Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области средняя общеобразовательная школа №1 «ОЦ» с.Кинель-Черкассы им.Героя Советского Союза Елисова Павла Александровича муниципального района Кинель-Черкасский Самарской области

«ПРОВЕРЕНО **на заседании ШМО»** **Рекомендуется к утверждению** **Протокол № 1** **от 10 августа 2026 г.** **Председать ШМО:** **Зимовец Т.И.**	**«ПРОВЕРЕНО»** **заместитель директора по ВР:** **Ковригина Н.Ю.** **10 августа 2026 г.**	**«УТВЕРЖДЕНО»** **Приказ № 333** **от 10 августа 2026 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
курса внеурочной деятельности

«Инженерный практикум»

Класс: 10-11 классы

Составители: Хуснутдинов Р.Н.

Срок реализации: 1 год

ЭП
Подписан: Пупынин Валерий Ростиславович
DN: O="ГБОУ СОШ №1 ""ОЦ"" с.Кинель-Черкассы", CN=Пупынин Валерий Ростиславович, E=chool-1@yandex.ru
Основание: Я являюсь автором этого документа
Местоположение: место подписания
Дата: 2026.09.18 11:59:16+04'00'

с. Кинель-Черкассы 2026 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 2
II. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН 9
III. СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 13
IV. ВОСПИТАНИЕ 21
V. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 24
VI. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 26

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Инженерный практикум» реализует техническую направленность.

Данная программа разработана в соответствии с ФГОС СОО, ФОП СОО и направлена на развитие личности обучающегося.

Актуальность программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа **«Инженерный практикум»** разработана с учетом современных тенденций развития инженерных и цифровых технологий, автоматизации, робототехники, беспилотных авиационных систем и аддитивного производства. Современная инженерная деятельность предполагает владение отдельными техническими знаниями, формирует способность комплексно решать практические задачи: анализировать проблему, проектировать техническое решение, создавать и программировать прототип, проводить испытания, выявлять недостатки и совершенствовать разработанную систему.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
- Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р в редакции распоряжения от 01.07.2025 № 1745-р)
- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

Развитие робототехники, электронной техники, технологий быстрого прототипирования и беспилотных авиационных систем обусловливает возрастающую потребность в специалистах, способных работать на стыке механики, электроники, программирования и цифрового производства. В связи с этим особую значимость приобретает раннее формирование у обучающихся инженерного мышления, навыков конструирования и проектирования, понимания принципов функционирования современных технических систем и опыта практической работы с инженерным оборудованием.

Программа ориентирована на освоение четырех взаимосвязанных технологических направлений: схемотехники, робототехники, аддитивных технологий и беспилотных авиационных систем. Практическая деятельность осуществляется с использованием учебно-лабораторного комплекса по схемотехнике, робототехнического конструктора, оборудования для 3D-моделирования и 3D-печати, а также программируемых учебных квадрокоптеров, технических симуляторов, средств радиоуправления и технического зрения. Интеграция указанных направлений создает условия для формирования целостного инженерного мышления и позволяет обучающимся рассматривать техническое устройство как систему взаимосвязанных механических, электронных и программных компонентов. Программа способствует профессиональной ориентации старшеклассников и подготовке к дальнейшему обучению по инженерно-техническим, информационно-технологическим и естественно-научным направлениям.

Новизна программы

Новизна программы заключается в интеграции схемотехники, робототехники, аддитивных технологий и беспилотных авиационных систем в единую систему инженерной подготовки. В отличие от раздельного освоения отдельных технологий, программа предусматривает их взаимосвязанное применение при решении практических задач и выполнении сквозных междисциплинарных проектов. Создаваемые обучающимися технические решения могут одновременно включать электронные компоненты, программируемые устройства, робототехнические механизмы и детали, изготовленные средствами 3D-моделирования и 3D-печати.

Программа построена по принципу прохождения полного инженерного цикла: от анализа проблемы и формирования требований к будущему изделию до проектирования, изготовления, программирования, испытания и совершенствования прототипа. Новизной является также последовательное усложнение проектной деятельности: от решения локальных учебно-технических задач на первом году обучения до разработки функциональных, автономных и комплексных инженерных систем и выполнения итогового проекта на втором году.

Педагогическая целесообразность

Педагогическая целесообразность программы определяется возможностью формирования инженерной культуры и технического мышления через непосредственную практическую деятельность обучающихся. Образовательный процесс строится на сочетании теоретической подготовки, лабораторных и практических работ, моделирования, конструирования, программирования, экспериментальной и проектной деятельности. Применение проблемного, исследовательского, практико-ориентированного и проектного обучения позволяет старшеклассникам не только усваивать знания, но и применять их для решения конкретных технических задач.

Выполнение индивидуальных и командных заданий способствует развитию самостоятельности, умения планировать последовательность действий, анализировать ошибки, проводить испытания и оценивать результат. Совместная проектная деятельность формирует навыки распределения функций в команде, аргументированного выбора технических решений, ведения технической документации и представления результатов, что обеспечивает развитие как предметных, так и универсальных компетенций обучающихся.

Особенности содержания программы

Содержание программы включает четыре технологических направления: схемотехнику, робототехнику, аддитивные технологии и беспилотные авиационные системы. В рамках схемотехники обучающиеся изучают электронные компоненты и электрические цепи, осваивают сборку и диагностику устройств; в робототехнике – конструкцию мобильных систем, исполнительные механизмы, датчики и основы

программирования автономного поведения; в аддитивных технологиях – 3D-моделирование, подготовку моделей к печати и изготовление функциональных деталей; в направлении БАС – устройство квадрокоптеров, основы управления, работу с симуляторами и выполнение учебных полетных заданий.

Содержание двух лет обучения выстроено по принципу последовательного усложнения. В 10 классе обучающиеся осваивают базовые принципы, оборудование и основные технологические операции, приобретают первоначальные навыки конструирования, моделирования и программирования. В 11 классе акцент переносится на системное проектирование, функциональное прототипирование, создание автономных робототехнических систем, программирование беспилотных авиационных систем и интеграцию освоенных технологий в комплексных инженерных проектах.

