1	Киберфизические системы в научной фантастике	Лекция-беседа	Каб.22	Обсуждение
40	02.12.2026	14.30-15.00	1	Фантастический мир «Берлоги»	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
41	02.12.2026	15.10-15.40	1	История киберфизических систем	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
42	07.12.2026	14.30-15.00	1	Современные цифровые и киберфизические системы	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
43	09.12.2026	14.30-15.00	1	Обзор игры «Защита пасеки»	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
44	09.12.2026	15.10-15.40	1	Запуск, знакомство с игрой	Практикум	Каб.22	Выполнение заданий
45	14.12.2026	14.30-15.00	1	Машина состояний (FSM)	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
46	16.12.2026	14.30-15.00	1	Освоение редактора программирования	Практикум	Каб.22	Практическая работа
47	16.12.2026	15.10-15.40	1	Процесс управления в программных системах	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
48	21.12.2026	14.30-15.00	1	Состояния и иерархия состояний	Практикум	Каб.22	Самоконтроль
49	23.12.2026	14.30-15.00	1	Типы ошибок в программах	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
50	23.12.2026	15.10-15.40	1	Отладка программы с ошибками	Практикум	Каб.22	Практическая работа
51	28.12.2026	14.30-15.00	1	Событийное программирование	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
52	30.12.2026	14.30-15.00	1	Создание простой машины состояний с событиями	Практикум	Каб.22	Практическая работа
53	11.01.2027	15.10-15.40	1	Дрон как измерительное устройство	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
54	13.01.2027	14.30-15.00	1	Программирование дрона в игре	Практикум	Каб.22	Практическая работа

55	13.01.2027	14.30-15.00	1	Способы записи алгоритма	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
56	18.01.2027	15.10-15.40	1	Реализация одного алгоритма тремя способами в игре «Берлога»	Практикум	Каб.22	Самоконтроль
57	20.01.2027	14.30-15.00	1	Понятие модели	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
58	20.01.2027	14.30-15.00	1	Анализ моделей на примере дрона	Практикум	Каб.22	Практическая работа
59	25.01.2027	15.10-15.40	1	Основы объектно-ориентированного программирования (ООП)	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
60	27.01.2027	14.30-15.00	1	Создание класса дрона в среде программирования	Практикум	Каб.22	Практическая работа
61	27.01.2027	14.30-15.00	1	Управление движением робота	Практикум	Каб.22	Практическая работа
62	01.02.2027	15.10-15.40	1	Программирование движения дрона с учетом препятствий	Соревнование	Каб.22	Оценка
63	03.02.2027	14.30-15.00	1	Разбор типовых алгоритмов управления движением	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
64	03.02.2027	14.30-15.00	1	Работа с симулятором робота	Практикум	Каб.22	Практическая работа
65	08.02.2027	15.10-15.40	1	Методы мониторинга работы FSM	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
66	10.02.2027	14.30-15.00	1	Реализация алгоритма «движение вдоль стены с объездом препятствия»	Практикум	Каб.22	Практическая работа
67	10.02.2027	14.30-15.00	1	Типичные ошибки в машинах состояний	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
68	15.02.2027	15.10-15.40	1	«Найди и исправь ошибку»		Каб.22	
69	17.02.2027	14.30-15.00	1	Введение в событийное программирование на примере игры	Практикум	Каб.22	Практическая работа

70	17.02.2027	15.10-15.40	1	Программирование простого исполнителя	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
71	22.02.2027	14.30-15.00	1	Метод декомпозиции	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
72	24.02.2027	14.30-15.00	1	Разбиение задачи на подзадачи	Практикум	Каб.22	Практическая работа
73	24.02.2027	15.10-15.40	1	Понятие машины состояний (FSM) в контексте игры	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
74	01.03.2027	14.30-15.00	1	Реализация алгоритма защиты улья с использованием FSM	Практикум	Каб.22	Практическая работа
75	03.03.2027	14.30-15.00	1	Разбор сложных алгоритмов в игре	Практикум	Каб.22	Практическая работа
76	03.03.2027	15.10-15.40	1	Программирование сложного алгоритма для одного юнита	Практикум	Каб.22	Практическая работа
77	10.03.2027	14.30-15.00	1	Принципы организации группового поведения агентов	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
78	10.03.2027	15.10-15.40	1	Реализация алгоритма взаимодействия трёх юнитов	Практикум	Каб.22	Практическая работа
79	15.03.2027	14.30-15.00	1	Соревнование стратегий. Отборочные бои	Турнир	Каб.22	Наблюдение
80	17.03.2027	14.30-15.00	1	Полуфинал. Финал	Турнир	Каб.22	Наблюдение
81	17.03.2027	15.10-15.40	1	Что такое обратный инжиниринг в контексте программирования	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
82	22.03.2027	14.30-15.00	1	Юнит с неизвестным алгоритмом	Практикум	Каб.22	Практическая работа
83	24.03.2027	14.30-15.00	1	Анализ возможных вариантов работы алгоритма при разных входных данных	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
84	24.03.2027	15.10-15.40	1	Работа с ранее восстановленным алгоритмом юнита	Практикум	Каб.22	Практическая работа
85	29.03.2027	14.30-15.00	1	Методы восстановления FSM	Практикум	Каб.22	Практическая работа

