

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»  
Институт образования

Согласовано:

Директор Центра развития современных  
компетенций детей БФУ им. И. Канта  
Т. Э. Петрова  
«02» июня 2020 г.

Утвержден:

Директор Института образования  
А.О. Бударина  
«02» июня 2020 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности  
«Технологии современной промышленной цивилизации»**

Возраст обучающихся: 13-17 лет  
Срок реализации: 2 года

Автор-составитель:  
Савина Юлия Эдуардовна,  
куратор направления инженерно-  
технической подготовки  
ЦРСКД БФУ им. И. Канта

г. Калининград, 2020.

## **Лист согласования**

**Составитель:** куратор направления инженерно-технической подготовки Центра развития современных компетенций детей БФУ им. И. Канта Савина Ю.А.

Рабочая программа утверждена на заседании научно-методического совета Института образования  
Протокол № 4 от 02 июля 2020 года

Председатель  
научно-методического совета

Т.А. Кузнецова

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Дополнительная общеразвивающая программа «Технологии современной промышленной цивилизации» имеет техническую направленность.

### **Актуальность программы.**

Развитие технического творчества детей рассматривается сегодня как одно из приоритетных направлений в педагогике. Современный этап развития общества характеризуется ускоренными темпами освоения техники и технологий. Непрерывно требуются новые идеи для создания конкурентоспособной продукции, подготовки высококвалифицированных кадров.

Одной из ключевых проблем в России является ее недостаточная обеспеченность инженерными кадрами в условиях существующего демографического спада, а также низкого статуса инженерного образования при выборе будущей профессии выпускниками школ.

Социально-экономические перспективы развития г. Калининграда и Калининградской области ставят перед всеми образовательными организациями задачи формирования образовательной среды, которая позволит целенаправленно готовить детей к работе в областях мехатроники, робототехники, радиоэлектроники, прототипирования, машиностроения и т.д.

Современное общество нуждается в высококвалифицированных специалистах, готовых к высокопроизводительному труду, технически насыщенной производственной деятельности. Дополнительное образование оказывает помочь учреждениям высшего образования в подготовке специалистов, умеющих изучать, проектировать и изготавливать объекты техники.

Вместе с тем наблюдается уменьшение интереса детей к изучению предметов естественнонаучного цикла физики, химии, математики, информатики и технологий.

Данная программа направлена на активную популяризацию профессии инженера и технologа в старшей школе, внедрение и распространение лучших практик по профориентации талантливой молодежи на инженерно-технологические специальности. Это возможно, так как детям всегда был и будет присущ интерес ко всему новому в целом и к техническим инновациям в частности. Интерес к профессиям инженерно-технологического профиля может возникнуть только через практическую деятельность.

Программа выстраивает систему профильного обучения в старшей школе, направленную на развитие инженерно-технологического профиля. Именно поэтому программа создает условия для практико-ориентированного профильного обучения, результатом которого должно стать самоопределение ребенка на тот или иной технологический профиль.

С целью подготовки детей, владеющих знаниями и умениями современной технологии, повышения уровня кадрового потенциала в

соответствии с современными запросами инновационной экономики, разработана и реализуется данная дополнительная общеразвивающая программа.

### **Отличительные особенности программы.**

Отличительная особенность программы заключается в изменении подхода к обучению детей, а именно – внедрению в образовательный процесс исследовательской и изобретательской деятельности, организации коллективных проектных работ, а также формирование и развитие инженерных навыков. Реализация программы позволит сформировать современную практико-ориентированную высокотехнологичную образовательную среду, позволяющую эффективно реализовывать проектно-конструкторскую и экспериментально-исследовательскую деятельность детей.

У программы есть две отличительные особенности: модульность и проектная деятельность. Модуль является основой данной программы обучения и является достаточно самостоятельной единицей ОП. Он направлен на формирование группы профессиональных компетенций в разных областях. Благодаря своей динамичности и высоким результатам модульная система с успехом завоёвывает себе место в образовательных учреждениях. В рамках каждого модуля обучающиеся получают знания по профилю и с учетом полученных знаний прорабатывают собственные проекты.