Цель программы – формирование у обучающихся инженерного мышления, практических навыков в области проектирования, конструирования, программирования и прототипирования технических систем, а также освоения современных инженерных технологий в области схемотехники, робототехники, аддитивного производства и беспилотных авиационных систем.

Задачи программы

Обучающие:

- сформировать представления о современной инженерной деятельности, этапах разработки технических систем и жизненном цикле изделия;
- обеспечить освоение основ схемотехники, электроники, робототехники, 3D-моделирования, аддитивных технологий и беспилотных авиационных систем;
- сформировать умения читать и создавать простые электрические схемы, выполнять сборку и прототипирование электронных устройств;
- сформировать навыки конструирования и программирования робототехнических систем с использованием оборудования ТРИК и среды TRIK Studio;
- освоить основные этапы цифрового прототипирования: создание 3D-модели, подготовку к печати, настройку параметров 3D-принтера, изготовление и постобработку деталей;
- сформировать представления об устройстве квадрокоптера, принципах его управления, программирования и безопасной эксплуатации;
- сформировать умения разрабатывать техническое задание, создавать прототип, проводить его испытания, анализировать результаты и совершенствовать техническое решение;
- обеспечить освоение способов интеграции механических, электронных и программных компонентов в рамках комплексных инженерных проектов.

Развивающие:

- развивать инженерное, алгоритмическое, системное, логическое и пространственное мышление;
- развивать умения анализировать технические задачи, сравнивать варианты решений и выбирать наиболее рациональный способ их реализации;
- развивать навыки моделирования, конструирования, программирования и проведения инженерного эксперимента;
- совершенствовать способность самостоятельно планировать этапы проектной деятельности, контролировать результаты и корректировать технические решения;

- развивать исследовательские и творческие способности посредством выполнения лабораторных, практических и проектных работ;
- развивать способность применять знания физики, информатики, математики и технологии при решении межпредметных инженерных задач.

Воспитательные:

- воспитывать ответственное отношение к работе с техническим оборудованием, инструментами и материалами;
- воспитывать культуру безопасной работы с электронным, робототехническим, аддитивным оборудованием и беспилотными авиационными системами;
- воспитывать аккуратность, техническую дисциплину, самостоятельность и ответственность за качество выполненной работы;
- воспитывать готовность к коллективной проектной деятельности, инженерной коммуникации и распределения ролей в команде;
- воспитывать уважительное отношение к результатам совместной деятельности и готовность аргументированно представлять собственные технические решения;
- формировать бережное отношение к оборудованию и рациональное использование материальных ресурсов.

Значение программы

Программа способствует формированию у обучающихся целостного представления о современной инженерной деятельности и взаимосвязи механических, электронных, программных и цифровых технологий. Реализация программы основана на компетентностном, деятельностном и личностно-ориентированном подходах, обеспечивающих развитие инженерного мышления, технологической грамотности, исследовательских и проектных компетенций.

Практическая направленность обучения позволяет обучающимся приобрести опыт работы с современным инженерным оборудованием: учебно-лабораторными комплексами по схемотехнике, робототехническими конструкторами, средствами 3D-моделирования и 3D-печати, программируемыми учебными квадрокоптерами и техническими симуляторами.

В процессе освоения программы обучающиеся проходят основные этапы инженерного цикла – от анализа проблемы и разработки технического задания до создания, программирования, испытания и доработки функционирующего прототипа. Полученные знания и умения создают основу для выполнения инженерных и исследовательских проектов, участия в конкурсах и соревнованиях научно-технической направленности, а также для дальнейшего обучения по инженерно-техническим, информационно-технологическим и естественно-научным направлениям.

Возраст обучающихся: 16-18 лет.
Объем программы составляет 136 часов (2 часа в неделю, 2 года).
Формы занятий:
• Беседа
• Практикум
Формы обучения: по числу участников: индивидуальная, групповая.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучение дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Инженерный практикум» направлено на достижение личностных, метапредметных и предметных результатов, обеспечивающих формирование инженерного, алгоритмического, системного и проектного мышления обучающихся.

Предметные результаты

По завершении первого года обучения обучающийся получит возможность научиться:

- понимать основные направления современной инженерной деятельности, назначение робототехнических систем, электронных устройств, аддитивных технологий и беспилотных авиационных систем;
- объяснять основные этапы инженерного цикла: постановку задачи, проектирование, изготовление, программирование, испытание и доработку технического решения;
- читать и составлять простые электрические схемы, понимать назначение основных электронных компонентов;
- выполнять сборку и прототипирование электронных устройств на макетной плате, выявлять ошибки и неисправности;
- понимать устройство робототехнической системы, назначение контроллера, датчиков, двигателей и сервоприводов;
- конструировать и программировать робототехнические устройства с использованием специализированного набора;
- создавать и подготавливать к 3D-печати простые цифровые модели технических деталей;
- настраивать основные параметры 3D-печати, выполнять печать, постобработку и оценку качества изготовленных изделий;
- понимать устройство квадрокоптера, основные принципы его движения и управления;
- выполнять учебные задания по управлению БАС в техническом симуляторе и безопасной полётной зоне;
- соблюдать требования техники безопасности при работе с электронным, робототехническим, аддитивным оборудованием и беспилотными авиационными системами.

По завершении второго года обучения обучающийся получит возможность научиться:

- анализировать инженерную задачу, формулировать техническое задание, определять требования и ограничения;
- использовать данные датчиков, гироскопа и акселерометра при разработке алгоритмов управления;
- выявлять дефекты 3D-печати и корректировать цифровую модель или параметры изготовления;
- разрабатывать алгоритмы программируемого полёта, использовать средства технического зрения;

- проводить испытания технических устройств, анализировать результаты и предлагать способы их совершенствования;
- выполнять индивидуальные и командные инженерные проекты от постановки задачи до изготовления и защиты функционирующего прототипа.