86	31.03.2027	14.30-15.00	1	Восстановление машины состояний для юнита в «Берлоге»	Практикум	Каб.22	Практическая работа
87	31.04.2027	15.10-15.40	1	Разбор привычного способа программирования	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
88	05.04.2027	14.30-15.00	1	Модификация алгоритма для работы в динамической среде	Практикум	Каб.22	Практическая работа
89	07.04.2027	14.30-15.00	1	Понятие пространства в контексте игры	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
90	07.04.2027	15.10-15.40	1	Построение пространственной модели уровня в игре	Практикум	Каб.22	Практическая работа
91	12.04.2027	14.30-15.00	1	Программирование на основе модели	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
92	14.04.2027	14.30-15.00	1	Реализация алгоритма патрулирования по графу путей	Практикум	Каб.22	Практическая работа
93	14.04.2027	15.10-15.40	1	Понятие модели	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
94	19.04.2027	14.30-15.00	1	Построение модели	Практикум	Каб.22	Практическая работа
95	21.04.2027	14.30-15.00	1	Виды графов	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
96	21.04.2027	15.10-15.40	1	Построение графов для уровня игры	Практикум	Каб.22	Практическая работа
97	26.04.2027	14.30-15.00	1	Понятие автономной системы	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
98	28.04.2027	14.30-15.00	1	Знакомство с симулятором/макетом умной теплицы	Практикум	Каб.22	Практическая работа
99	28.04.2027	15.10-15.40	1	Принцип обратной связи	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
100	03.05.2027	14.30-15.00	1	Программирование системы с обратной связью	Практикум	Каб.22	Практическая работа
101	05.05.2027	14.30-15.00	1	Понятие автономного агента (NPC)	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
102	05.05.2027	15.10-15.40	1	Игровой движок «Урсула»	Практикум	Каб.22	Практическая работа

103	10.05.2027	14.30-15.00	1	Реакция агентов на события в виртуальной среде	Практикум	Каб.22	Практическая работа
104	12.05.2027	14.30-15.00	1	Создание машины состояний для выбранного агента	Практикум	Каб.22	Практическая работа
105	12.05.2027	15.10-15.40	1	Формулирование и обсуждение идеи киберфизической системы	Лекция-беседа	Каб.22	Обсуждение
106	17.05.2027	14.30-15.00	1	Генерация идей	Мозговой штурм	Каб.22	Текущий контроль
107	19.05.2027	14.30-15.00	1	Реализация проекта	Практикум	Каб.22	Промежуточная оценка
108	19.05.2027	15.10-15.40	1	Защита проекта	Защита проектов	Каб.22	Итоговая аттестация

Приложение 2.

Календарный учебный график

Второй год обучения.

№ п/п	Дата проведения занятия	Время проведения занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Форма занятия	Место проведения	Форма контроля
1			1	История развития беспилотной авиации	Лекция-беседа	Каб.22	Тестирование
2			1	Современное применение БАС	Практикум	Каб.22	Письменная работа
3			1	Классификация беспилотных летательных аппаратов	Эксперимент	Каб.22	Проверка знаний
4			1	Основы безопасности при работе с БАС	Лабораторная работа	Каб.22	Отчёт
5			1	Знакомство с симулятором полётов	Практикум	Каб.22	Практическая работа
6			1	Базовые элементы управления в симуляторе	Эксперимент	Каб.22	Опрос
7			1	Устройство мультироторных БПЛА	Семинар	Каб.22	Лабораторная работа
8			1	Изучение компонентов на примере реального БПЛА	Практикум	Каб.22	Практическая работа
9			1	Электрические системы БПЛА	Практикум	Каб.22	Тестирование
10			1	Изучение компонентов	Практикум	Каб.22	Практическая работа
11			1	Полётный контроллер и системы управления	Лекция с экспериментом	Каб.22	Практическая работа
12			1	Изучение компонентов на реальном полётном	Практикум	Каб.22	Практическая работа