Проектная деятельность обучающихся является одним из методов развивающего обучения. Главная идея проектной деятельности - направленность учебно-познавательной деятельности на результат, который получается при решении практической, теоретической, но обязательно личностно и социально - значимой проблемы. Проектная деятельность способствует развитию творческих способностей и логического мышления. А также объединяет знания, полученные в ходе учебного процесса, и приобщает их к конкретным жизненно важным проблемам.

Для обучающихся проект - это возможность максимального раскрытия своего творческого потенциала. Это деятельность, которая позволяет проявить себя индивидуально или в группе, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу, показать публично достигнутый результат. Это деятельность, направленная на решение интересной проблемы, сформулированной самими обучающимися. Результат этой деятельности - найденный способ решения проблемы - носит практический характер, и значим для самих открывателей.

В рамках первого года, обучающиеся работают над концепцией собственного проекта, готовят макет и оформляют сопроводительную документацию.

В течение второго года, обучающиеся продолжают работать над проектами и в конце года презентуют прототипы.

## **Адресат программы.**

Дополнительная общеразвивающая программа предназначена для детей в возрасте 13-17 лет.

## **Объем и срок освоения программы.**

Срок освоения программы – 2 года.

1 год – 112 часов;

2 год – 112 часов.

На полное освоение программы требуется 224 часа, включая теоретические и практические занятия, работу над проектами и консультации с педагогами.

## **Формы обучения.**

Форма обучения – очная с возможностью реализации отдельных дисциплин/модулей/практик с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

## **Особенности организации образовательного процесса.**

Программа предусматривает индивидуальные, групповые, коллективно-групповые, коллективные, фронтальные формы работы с детьми. Состав групп 10-15 человек.

## **Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий.**

Общее количество часов в год – 112 часов. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 45 минут, между занятиями установлены 10-минутные перемены. Недельная нагрузка на одну группу: 2 часа 2 раза в неделю.

## **Педагогическая целесообразность.**

Инженерное образование – один из ключевых факторов развития экономики и конкурентоспособности как области, так и нашей страны в целом.

Современные требования к организации инженерно-технологического образования предполагают подготовку выпускников, владеющих основами исследовательской и проектной деятельности. Формирование инженерного мышления, инженерной культуры немыслима и без развития практических навыков.

Горизонт подготовки инженера, по оценке ученых, составляет приблизительно 7 лет. Поэтому идея создания инженерных классов является очень актуальной.

Программа «Технологии современной промышленной цивилизации» составлена таким образом, чтобы обучающиеся за два года многое узнали об инженерных компетенциях: основах проектирования и конструирования, инженерном дизайне, радиоэлектронике, основах автоматизации, программировании, экономике инженерных проектов и т.д. и дополнительно смогли овладеть всем комплексом знаний по организации исследовательской изобретательской деятельности, выполнении проектной работы, познакомиться с требованиями, предъявляемыми к оформлению и публичному представлению результатов своего труда.

Данная программа позволит обучающимся познакомиться и на практическом опыте изучить специфику профессий в инженерной области.

Дает возможность приобрести практические навыки, необходимые для работы с AutoCAD и ARDUINO.

Занятия в Инженерно-техническом институте БФУ им. И. Канта также предполагают изучение аппаратуры и работу с ней. Именно состав аппаратуры, которой оснащена мастерская, ее технические характеристики и возможности определяют общий подход к построению программы занятий.

### **Практическая значимость.**

Обучающиеся научатся генерировать собственные новые идеи и физически их воплощать в виде макетов (первый год обучения) и прототипов (второй год обучения). За время обучения они пройдут все стадии реализации проекта от задумки до готового продукта: научатся генерировать идеи, составлять эскизы и чертежи, самостоятельно изготавливать элементы конструкций, собирать их, программировать работу устройств, проводить испытания материалов и т.д. В результате освоения программы, обучающиеся освоят навыки в области графического дизайна, электроники, мехатроники, прототипирования и программирования, получат практические навыки, научатся понимать принципы работы, возможности и ограничения различных технических устройств и т.д.

Помимо приобретения прикладных навыков конструирования обучающиеся получат знания необходимые для осуществления сопутствующих технических и экономических расчетов инженерных проектов.

Содержание данной программы построено таким образом, что обучающиеся под руководством педагога смогут не только создавать конструкции, но и, проводя исследования и изобретательство, узнавать новое об окружающем их мире.