Метапредметные результаты

Регулятивные УУД

Обучающийся научится:

- самостоятельно определять цели практической и проектной деятельности, формулировать задачи и планировать способы их решения;
- анализировать инженерную задачу, определять необходимые ресурсы, оборудование и последовательность действий;
- организовывать собственную деятельность при выполнении практических, лабораторных и проектных работ;
- осуществлять контроль результатов на этапах проектирования, изготовления, программирования и испытаний;
- выявлять причины ошибок и вносить изменения в конструкцию, схему, цифровую модель или программу;
- оценивать эффективность выбранного технического решения и выбирать способы его совершенствования;
- соблюдать требования безопасной эксплуатации оборудования;
- осуществлять самооценку результатов своей деятельности.

Познавательные УУД

Обучающийся научится:

- анализировать технические объекты и системы, выделять их основные элементы, функции и взаимосвязи;
- читать и создавать схемы, эскизы, цифровые модели, алгоритмы и таблицы;
- устанавливать причинно-следственные связи между конструкцией, программой и результатами работы устройства;
- сравнивать варианты технических решений и выбирать наиболее рациональный;
- применять моделирование и эксперимент для проектирования и проверки технических решений;
- выдвигать гипотезы о причинах неисправностей и проверять их;
- анализировать результаты измерений и испытаний, делать обоснованные выводы;
- осуществлять поиск, анализ и применение технической информации из различных источников;
- использовать знания физики, информатики, технологии и математики при решении инженерных задач.

Коммуникативные УУД

Обучающийся научится:

- взаимодействовать с участниками совместной инженерной и проектной деятельности;
- распределять обязанности и согласовывать действия при выполнении групповых проектов;
- участвовать в обсуждении инженерной задачи и аргументировать предлагаемые технические решения;

- использовать техническую терминологию при обсуждении устройства и результатов его испытаний;
- представлять результаты работы с использованием схем, моделей, таблиц и презентационных материалов;
- объяснять принятые конструктивные, программные и технологические решения;
- осуществлять публичную защиту индивидуального или командного инженерного проекта.

Личностные результаты

В результате освоения программы у обучающихся будут сформированы:

- готовность к саморазвитию и освоению современных инженерных и цифровых технологий;
- устойчивый интерес к техническому творчеству, робототехнике, электронике, программированию, 3D-печати и беспилотным авиационным системам;
- мотивация к инженерной, исследовательской и проектной деятельности;
- способность осознанно выбирать дальнейшую образовательную и профессиональную траекторию инженерно-технической направленности;
- инженерная и технологическая грамотность, позволяющая применять полученные знания при решении практических задач;
- ответственность за результаты собственной деятельности и качество создаваемых технических решений;
- аккуратность и дисциплинированность при работе с оборудованием, инструментами и материалами;
- понимание значения техники безопасности и готовность соблюдать установленные требования;
- способность анализировать ошибки и использовать полученный опыт для совершенствования технических решений;
- бережное отношение к оборудованию, материалам и ресурсам;
- навыки сотрудничества, взаимной ответственности и культуры инженерного общения;
- понимание значения современных инженерных технологий для развития промышленности, науки, транспорта и других сфер деятельности.

Критерии и способы определения результативности

Критерий	**Показатель**	**Методика**
Сформированность познавательного потенциала личности обучающегося	Освоение обучающимися образовательной программы	Статистический анализ текущей и итоговой аттестации
	Познавательная активность обучающихся	Методика изучения развития познавательных процессов личности ребенка

	Сформированность учебной деятельности	Педагогическое наблюдение

Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы

- Защита проекта

II. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

1 год

№ пп.	Название темы/раздела	Общее количество часов	Теория	Практика	Форма аттестации/контроля
1	**Основы инженерной деятельности и технического проектирования**	**6**	**4**	**2**	
1.1	Современная инженерная деятельность. Инженерный метод. Жизненный цикл технической системы		2	–	Устный опрос
1.2	Техническое задание. Анализ инженерной задачи и поиск технических решений		2	2	Практическая работа
2	**Схемотехника и основы электроники**	**12**	**4**	**8**	
2.1	Электрические цепи и электронные компоненты. Работа с макетной платой		2	4	Лабораторная работа
2.2	Прототипирование электронных устройств		2	4	Практическая работа
3	**Робототехника и алгоритмическое управление**	**14**	**4**	**10**	
3.1	Архитектура робототехнической системы. Моторы, сервоприводы. Программирование в TRIK Studio		2	4	Практическая работа

3.2	Датчики, гироскоп, акселерометр. Управление движением и автономное поведение робота		2	6	Практическое задание
4	**3D-моделирование и аддитивные технологии**	**14**	**4**	**10**	
4.1	Создание и подготовка цифровой 3D-модели к печати		2	4	Практическая работа
4.2	Настройка слайсера. Поддержки. 3D-печать и постобработка изделий		2	6	Лабораторная работа
5	**Основы беспилотных авиационных систем**	**14**	**4**	**10**	
5.1	Архитектура квадрокоптера. Основы аэродинамики и управления БАС		2	4	Устный опрос, практическая работа
5.2	Технический симулятор. Программируемый квадрокоптер. Выполнение полётных заданий		2	6	Полётное задание
6	**Комплексный инженерный проект**	**8**	**2**	**6**	
6.1	Разработка технического задания и проектирование инженерного прототипа		1	3	Проект
6.2	Изготовление, программирование, испытание и доработка прототипа		1	3	Защита проекта
	ИТОГО	**68**	**22**	**46**	