				контроллере			
13			1	Датчики и системы навигации БПЛА	Практикум	Каб.22	Защита проекта
14			1	Бортовое питание	Практикум	Каб.22	Практическая работа
15			1	Конструкция рам БПЛА	Эксперимент	Каб.22	Исследование
16			1	Изучение конструкций на реальных моделях	Практикум	Каб.22	Практическая работа
17			1	Пропеллеры и их характеристики	Практикум	Каб.22	Лабораторная работа
18			1	Изучение рам и пропеллеров на реальных моделях	Практикум	Каб.22	Практическая работа
19			1	Полезная нагрузка	Лекция	Каб.22	Опрос
20			1	Изучение типов полезной нагрузки на реальных примерах.	Практикум	Каб.22	Практическая работа
21			1	Взаимосвязь пропеллеров и рамы	Лекция	Каб.22	Опрос
22			1	Анализ готовых комплектов	Практикум		Практическая работа
23			1	Правила техники безопасности в работе с БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Тестирование
24			1	Изучение нормативных документов	Практикум	Каб.22	Практическая работа
25				Управление БПЛА. Основы движения	Практикум	Каб.22	Практическая работа
26			1	Отработка манёвров	Практикум	Каб.22	Практическая работа
27			1	Факторы, влияющие на полёт БПЛА	Лабораторная работа	Каб.22	Проверка готовности
28			1	Подготовка к полётам	Практикум	Каб.22	Оценка навыков

29			1	Углублённая калибровка БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Тестирование
30			1	Подготовка и выполнение калибровки	Практикум	Каб.22	Практическая работа
31			1	Аппаратура радиоуправления	Лекция-беседа	Каб.22	Тестирование
32			1	Ознакомление с оборудованием	Практикум	Каб.22	Практическая работа
33			1	Комплексное пилотирование и настройка	Эксперимент	Каб.22	Тестирование
34			1	Базовые упражнения	Практикум	Каб.22	Практическая работа
35			1	Основы чтения чертежей	Лабораторная работа	Каб.22	Опрос
36			1	Макетирование из подручных материалов.	Эксперимент	Каб.22	Практическая работа
37			1	Основы цифрового проектирования	Лекция	Каб.22	Опрос
38			1	Введение в CAD-технологии	Практикум	Каб.22	Практическая работа
39			1	Безопасность при работе с лазерным станком	Лекция	Каб.22	Опрос
40			1	Отработка действий при работе с лазерным станком	Практикум	Каб.22	Практическая работа
41			1	Знакомство с программой Inkscape	Тренинг	Каб.22	Опрос
42			1	Основы работы в Inkscape	Практикум	Каб.22	Проверка работ
43			1	Обзор инструментов рисования	Практикум	Каб.22	Защита работ
44			1	Знакомство с интерфейсом и базовыми инструментами	Практикум	Каб.22	Практическая работа

45			1	Что такое технический чертеж	Лекция	Каб.22	Опрос
46			1	Основы технического черчения в Inkscape	Практикум	Каб.22	Практическая работа
47			1	Подготовка файла для лазерной резки в Inkscape	Практикум	Каб.22	Тестирование
48			1	Создание простого чертежа	Практикум	Каб.22	Практическая работа
49			1	Что такое RDWorks	Лекция	Каб.22	Опрос
50			1	Запуск программы и знакомство с интерфейсом.	Практикум	Каб.22	Практическая работа
51			1	Первая лазерная резка	Практикум	Каб.22	Практическая работа
52			1	Подготовка материала и станка	Практикум	Каб.22	Практическая работа
53			1	Соединение «шип-паз»	Лекция	Каб.22	Опрос
54			1	Проектирование простого шипа в Inkscape	Практикум	Каб.22	Практическая работа
55			1	Проектирование простой рамы для БПЛА	Лекция	Каб.22	Тестирование
56			1	Расчет параметров рамы	Практикум	Каб.22	Проверка документации
57			1	Что такое лазерная гравировка	Лекция	Каб.22	Опрос
58			1	Подготовка векторного файла в Inkscape	Практикум	Каб.22	Отчёт
59			1	Что такое раскрой материала	Лекция	Каб.22	Защита проектов
60			1	Анализ деталей для раскроя	Практикум	Каб.22	Проверка прототипов
61			1	Создание корпуса для	Лекция	Каб.22	Отчёт