### **Ведущие теоретические идеи.**

Ведущая идея данной программы — создание современной практико-ориентированной образовательной среды, позволяющей эффективно реализовывать проектно-конструкторскую и экспериментально-исследовательскую деятельность обучающихся в проектных командах, получать новые образовательные результаты и инновационные продукты.

### **Ключевые понятия.**

**Проектная деятельность** – это способ достижения цели через детальную разработку проблемы в условиях ограниченности по срокам и ресурсам, которая должна завершиться вполне определенным практическим результатом (прототипом);

**Практико-ориентированный проект (проект)** – проект с соответствующими обоснованиями и расчётами, направлений на решение задач, отражающих интересы участников проекта или внешнего заказчика. У такого проекта есть четко обозначенный с самого начала результат деятельности его участников, который может быть использован в жизни класса, школы, микрорайона, города, государства. Ценность проекта заключается в реальности использования продукта на практике и его способности решить заданную проблему.

**Сопроводительная документация** – документ в Формате Word, содержащий подробные сведения о проекте: чертежи, технико-экономические расчеты, блок-схемы, описание принципа работы и т.д., оформленный в соответствии с требованиями;

**Функциональный макет (макет)** – модель, которая отражает основные функции задуманного готового продукта;

**Прототип** – готовый продукт, реализующий все задуманные в проекте функции в соответствии с поставленными задачами;

### **Цель дополнительной общеразвивающей программы.**

Главная цель обучения — ознакомить обучающихся с профессией инженера с последующим развитием современных компетенций на этапе предпрофильной и ранней профильной подготовки через коллективную проектную деятельность.

Обучение в инженерном классе позволяет формировать у обучающихся интерес к инженерным специальностям, техническому творчеству, развивать навыки практического решения инженерно-технических задач.

Конечная цель программы не заключается в том, чтобы все обучающиеся получили инженерную специальность. Программа направлена на то, чтобы создать у обучающихся максимально объективное представление о профессиях инженерно-технологического направления, которые востребованы в нашей области, обеспечить качественную подготовку для тех обучающихся, которые выберут в дальнейшем профессию инженера и технолога, развить у обучающихся личностные навыки, необходимые в выбранной профессиональной области.

### **Задачи.**

#### **Образовательные.**

Результатом обучения будет формирование профильных технических компетенций (Hard skills), с помощью которых обучающиеся создадут собственные творческие инженерные проекты.

Конкретный результат образовательной программы – это собранный прототип с необходимыми техническими и экономическими расчетами. Проверка работы прототипа проводится как визуально – путем совместного тестирования прототипа, так и путем изучения программы и внутреннего устройства конструкции, созданной обучающимися.

Строительство макетов и прототипов, выполнение практических работ, проведение расчетов и исследований является регулярной проверкой полученных профессиональных навыков.

Основной способ итоговой проверки знаний – защита проекта, во время которой комиссия может задать вопрос по изученному материалу и итоговое тестирование.

#### **Развивающие.**

Результатом обучения будет развитие таких метапредметных компетенций (Soft Skills) как умение работать в команде, организовывать свое время и завершать начатое дело, а так же развитие аналитического мышления, инициативности, активности в исследовании окружающей жизни

и т.д. Дополнительно у обучающихся развиваются память, наглядно – образное и пространственное мышление, понимание работы механизмов и т.д.;

Проектная деятельность и наставничество при работе над проектами более эффективно подготовят к работе в команде, научат брать ответственность за свои решения, преодолевая профессиональные страхи и стрессы.

Параллельно обучающиеся развиваются умение договариваться и сотрудничать, выдвигать и доказывать свои идеи, представлять проекты перед слушателями, используя специальную терминологию.

Наиболее ярко результат проявляется при защите (предзащите) собственного проекта.

#### **Воспитательные.**

Воспитательный результат занятий можно считать достигнутым, если обучающиеся проявляют стремление к самостоятельной работе, усовершенствованию конструкций, созданию творческих проектов.

Ранняя информированность учащихся об инженерных профессиях и возможность проверить себя на практике позволит реально оценить свои интеллектуальные и творческие возможности, разобраться в жизненных приоритетах, что будет способствовать успешной социализации обучающегося.