Учебно-тематический план - 2 год

№ пп.	Название темы/раздела	Общее количество часов	Теория	Практика	Форма аттестации/контроля
1	**Системное проектирование технических устройств**	**8**	**4**	**4**	
1.1	Архитектура и функциональная модель технической системы		2	2	Практическая работа
1.2	Проектирование и интеграция механической, электронной и программной подсистем		2	2	Проект
2	**Электронные системы и схемотехническое прототипирование**	**10**	**2**	**8**	
2.1	Проектирование и сборка функциональных электронных узлов		1	3	Лабораторная работа
2.2	Диагностика, испытание и модернизация электронных схем		1	5	Практическое задание
3	**Мехатроника и автономные робототехнические системы**	**12**	**2**	**10**	
3.1	Автономное управление мобильным роботом. Датчики и обратная связь		1	5	Практическое задание
3.2	Проектирование и программирование роботизированного манипулятора		1	5	Проект
4	**Цифровое производство и функциональное прототипирование**	**10**	**2**	**8**	

4.1	Проектирование функциональных деталей. Размеры, допуски и сопряжения		1	3	Практическая работа
4.2	Печать составных моделей. Испытание, корректировка и повторное прототипирование		1	5	Лабораторная работа
5	**Программируемые беспилотные авиационные системы**	**14**	**4**	**10**	
5.1	Архитектура БАС. Датчики, стабилизация и алгоритмы управления полётом		2	4	Устный опрос, практическая работа
5.2	Программирование полётной миссии. Техническое зрение. Проведение полётных испытаний		2	6	Полётное задание
6	**Управление инженерным проектом**	**6**	**2**	**4**	
6.1	Техническое задание, паспорт проекта, планирование ресурсов и сроков		1	2	Практическая работа
6.2	Программа испытаний, критерии качества и анализ технических рисков		1	2	Проект
7	**Выпускной инженерный проект**	**6**	**–**	**6**	
7.1	Изготовление и программирование инженерного прототипа		–	4	Проект
7.2	Испытание, анализ результатов и доработка технического решения		–	2	Практическая работа
8	**Итоговая аттестация**	**2**	**–**	**2**	

8.1	Представление и защита выпускного инженерного проекта		–	1	Защита проекта
8.2	Анализ результатов проектной деятельности. Рефлексия		–	1	Рефлексия
	ИТОГО	**68**	**16**	**52**	

III. СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1 год: 68 часов, 2 часа в неделю

1. Основы инженерной деятельности и технического проектирования – 6 ч

Содержание

- Современная инженерная деятельность и основные направления развития инженерных технологий.
- Инженерная задача и инженерный метод её решения.
- Понятия «модель», «макет», «прототип».
- Жизненный цикл технического изделия: постановка задачи, проектирование, изготовление, испытание, доработка.
- Техническое задание. Требования к проектируемому изделию.
- Ограничения инженерного проекта: функциональность, размеры, материалы, оборудование, сроки.
- Методы поиска и сравнения вариантов технических решений.
- Основы безопасной работы с электронным, робототехническим, аддитивным оборудованием и беспилотными авиационными системами.

Практика

Анализ технической задачи. Формулирование требований к изделию. Разработка технического задания на простое инженерное устройство. Выбор оборудования и технологии изготовления прототипа. Построение последовательности выполнения инженерного проекта.

2. Схемотехника и основы электроники – 12 ч

Оборудование: учебно-лабораторный комплекс по схемотехнике «Амперка»: макетная плата, электронные компоненты, радиодетали, соединительные провода.

Содержание

- Электрическая цепь и её основные элементы.
- Источник питания, проводник, нагрузка, управляющий элемент.
- Напряжение, сила тока, сопротивление.
- Последовательное и параллельное соединение элементов.
- Назначение основных электронных компонентов.
- Резисторы, светодиоды, кнопки и переключатели.
- Принцип работы макетной платы.
- Правила построения электрической схемы и монтажа цепи на макетной плате.
- Условные обозначения элементов принципиальной электрической схемы.

- Поиск неисправностей в электрической цепи.
- Основы быстрого прототипирования электронных устройств.
- Требования электробезопасности при работе с учебными электронными схемами.

Практика

Сборка электрических цепей по заданной схеме на макетной плате. Исследование последовательного и параллельного соединения элементов. Сборка цепей со световой индикацией и элементами управления. Сопоставление принципиальной схемы и реального монтажа. Поиск ошибок соединения и неисправностей. Разработка и сборка собственного простого электронного устройства.

3. Робототехника и алгоритмическое управление – 14 ч

Оборудование: робототехнический набор ТРИК, дополнительные моторы и сервоприводы, большие колёса, LED-лента, датчики; среда программирования и моделирования TRIK Studio.

Содержание

- Робот как техническая система.
- Основные элементы робототехнической системы: контроллер, исполнительные механизмы, датчики, конструктивные элементы.
- Электродвигатели и сервоприводы.
- Принципы управления движением мобильного робота.
- Алгоритм и программа управления.
- Среда TRIK Studio.
- Моделирование поведения робота в виртуальной среде.
- Управление двигателями.
- Использование датчиков в алгоритмах управления.
- Гироскоп и акселерометр. Определение положения и изменения движения технической системы.
- Световая индикация с использованием LED-ленты.
- Принципы построения колёсной мобильной платформы.
- Особенности конструкции робота повышенной проходимости.
- Основы построения роботизированного манипулятора.

Практика

Создание и программирование мобильного робота в TRIK Studio. Составление алгоритмов прямолинейного движения, поворота, остановки и прохождения заданного маршрута. Использование датчиков в алгоритме управления. Проведение экспериментов с гироскопом и акселерометром с визуализацией результатов при помощи LED-ленты.

Сборка мобильной платформы с большими колёсами и исследование её движения по различным поверхностям. Конструирование механизма с использованием дополнительных двигателей и сервоприводов. Моделирование и сборка простого коленчатого манипулятора.

4. 3D-моделирование и аддитивные технологии – 14 ч

Оборудование: учебный комплект для 3D-моделирования и печати, компьютер, программное обеспечение для 3D-моделирования, слайсер, 3D-принтер.

Содержание

- Модель, макет и прототип.
- Применение аддитивных технологий в инженерной деятельности.
- Назначение и принцип работы 3D-принтера.