				электроники БПЛА			
62			1	Расчет размера и проектирование в Inkscape	Практикум	Каб.22	Защита решений
63			1	Что такое многослойная конструкция	Лекция	Каб.22	Опрос
64			1	Расчет параметров конструкции и проектирование в Inkscape	Практикум	Каб.22	Практическая работа
65			1	Гибкие элементы и шарниры для БПЛА	Лекция	Каб.22	Защита проектов
66			1	Проектирование гибкого амортизатора в Inkscape	Практикум	Каб.22	Опрос
67			1	Что такое прототип и зачем он нужен	Лекция	Каб.22	Тестирование
68			1	Последовательность сборки прототипа БПЛА	Практикум	Каб.22	Практическая работа
69			1	Что такое индивидуальный проект	Лекция	Каб.22	Опрос
70			1	Индивидуальный проект: от идеи до чертежа	Практикум	Каб.22	Практическая работа
71			1	Этапы изготовления прототипа	Практикум	Каб.22	План проекта
72			1	Изготовление и Сборка прототипа	Практикум	Каб.22	Защита проектов
73			1	Введение в 3D-моделирование	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
74			1	Установка и настройка FreeCAD	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
75			1	Интерфейс FreeCAD	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
76			1	Освоение интерфейса	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос

77			1	Интерфейс среды Sketcher	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
78			1	Основы работы в среде Sketcher	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
79			1	Операция «Выдавливание»	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
80			1	Преобразование эскизов в 3D операцией «Выдавливание»	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
81			1	Операция «Вращение»	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
82			1	Создание тела вращения	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
83			1	Работа с размерами и параметрами	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
84			1	Простановка и редактирование размеров	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
85			1	Типовые детали БПЛА и их функции	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
86			1	Создание простых деталей для БПЛА	Практикум	Каб.22	Практическая работа
87			1	Дополнительные операции моделирования	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
88			1	Скругление и фаски. Массивы	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
89			1	Модели для 3D-печати	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
90			1	Подготовка моделей к 3D-печати	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
91			1	Особенности корпусов и кожухов для БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
92			1	Проектирование сложных деталей: корпуса и кожухи	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос

93			1	Типовые функциональные детали БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
94			1	Проектирование кронштейна крепления камеры	Практикум	Каб.22	Практическая работа
95			1	Оптимизация моделей для БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
96			1	Анализ и оптимизация исходной модели	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
97			1	Типовые узлы БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
98			1	Комплексное проектирование узла БПЛА	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
99			1	Этапы подготовки модели к печати	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
100			1	Подготовка моделей к 3D-печати	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
101			1	Типовые ошибки 3D-моделей	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
102			1	Инструменты проверки в FreeCAD	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
103			1	Основные форматы 3D-моделей и их характеристики	Лекция-беседа	Каб.22	Опрос
104			1	Экспорт модели в разные форматы	Практикум	Каб.22	Опрос
105			1	Итоговый проект: этап проектирования	Практикум	Каб.22	Проверка документации
106			1	Итоговый проект: этап моделирования	Практикум	Каб.22	Опрос
107			1	Итоговый проект: подготовка к производству	Практикум	Каб.22	Опрос
108			1	Итоговый проект: защита проекта	Практикум	Каб.22	Защита проектов

Информация для карточки в Навигаторе

Полное название: Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Техно-одиссея: курс на инновации»

Публичное название: «Техно-одиссея: курс на инновации»

Краткое описание:

Программа технической направленности для детей 11–16 лет. За 2 года (216 часов) ребята познакомятся с физикой, освоят программирование киберфизических систем в виртуальной среде (платформа «Берлога»), научатся пилотировать дроны и проектировать детали в FreeCAD и Inkscape — для последующей печати на 3D-принтере и резки на лазерном станке. В фокусе — проектная деятельность: от идеи до реального прототипа. Развиваем инженерное мышление и навыки командной работы в игровой форме. Подходит для начинающих.