Программа поможет сформировать осознанный выбор инженерной специальности, который позволит обучающемуся стать профессионалом, добиться уважения в обществе, личной удовлетворенности своей деятельностью.

#### **Задачи дополнительной общеразвивающей программы первого года обучения.**

##### **Образовательные:**

- сформировать профильные компетенции в области графического дизайна, радиоэлектроники и программирования;
- сформировать навыки проектирования, конструирования и расчета сложных инженерных систем;
- сформировать познавательную, исследовательскую, творческую активность, интерес к конструированию;
- сформировать навыки решения творческих, нестандартных задач на практике при конструировании и моделировании объектов окружающей действительности;
- создать условия для реализации потенциала учащихся, склонных к научно-техническому и инженерному творчеству.

##### **Развивающие:**

- развить креативное мышление, математические, логические, изобретательские способности и пространственное воображение обучающихся;

- развить способности к установлению причинно-следственных связей, оценке влияния отдельных факторов, анализу результатов и нахождению новых решений;
- развить навыки коллективной выработки идей, путей их реализации, работы в команде.

**Воспитательные:**

- сформировать желание познавать, исследовать, конструировать, проектировать, изобретать, изучать достижения современной науки и техники;
- воспитать ответственность, дисциплинированность, внимательность, аккуратность;
- сформировать позитивное мнение о высокой роли и перспективности творческой работы в научно-технической сфере.

**Задачи дополнительной общеразвивающей программы второго года обучения.**

**Образовательные:**

- сформировать профильные компетенции в области робототехники, программирования и прототипирования;
- сформировать навыки производства сложных инженерных систем, работы со специализированным оборудованием;
- обеспечить формирование у обучающихся целостной картины мира, основанной на научном знании о природе, обществе, технике, предполагающей подготовку специалистов, способных к компетентной исследовательской, проектной деятельности.

**Развивающие:**

- развить профильные компетенции в области аддитивных технологий, робототехники, программирования и прототипирования;
- развить навыки проектирования и конструирования сложных инженерных систем;
- развить у учащихся настойчивость в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата;
- развить коммуникативные способности, умения работать в группе, аргументировано представлять результаты своей деятельности, отстаивать свою точку зрения.

**Воспитательные:**

- повысить мотивацию обучающихся к изобретательству и созданию собственных конструкций, участию в научно-технических мероприятиях;
- сформировать высокую общую культуру и активную жизненную позицию обучающихся, необходимых будущему инженеру;
- сформировать осознанное стремление к получению образования по инженерным специальностям и рабочим профессиям технического профиля.

**Принципы отбора содержания.**

- принцип единства развития, обучения и воспитания;

- принцип систематичности и последовательности;
- принцип доступности;
- принцип наглядности;
- принцип взаимодействия и сотрудничества;
- принцип комплексного подхода.

Инженерное образование состоит из двух основных процессов: приобретения и усвоения предметных знаний и формирования профессиональных компетенций. Поэтому обучение в инженерных классах разбито на этапы: первый этап - освоение образовательных блоков, в которых учащиеся на теоретических занятиях (лекциях) и в лабораториях инженерно-технического института получают базовые знания в выбранной профессиональной области. Следующий этап - это проектная деятельность, где работы и проекты школьников создаются в реальных научных лабораториях Инженерно-технического института. Результат освоения этого этапа: создание проекта, что позволит самостоятельно пройти каждый из этапов проектной разработки (определение темы и постановку проблемы проекта, работа над проектом и его защита).

*Программа первого года обучения состоит из 7 модулей:*

1. «Развитие техники и технологий»;
2. «Радиоэлектроника»;
3. «Основы автоматизации»;
4. «Инженерный дизайн»;
5. «Технический расчет инженерных проектов»;
6. «Экономика инженерных проектов»;
7. «Проектная деятельность».

Так как работа инженера тесно связана с созданием технических устройств и изобретательством, то он должен закономерности развития техники, уметь отслеживать тенденции развития техники и технологий, знать азы изобретательства и патентоведения. Обучающиеся будут иметь представления об общей истории развития цивилизации и прежде всего техники, обладать сведениями о техносфере, ее появлении, эволюции и перспективах развития. Параллельно будут развивать творческое мышление, навыки работы в команде и умение решать конструкторские задачи в условиях ограниченного количества времени, ресурсов и т.д. (модуль «Развитие техники и технологий»). К концу прохождения модуля, обучающиеся разделятся на команды и определятся с темой собственного проекта.