- Основы технологии послойного изготовления изделий.
- Основные узлы 3D-принтера.
- Технология FDM-печати.
- Материалы для 3D-печати и их основные свойства.
- Основы создания цифровой 3D-модели.
- Масштабирование модели.
- Требования к геометрии модели для последующей печати.
- Форматы цифровых 3D-моделей.
- Слайсер и подготовка модели к печати.
- Высота слоя, заполнение, скорость печати.
- Адгезия модели к рабочей поверхности.
- Поддержки и их назначение.
- Расположение модели на рабочем столе.
- Печать составных изделий.
- Постобработка.
- Основные дефекты 3D-печати и способы их выявления.

Практика

Создание простой 3D-модели технической детали. Масштабирование модели и подготовка к печати. Размещение модели на рабочем столе 3D-принтера. Настройка основных параметров в слайсере. Определение необходимости использования поддержек. Печать детали.

Оценка качества изготовленного изделия по параметрам геометрической точности, качества поверхности, прочности и соответствия цифровой модели. Постобработка детали.

Разработка и печать простой функциональной детали для робототехнической или электронной конструкции.

5. Основы беспилотных авиационных систем – 14 ч

Оборудование: программируемый учебный конструктор квадрокоптера, технический симулятор, программируемый квадрокоптер, пульт радиоуправления, безопасная полётная зона.

Содержание

- Беспилотная авиационная система как технический объект.
- Назначение и области применения БАС.
- Основные типы беспилотных летательных аппаратов.
- Архитектура квадрокоптера.
- Рама, двигатели, воздушные винты, аккумулятор, полётный контроллер.
- Принципы создания подъёмной силы.
- Основы устойчивости и управления квадрокоптером.
- Крен, тангаж, рысканье, изменение высоты.
- Пульт радиоуправления и органы управления.
- Безопасность эксплуатации БАС.
- Предполётная проверка.
- Назначение технического симулятора.
- Основные режимы управления.
- Основы программируемого полёта.
- Датчики и их роль в стабилизации движения БПЛА.

- Камера технического зрения как средство получения информации об окружающей среде.

Практика

Изучение конструкции учебного квадрокоптера. Определение назначения его основных узлов. Работа в техническом симуляторе. Выполнение упражнений на удержание положения, изменение высоты, повороты и движение по заданному направлению. Предполётная подготовка программируемого квадрокоптера. Выполнение простых полётных упражнений в безопасной полётной зоне. Разработка элементарного алгоритма движения программируемого квадрокоптера по заданной последовательности действий.

6. Комплексный инженерный проект – 8 ч

Содержание

- Постановка инженерной задачи.
- Выбор направления проекта.
- Формирование технического задания.
- Разработка конструкции и алгоритма функционирования.
- Выбор электронных и механических компонентов.
- Цифровое моделирование деталей.
- Создание прототипа.
- Испытание технического решения.
- Анализ недостатков.
- Доработка конструкции.
- Подготовка технической документации и презентации.

Практика

Командная разработка инженерного проекта с использованием не менее двух видов оборудования программы.

Возможные направления проекта:

- мобильный робот с датчиками;
- робот повышенной проходимости;
- роботизированный манипулятор;
- электронное устройство в корпусе, изготовленном методом 3D-печати;
- функциональная деталь или элемент конструкции робота;
- учебный макет электронной системы;
- устройство с электронной индикацией;
- элемент оснащения или наземной инфраструктуры учебной БАС.

Изготовление прототипа, проведение испытаний, корректировка конструкции и защита проекта.

ИТОГО: 68 часов

2 год

68 часов, 2 часа в неделю

1. Системное проектирование технических устройств – 8 ч

Содержание

- Техническая система и её структура.
- Системный подход в инженерной деятельности.
- Функциональные и конструктивные элементы системы.

- Входные и выходные параметры.
- Информационные, энергетические и механические связи между компонентами.
- Разработка функциональной схемы технической системы.
- Требования и ограничения проекта.
- Выбор архитектуры технической системы.
- Анализ альтернативных решений.
- Совместное проектирование механической, электронной и программной частей изделия.

Практика

Анализ существующего технического устройства как системы. Построение его функциональной схемы. Разработка архитектуры собственного технического устройства. Определение состава механических, электронных и программных компонентов.

2. Электронные системы и схемотехническое прототипирование – 10 ч

Оборудование: учебно-лабораторный комплекс по схемотехнике.

Содержание

- Электронный узел как часть технической системы.
- Структурные и принципиальные схемы.
- Входные и выходные сигналы.
- Элементы световой и иной индикации.
- Управляющие элементы.
- Построение сложных схем из функциональных блоков.
- Макетная плата как средство быстрого прототипирования.
- Методы последовательной проверки электронной схемы.
- Причины отказов электронных устройств.
- Диагностика соединений и компонентов.
- Модернизация электронной схемы.
- Документирование результатов разработки.

Практика

Проектирование электронной части технического устройства. Сборка прототипа на макетной плате. Последовательная проверка отдельных функциональных блоков. Выявление ошибок и неисправностей. Доработка схемы по результатам испытаний. Создание электронного модуля, предназначенного для интеграции в робототехнический или иной инженерный проект.

3. Мехатроника и автономные робототехнические системы – 12 ч

Оборудование: набор ТРИК, дополнительные моторы и сервоприводы, большие колёса, LED-лента, датчики, TRIK Studio.

Содержание

- Мехатронная система.
- Взаимодействие механики, электроники и программного управления.
- Архитектура мобильного робота.
- Исполнительные механизмы.
- Управление несколькими двигателями и сервоприводами.
- Обратная связь.

- Работа с данными датчиков.
- Гироскоп и акселерометр в системе управления.
- Алгоритмы автономного поведения.
- Условные конструкции и циклы в алгоритмах управления.
- Последовательности действий и состояния робототехнической системы.
- Основы управления роботизированным манипулятором.
- Захват, перемещение и позиционирование объекта.
- Программное моделирование в TRIK Studio.
- Испытание алгоритма в виртуальной и реальной среде.