Почти вся современная техника имеет элементы электроники. Основой любых сложных механизмов и устройств являются печатные платы. На них устанавливаются элементы радиоэлектроники, которые отвечают за различные функции, выполняют определённые задачи. Получению базовых знаний и практических навыков (установка, монтаж, пайка электронных компонентов) в данной области посвящен модуль «Радиоэлектроника».

Целью модуля «Основы автоматизации» является формирование знаний, умений и навыков использования мехатронных, робототехнических

систем, систем управления модулями для создания автоматизированных систем, позволяющих уменьшить качественную и количественную нагрузку на человека, а в дальнейшем и исключить человека из контроля деятельности производственных систем.

Для того чтобы произвести какое-либо техническое устройство, механизм и т.д. необходим его чертеж (модель в 2D-3D), который определяет его конструкцию, размеры, поясняет принцип работы, а также взаимодействие основных составляющих. От аккуратности и точности выполнения чертежа зависит конечный результат проекта. Поэтому к нему предъявляются жесткие требования. За время прохождения модуля «Инженерный дизайн» обучающиеся получат базовые знания по работе с программным пакетом «AutoCAD» (программа для двухмерного проектирования, параметрического черчения, трехмерного моделирования и визуализации) и научатся правильно оформлять свои чертежи.

Создание любых технических устройств имеет две стороны – техническую и экономическую. Независимо от того, насколько технически обоснованным является создание технических устройств (разработка инженерных проектов) (модуль «Технический расчет инженерных проектов»), они потерпят неудачу, если это не будет экономически целесообразно. Для того чтобы рассчитать экономическую эффективность и целесообразность проекта в целом – необходимо знать основы экономики (модуль «Экономика инженерных проектов»).

Таким образом, в течение первого года, обучающиеся работают над концепцией проекта, его технико-экономическим обоснованием и созданием макета.

*Программа второго года обучения состоит из 3 модулей:*

1. «Основы технологии производства»;
2. «Производство инженерных систем»;
3. «Проектная деятельность».

Второй год посвящен доработке проектов с точки зрения практической его реализации – работе над прототипами.

Любое производство состоит из трёх составляющих: технология, сырье и оборудование.

После утверждения концепции, доказательства целесообразности технического и экономического обоснования проекта и создания макета необходимо обосновать вариант решения задачи типа «производить» или «покупать» для отдельных элементов продукта. В случае выбора решения «производить» – необходимо определить, каким образом будет производиться готовый продукт в условиях реального производства, как выбрать удовлетворяющую всем требованиям технологию производства и оборудование для изготовления качественного продукта (литье в форму, печать на 3D принтере, резка на лазерном станке и т.д.).

Но даже при правильно выбранной технологии готовый продукт может быть низкого качества из-за бракованного сырья. С целью подтверждения соответствия закупаемого материала проводится входной контроль (внешний

осмотр и проведение испытаний по определенным показателям качества и безопасности). Такая проверка позволяет выявить несоответствия и отклонения от нормы еще на стадии приемки и не допустить в производство несоответствующие исходные материалы, от которых напрямую зависит качество готового продукта.

Получению соответствующих теоретических знаний и практических навыков посвящен модуль «Основы технологии производства».

Модуль «Производство инженерных систем» посвящен получению практических навыков по конструированию и сборке собственного прототипа.

Ведущей отраслью современной техники является машиностроение, развитие которого неразрывно связано с созданием новых машин и механизмов, повышающих производительность труда и заменяющих ручной труд машинным.

Основными этапами создания новой конструкции являются:

- 1) разработка принципиальной схемы (первый год обучения);
- 2) проектирование и расчет устройства и отдельных его узлов (первый и второй год обучения);
- 3) экспериментальные исследования и доводка прототипов (второй год обучения).

При проектировании сложных механизмов обычно стремятся выделить из общей схемы отдельные, более простые типовые механизмы, проектирование которых имеет свои закономерности.

Теория механизмов и основы конструирования являются неотъемлемой частью при обучении на технических направлениях, а также способствуют освоению и развитию знаний и умений в следующих областях:

- кинематика и динамика механизмов, соединений и деталей, их структура;
- принципы преобразования движения с помощью механизмов;
- проектирование механизмов машин;
- конструирование изделий машиностроения.

Для приведения в движение исполнительных механизмов рабочих машин и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса используют электрический привод.

Но простого приведения конструкции в движение – не достаточно в условиях современных реалий. Необходимо уметь управлять движением, запускать и останавливать процессы в определенное время, обеспечивать автоматическую экстренную остановку, программировать определенные функции и т.д. Для всего вышеперечисленного используют микроконтроллеры. Один из популярнейших микроконтроллеров для создания разнообразных автоматизированных систем - ARDUINO.

ARDUINO - это учебная аппаратно-программная платформа для проектирования и создания новых устройств. Одноименная плата с контактами способна получать и обрабатывать данные об окружающем мире, используя присоединяемые и программируемые датчики для подключения

дополнительных компонентов. Для программирования ARDUINO используется упрощенная версия языка программирования C++. Миллионы возможных комбинаций элементов программы ограничиваются только фантазией обучающихся.

Таким образом, благодаря модулю «Производство инженерных систем» обучающиеся научатся конструировать, собирать и программировать собственные инженерные системы.

Модуль «Проектная деятельность» направлен на формирование навыков поиска подходящих конкурсов научно-технического творчества, навыков подготовки заявки на участие в конкурсах и на доработку собственных проектов в соответствии с требованиями конкурса (соответствующее оформление сопроводительной документации, подготовка презентации и доработка прототипа под руководством педагогов).

### **Методы организации обучения.**

**Модульность.** Использование современных технологий направлено на повышение качества образования, на оптимизацию процесса обучения, на повышение уровня культуры подрастающего поколения в работе с техническими информационными средствами. Одной из современных образовательных технологий является технология модульного обучения.

Модульное обучение – педагогическая технология, при которой обучающиеся работают с учебной программой, составленной из модулей. Модульное обучение очень близко по своим идеям и организационным формам программированному обучению. Учебные модули и тесты могут быть легко перенесены в компьютерную среду обучения.

Ценность модульной системы обучения в том, что она, воспитывая умение самостоятельно учиться, развивает рефлексивные способности. Существенно, что при модульной системе, когда учебная деятельность структурируется на: учебные ситуации, контроль и оценку, актуализируются аналитические, исследовательские умения.

Модульная технология обучения одной из своих целей ставит обеспечение гибкости, приспособление к индивидуальным потребностям личности и уровню ее базовой подготовки и создает условия для развития мышления, памяти, творческих наклонностей, способностей обучающихся и повышает эффективность профессионального обучения.

### **Коллективная работа над проектами.**

В настоящее время в практике образования активно применяется метод проектов, который успешно решает не только учебные, но и воспитательные задачи. Метод проектов как педагогическая технология - совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов, творческих по самой своей сути. Один из его разновидностей – практико-ориентированный проект.

Заниматься разработкой серьёзного инженерного практико-ориентированного проекта в одиночку обучающемуся достаточно сложно и проблематично, поэтому идея коллективного планирования имеет ряд преимуществ, а также способствует развитию ряда компетенций.

Во-первых, практико-ориентированный проект имеет исследовательскую составляющую. При разработке такого проекта необходимо провести экономические и технические расчеты, провести анализ рынка, выбрать вариант производства и т.д. Таким образом, проектная деятельность развивает аналитические способности обучающихся.

Во-вторых, это творческий проект, и он развивает творческие способности обучающихся. Творческим продуктом будет являться выбор идеи для реализации, форма и методы реализации готового продукта, название продукта, разработанный логотип, оформление презентации на защиту и т.д.

В-третьих, это ролевой проект. Участники проекта должны самостоятельно выбрать роли (лидер, конструктор, экономист, инженер, программист и т.д.). Каждый из задействованных в проекте обучающихся проводит необходимые исследования, анализирует, рассчитывает показатели эффективности или проделывает иную работу, согласно обязанностям своей роли. На этом этапе проявляются технологии работы в коллективе. Становится необходимым не только эффективно общаться с командой, но и научиться выходить из конфликтных ситуаций, приходить к общему мнению, находить компромиссы, брать на себя ответственность за работу членов команды, принимать решения как единоличные, так и коллективные.