Практика

Разработка алгоритма автономного движения робота. Программирование прохождения заданного маршрута. Использование показаний датчиков для изменения поведения робота.
Сборка и программирование манипулятора с несколькими степенями подвижности.
Выполнение задания по захвату и перемещению объекта.
Разработка мобильной робототехнической системы, выполняющей последовательность действий без непосредственного управления оператором.

4. Цифровое производство и функциональное прототипирование – 10 ч

Оборудование: компьютер, программное обеспечение для 3D-моделирования, слайсер, 3D-принтер.

Содержание

- Аддитивное производство как часть инженерного цикла.
- Функциональный прототип.
- Проектирование деталей с учётом технологии изготовления.
- Размеры, допуски и сопряжения деталей.
- Проектирование составных моделей.
- Подвижные и неподвижные соединения.
- Масштаб и компоновка изделия.
- Ориентация детали при печати.
- Настройка параметров слайсера.
- Высота слоя и качество поверхности.
- Плотность заполнения и прочность.
- Поддержки: тип, расположение и влияние на качество поверхности.
- Оптимизация расхода материала и времени печати.
- Печать составных моделей.
- Контроль геометрии.
- Постобработка и сборка изделия.
- Анализ причин дефектов и корректировка цифровой модели.

Практика

Проектирование функциональной детали для конкретной технической системы. Подготовка цифровой модели к печати. Настройка параметров слайсера. Изготовление опытного образца.
Измерение изготовленной детали, проверка сопряжения с другими элементами конструкции. Корректировка цифровой модели и повторная печать при необходимости.

Изготовление нескольких взаимосвязанных деталей составной конструкции и их последующая сборка.

5. Программируемые беспилотные авиационные системы – 14 ч

Оборудование: учебный конструктор квадрокоптера, технический симулятор, программируемый квадрокоптер, пульт радиоуправления, камера технического зрения, безопасная полётная зона.

Содержание

- БАС как сложная мехатронная система.
- Взаимодействие механической, электронной и программной подсистем.
- Основные элементы квадрокоптера и их функциональные связи.
- Принципы управления движением.
- Датчики полётного контроллера.
- Стабилизация положения.
- Ручное и программное управление.
- Подготовка полётного задания.
- Координаты, направление, высота и время движения.
- Алгоритм выполнения полётной миссии.
- Технический симулятор как средство безопасной отработки алгоритмов.
- Программирование последовательности полётных действий.
- Камера технического зрения.
- Отработка действий при отклонении от заданного режима.
- Предполётная диагностика.
- Требования безопасности при проведении полётных испытаний.

Практика

Отработка сложных элементов управления в техническом симуляторе. Выполнение заданного маршрута. Формирование алгоритма полётной миссии.

Программирование квадрокоптера на выполнение последовательности действий: взлёт, набор высоты, перемещение, поворот, остановка, возвращение и посадка в рамках возможностей используемого учебного оборудования.

Экспериментальное изменение параметров программы и сравнение результатов выполнения полётного задания.

Использование камеры технического зрения в учебных задачах наблюдения и ориентации.

Проведение полётных испытаний в безопасной полётной зоне.

6. Управление инженерным проектом – 6 ч

Содержание

- Этапы реализации инженерного проекта.
- Постановка цели и задач.
- Декомпозиция проекта.
- Распределение функций между членами команды.
- Планирование сроков.
- Выбор оборудования и ресурсов.
- Ведение технической документации.

- Протоколирование испытаний.
- Критерии оценки качества проекта.
- Анализ технических рисков.
- Подготовка презентационных материалов.

Практика

Разработка паспорта выпускного инженерного проекта. Формирование технического задания, перечня ресурсов, календарного плана, распределение ролей в команде. Разработка программы испытаний и критериев оценки готового изделия.

7. Выпускной инженерный проект – 6 ч

Содержание

Полный инженерный цикл:

- выявление и анализ проблемы;
- постановка задачи;
- разработка технического задания;
- генерация и сравнение вариантов решения;
- разработка архитектуры системы;
- цифровое проектирование;
- схемотехническое прототипирование;
- программирование;
- проведение испытаний;
- анализ результатов;
- выявление недостатков;
- корректировка конструкции или программы;
- оформление технической документации;
- подготовка к защите.

Практика

Выполнение командного или индивидуального инженерного проекта с обязательным использованием не менее двух технологических направлений программы и, по возможности, интеграцией трёх и более видов оборудования.

Примерные направления выпускных проектов:

- автономная мобильная робототехническая платформа;
- робот-манипулятор с программным управлением;
- мобильный робот повышенной проходимости;
- робототехническая система с использованием гироскопа и акселерометра;
- электронное устройство с индивидуально спроектированным и напечатанным корпусом;
- автоматизированный учебный стенд;
- составное изделие с электронной и механической подсистемами;
- элементы наземного оборудования для учебной БАС;
- полезная нагрузка или конструктивный элемент для учебного квадрокоптера в пределах возможностей оборудования;
- комплексный проект, объединяющий робототехнику, схемотехнику и аддитивные технологии.

Результатом работы являются функционирующий прототип, комплект технической документации, результаты испытаний и презентация проекта.

8. Итоговая аттестация – 2 ч

- Представление инженерного проекта.
- Демонстрация функционирования прототипа.
- Обоснование принятых технических решений.
- Представление результатов испытаний.
- Ответы на вопросы.
- Анализ полученного результата.
- Определение возможных направлений модернизации изделия.
- Рефлексия проектной и командной деятельности.

ИТОГО: 68 часов

IV. ВОСПИТАНИЕ

1. Цель и задачи воспитания

Цель воспитания – создание условий для личностного развития, самоопределения и социализации обучающихся, формирования инженерной культуры, ответственного отношения к технической деятельности, современным технологиям, результатам собственного и коллективного труда.