Только в коллективной проектной деятельности получат развитие компетенции взаимодействия, станут возможными деловые отношения, появится конкурентоспособность. Соревновательный элемент в коллективном проекте повышает мотивацию участников и положительно влияет на качество выполнения проекта.

Проект предполагает презентацию и защиту, что говорит о наличии информационно-коммуникационных технологий. При представлении проекта оценивается и сам проект, и презентация, умение его защитить и обосновать эффективность. Проведение полноценной защиты проектов и рефлексии позволит обучающимся более осознанно подойти к работе, в полной мере понять их практическую значимость своей деятельности, а также повысить самооценку от осознания важности результатов и наличия значимых достижений.

В процессе коллективной проектной деятельности обучающиеся научатся: выделять объект исследования, разделять исследовательскую и конструкторскую деятельность на этапы, выдвигать гипотезы и проверять их, работать в группе, планировать и организовывать свою деятельность, пользоваться различными источниками информации

Данная технология реализует связь обучения с реальной жизнью и обеспечивает развитие ряда компетенций согласно федеральных государственных образовательных стандартов.

#### *Метод организации модулей:*

Образовательная программа большинства модулей состоит из трёх частей:

1 часть – теоретическая, получение знаний;

2 часть – практическая, получение профессиональных навыков;

3 часть – проектная, консультация с педагогами и работа над собственными проектами в рамках изучаемого модуля.

*Методы организации занятий:*

При организации образовательных событий сочетаются индивидуальные и групповые формы деятельности и творчества. Занятия содержат теоретическую часть и практическую работу по закреплению этого материала.

Занятия условно разбиваются на 2 части:

1 часть включает в себя организационные моменты, инструктаж и изложение нового материала (теоретические занятия);

2 часть – практическая работа учащихся (индивидуальная или групповая, самостоятельная или совместно с педагогом, под контролем педагога). Здесь происходит закрепление теоретического материала, отрабатываются навыки и приемы, формируются успешные способы профессиональной деятельности;

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по профилю, раскрывают состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют их активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления.

Практические работы реализованы в виде решения кейсов, выполнения чертежей и расчетов, конструирования, проведения экспериментов в лабораториях института, реализации собственного проекта и т.д.

**Планируемые результаты.**

По окончании **1 года обучения**, в результате освоения блока «Развитие техники и технологий», обучающиеся должны знать:

- о закономерностях развития технических систем и процессов;
- об истории развития техники;
- о современном состоянии и перспективах развития изобретательства;
- о системе защиты интеллектуальной собственности;
- ключевые эксперименты, приведшие к изменению представлений об окружающем мире;
- методы создания и совершенствования техники;
- этапы развития технических систем и их характерных признаках;
- генезис и основные периоды развития науки и техники в мировой культуре;
- основные методы генерации идей;
- основы изобретательства.

**Уметь:**

- генерировать собственные новые идеи;
- использовать источники в процессе решения поставленных задач;
- использовать методы активизации в решении технических задач;
- определять этапы развития технических систем;

- оценить вклад творческой личности в развитие рассматриваемой технической системы с учетом качества творческой личности;
- использовать знания по истории техники для совершенствования общекультурной и профессиональной компетентности.

*Владеть:*

- конкретно-историческими сведениями, касающимися различных аспектов развития техники и науки;
- навыками оценки достижений техники на основе знания исторического контекста их создания;
- техническими и технологическими знаниями;
- историко-биографической информацией, касающейся выдающихся изобретателей, ученых, творцов техники, причинь;
- исследовательскими навыками, связанными с поиском решения задач, анализом собранных данных, воплощение задуманного из заданных предметов и материалов, представлением результатов самостоятельных (под руководством педагога) практических работ.

В результате освоения блока «*Радиоэлектроника*», обучающиеся должны знать:

- технологические инструменты, расходные материалы, дополнительную оснастку;
- технологии монтажа и демонтажа радиоэлектронных устройств;
- условные знаки, обозначения и маркировку радиоэлементов.

*Уметь:*

- использовать методы практического применения технологических инструментов, расходных материалов;
- осуществлять монтаж и демонтаж радиоэлектронных устройств.