Задачи воспитания:

- формировать ответственное отношение к инженерной, исследовательской и проектной деятельности;
- воспитывать самостоятельность, дисциплинированность, аккуратность, трудолюбие и настойчивость при решении технических задач;
- формировать культуру безопасной работы с электронным, робототехническим, аддитивным оборудованием, инструментами и беспилотными авиационными системами;
- воспитывать бережное отношение к оборудованию, инструментам, материалам и рациональное использование ресурсов;
- развивать навыки сотрудничества, взаимопомощи, распределения обязанностей и коллективной ответственности при выполнении инженерных проектов;
- формировать уважительное отношение к результатам собственного и совместного труда, готовность конструктивно обсуждать и аргументировать технические решения;
- развивать инициативность, техническое творчество, способность анализировать ошибки и использовать их для совершенствования инженерных решений;
- способствовать профессиональному самоопределению обучающихся через знакомство с современными инженерно-техническими и цифровыми направлениями деятельности;
- формировать понимание роли науки, техники и инженерных достижений в развитии промышленности, транспорта, цифрового производства и других сфер жизни общества.

2. Направления воспитательной работы

Патриотическое и гражданское воспитание

Предусматривает формирование уважения к достижениям отечественной науки, техники, инженерии и высокотехнологичной промышленности, понимания роли современных технологий в развитии страны.

В процессе освоения робототехники, электроники, аддитивных технологий и беспилотных авиационных систем обучающиеся знакомятся со значением инженерной деятельности для промышленности, транспорта, науки, цифровой экономики и других общественно значимых сфер. Формируется ответственное отношение к использованию современных технологий, понимание общественной значимости труда инженеров, конструкторов, программистов, технологов и других специалистов технического профиля.

Духовно-нравственное развитие

Направлено на формирование ответственности, честности, взаимного уважения, доброжелательности и культуры инженерного взаимодействия.

При выполнении практических и проектных работ обучающиеся учатся совместно обсуждать поставленные задачи, распределять функции, учитывать мнение участников команды, аргументированно предлагать технические решения и принимать ответственность за общий результат.

Особое внимание уделяется уважительному отношению к результатам труда других людей, конструктивному восприятию критики, готовности признавать и исправлять ошибки, оказывать взаимопомощь и соблюдать нормы профессиональной и командной этики.

Трудовое воспитание и профессиональное самоопределение

Реализуется через систематическое выполнение практических, лабораторных, исследовательских и проектных работ в области схемотехники, робототехники, 3D-моделирования, аддитивного производства и беспилотных авиационных систем.

Обучающиеся проходят основные этапы инженерного цикла: анализируют задачу, формулируют требования, планируют работу, проектируют техническое решение, создают прототип, программируют его, проводят испытания, выявляют недостатки и выполняют доработку.

Такая деятельность способствует формированию трудолюбия, самостоятельности, ответственности за качество работы, способности организовывать рабочее место, соблюдать технологическую последовательность и доводить начатую работу до завершённого результата.

Выполнение комплексных и выпускных инженерных проектов позволяет познакомиться с содержанием деятельности инженера-конструктора, инженера-электронщика, программиста, специалиста по робототехнике и мехатронике, 3D-моделированию, аддитивным технологиям, автоматизации и беспилотным авиационным системам и способствует осознанному выбору дальнейшей образовательной и профессиональной траектории.

Формирование культуры здорового образа жизни

Предполагает воспитание ответственного отношения к собственному здоровью и безопасности окружающих при работе с техническими устройствами и оборудованием.

В ходе занятий обучающиеся соблюдают требования электробезопасности, правила эксплуатации робототехнических систем и 3D-принтеров, требования безопасного

использования инструментов, аккумуляторов и другого оборудования, а также правила предполётной подготовки и проведения учебных полётов БАС в безопасной полётной зоне. Формируется культура организации рабочего места, соблюдения порядка и дисциплины, рационального чередования практической работы и деятельности за компьютером, выполнения требований эргономики и профилактики зрительного и общего утомления.

3. Формы и методы воспитания

Воспитательная работа осуществляется в процессе освоения всех технологических направлений программы и является неотъемлемой частью практической, исследовательской и проектной деятельности.

Основными формами и методами воспитательной работы являются:

- тематические занятия и беседы о современных достижениях науки, техники и инженерии;
- практические и лабораторные работы с инженерным оборудованием;
- индивидуальные и групповые инженерные задания;
- проектная и исследовательская деятельность;
- коллективные творческие дела технической направленности;
- решение практико-ориентированных инженерных задач и проблемных ситуаций;
- моделирование профессиональных инженерных ситуаций;
- совместное обсуждение вариантов технических решений;
- распределение ролей и обязанностей в проектных командах;
- проведение испытаний, анализ ошибок и коллективный поиск способов совершенствования технического решения;
- игровые и соревновательные практики инженерно-технической направленности;
- подготовка технической документации, презентаций и демонстрационных материалов;
- публичная защита индивидуальных и командных инженерных проектов;
- рефлексия, самооценка и взаимная оценка результатов деятельности.

Особое воспитательное значение имеют комплексный инженерный проект первого года обучения и выпускной инженерный проект второго года, в ходе которых обучающиеся проходят полный инженерный цикл: анализируют проблему, формируют техническое задание, распределяют обязанности, выбирают оборудование и технологии, создают и испытывают прототип, анализируют результаты, корректируют конструкцию или программу и представляют итоговый результат.

4. Условия воспитания и анализ результатов

Воспитательный процесс реализуется в условиях безопасной, доброжелательной и практико-ориентированной образовательной среды, основанной на сотрудничестве педагога и обучающихся, взаимном уважении, самостоятельности, ответственности и заинтересованности в достижении качественного технического результата.

Организация занятий предусматривает сочетание индивидуальной и командной работы, инженерного эксперимента, конструирования, программирования, моделирования, прототипирования и проектной деятельности.

Особое внимание уделяется соблюдению правил безопасной эксплуатации электронного, робототехнического и аддитивного оборудования, беспилотных авиационных систем,

организации рабочего места, технической дисциплине, бережному отношению к оборудованию и рациональному использованию материалов и ресурсов.
В командной деятельности создаются условия для распределения ролей, принятия совместных решений, аргументированного обсуждения различных вариантов, взаимной ответственности и приобретения опыта инженерной коммуникации.
Оценка результатов воспитательной работы осуществляется без выставления отметок и основывается на анализе положительной динамики личностного развития обучающихся.
Основные способы анализа воспитательных результатов:

- педагогическое наблюдение за деятельностью и поведением обучающихся;
- наблюдение за соблюдением правил техники безопасности и организации рабочего места;
- анализ участия в индивидуальной и командной практической деятельности;
- наблюдение за характером взаимодействия обучающихся в проектных группах;
- анализ результатов лабораторных, практических и проектных работ;
- анализ качества технических решений, ведения документации и организации проектной деятельности;
- самооценка и рефлексия обучающихся;
- взаимная оценка результатов совместной работы;
- портфолио практических, исследовательских и инженерных проектов;
- анализ подготовки и защиты комплексного и выпускного инженерных проектов.

В качестве показателей результативности рассматриваются развитие самостоятельности, ответственности, трудолюбия и технической дисциплины; соблюдение требований безопасной работы; бережное отношение к оборудованию и ресурсам; готовность к сотрудничеству и взаимной ответственности; способность распределять обязанности и эффективно работать в команде; умение планировать деятельность и доводить инженерную задачу до завершённого результата; способность конструктивно воспринимать ошибки, анализировать причины неудач и совершенствовать техническое решение; проявление инициативы и технического творчества; осознанный интерес к дальнейшему обучению и профессиональной деятельности инженерно-технической направленности.

V. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Материально-техническое обеспечение:
Учебный класс с мебелью, ПК/ноутбуки с доступом в Интернет – 10 шт.

1. Аддитивное оборудование: учебный набор для печати трехмерных моделей в школах.

2. Схемотехника: учебно-лабораторный комплекс по схемотехнике.

3. Робототехника: конструктор для обучения и проведения соревнований роботов.

4. БАС: программируемый учебный набор квадрокоптера. Зарядное устройство для программируемого учебного набора квадрокоптера. Пульт радиоуправления с приемником. Камера технического зрения. Программируемый учебный квадрокоптер. Аккумуляторная

батарея для программируемого учебного квадрокоптера. Ремкомплект. Зарядное устройство. Программное обеспечение.

Зона 3D-печати: 3D принтер, стол компьютерный.

Полетная зона – малая.

Информационное обеспечение:

Программное обеспечение
- ОС Windows / Linux;
- Браузер;
- КОМПАС-3D учебная версия;
- X-Maker;
- X-Print / PrusaSlicer / Orca Slicer
- Среда программирования TRIK Studio.

- Онлайн курс по программированию в среде TRIK Studio. - Ресурс доступа (дата обращения 03.02.2020): https://stepik.org/course/462/promo
Сайт проекта ТРИК. – Режим доступа : Trikset.com

Методическое обеспечение:

RED – образовательные решения: https://r-ed.world/technology-lesson/3dprinting
- Учебное пособие: Аддитивные технологии (3D-печать);
- RED. X-Maker – краткое руководство;
- Образовательный модуль: 3D-моделирование, прототипирование, макетирование;
- Инструкции по сборке.

База знаний RED: https://store.r-ed.world//wiki
- Контроллеры
- Исполнители
- Датчики
- Программное обеспечение
- Датчики

Модульные рабочие программы для учебной деятельности: https://trikset.com/education/methodical

Инструкции по сборке моделей: https://trikset.com/education/models

Интеллектуальные робототехнические системы: https://trikset.com/education/irs

Геоскан. Образование: https://geoscan.education/uchebnik
Геоскан. Документация и руководство пользователя: https://docs.geoscan.ru/pioneer/
Геоскан. Пионер. Учебно-методический комплекс
https://docs.geoscan.ru/pioneer/instructions/pioneer-standart/main-standart.html
Основы управления беспилотными летательными аппаратами : Геоскан, 2021.

Материалы и задания открытого международного фестиваля RED-Фест https://r-ed.world/red-fest
Материалы Всероссийского профориентационного конкурса «Инженерные кадры России» https://www.xn--80a2aec.xn--p1ai/inzhenernye-kadry-rossii/about/
Материалы Международного фестиваля робототехники «РобоФинист» https://robofinist.ru/education

«Азбука КОМПАС-3D» – обучающая система, встроенная в программу КОМПАС-3D.
Олимпиада ТРИК. Материалы для подготовки:
https://trikset.com/education/trikolymp#rec1700026221
Занятия по робототехнике: https://trikset.com/education/trikolymp#rec1700026221
Курсы, мастер-классы, вебинары: https://trikset.com/education/courses
Примеры проектов: https://trikset.com/education

VI. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы для педагога:

- Основы программирования микроконтроллеров/ Артем Бачинин, Василий Панкратов, Виктор Накоряков - ООО "Амперка", 2013 - 207 с
- - Киселёв, М. М. Робототехника в примерах и задачах : курс программирования механизмов и роботов / М. М. Киселёв. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2021.
- Харитонов, Н. Д. Инженерный практикум : методические указания / Н. Д. Харитонов. – Москва : Издательский Дом МИСиС, 2022. – 154 с.
- Копосов, Д. Г. 3D-моделирование и прототипирование : учебное пособие : 1 и 2 уровни / Д. Г. Копосов. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 184 с.
- Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство. Технологии, дизайн и применение / Б. Рэдвуд, Ф. Шофер, Б. Гаррэт. – Москва : ДМК Пресс, 2020.
- Бхаргава Адитья. Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих. – СПб.: Питер, 2019.

Список литературы для обучающихся, их родителей:

- Филиппов, С. А. Уроки робототехники : конструкция, движение, управление / С. А. Филиппов. – 3-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 189 с.
- Быстрый старт. Документация Pioneer [Электронный ресурс] https://docs.geoscan.ru/pioneer/
- Учебник-справочник по конструкторам RED [Электронный ресурс] https://store.r-ed.world//wiki
- Использование набора ТРИК «Лаборатория» в учебно-исследовательской деятельности [Электронный ресурс] https://trikset.com/education#literature