*Владеть:*

- навыками работы с элементами микроэлектроники (установка, монтаж, пайка) микродеталей;
- навыками установки и монтажа радиоэлементов.

В результате освоения блока «*Основы автоматизации*», обучающиеся должны знать:

- принципы действия и математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем (информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники);
- основные законы естественнонаучных дисциплин;
- сущность и значение информации в развитии современного информационного общества.

*Уметь:*

- разрабатывать математические модели составных частей объектов профессиональной деятельности методами теории автоматического управления;
- применять необходимые для построения моделей знания принципов действия и математического описания составных частей мехатронных

и робототехнических систем (информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники);

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения характеристик и параметров макетов.

*Владеть:*

- навыками проведения аналитических, имитационных и экспериментальных исследований для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем;
- навыками разработки, производства и эксплуатации, современных мехатронных и робототехнических устройств и систем;
- навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

В результате освоения блока «*Инженерный дизайн*», обучающиеся должны знать:

- интерфейс программы AutoCAD;
- графические примитивы программы и их свойства;
- необходимые команды редактирования;
- геометрические элементы чертежа и построения с помощью привязок;
- способы выполнения штриховки и нанесения размеров;
- стандартизацию чертежей;
- вставки текста и повторяющихся фрагментов;
- методику создания чертежей в AutoCAD.

*Уметь:*

- создавать и оформлять чертежи в AutoCAD;
- осуществлять построения при помощи привязок, наносить штриховку и размеры;
- осуществлять вставку текста и повторяющихся фрагментов.
- использовать измерительные приборы и профессиональные инструменты.

*Владеть:*

- графическим редактором AutoCAD;
- навыками использования специализированных CAD систем при конструировании.

По окончании **2 года обучения**, в результате освоения блока «*Основы технологии производства*», обучающиеся должны знать:

- типы и способы производства;
- характеристика материалов;
- понятия твёрдости, вязкости, упругости, пластичности;
- станки ЧПУ (3D принтер, лазерный станок, токарный и фрезерный станок).

*Уметь:*

- определять наиболее эффективные способы производства заданной детали;
- определять способы производства элементов собственных прототипов;
- написать управляющую программу для станков ЧПУ.
- изготовить детали.

*Владеть:*

- методами производства продукта: 3D печать (аддитивные технологии), лазерная резка и гравировка, резание при помощи автоматизированных токарных и фрезерных станков;
- лабораторной диагностикой качества материалов.

В результате освоения блока «Производство инженерных систем», обучающиеся должны знать:

- теорию машин и механизмов;
- основы конструирования и проектирования;
- виды механических передач;
- виды соединений;
- передаточное число;
- виды передаточных механизмов;
- среду разработки программ для микроконтроллеров;
- основы языка C++ для Arduino;
- последовательный интерфейс обмена данными;
- связь микроконтроллера с компьютером;
- Trema Shield, Trema Power Shield, сервопривод, потенциометр, датчик расстояния HC-SR04, источник питания, батарейный и аккумуляторный отсеки.

*Уметь:*

- работать с передаточными механизмами;
- делать расчет передаточного числа;
- создать мобильного робота;
- собрать корпус робота;
- программировать робота;
- калибровать работу;

*Владеть:*

- навыками сборки электронных схем прототипов;
- навыками программирования на выполнение задуманных функций;
- навыками подключения датчиков и оборудования;
- навыками проверки работоспособности системы.

**Механизм оценивания образовательных результатов.**

**1. Уровень теоретических знаний.**

*Низкий уровень.* Обучающийся знает фрагментарно изученный материал. Дано менее 50% правильных ответов при прохождении итогового тестирования.

*Средний уровень.* Обучающийся хорошо знает изученный материал. Дано более 70% правильных ответов при прохождении итогового

тестирования. Обучающемуся потребовалось максимальное количество времени, отведенного на прохождение тестирования.

*Высокий уровень.* Обучающийся отлично знает изученный материал. Дано более 85% правильных ответов при прохождении итогового тестирования. Обучающийся закончил прохождение тестирования до времени окончания теста.

2. Уровень практических навыков и умений. Работа с инструментами, техника безопасности.

*Низкий уровень.* Требуется контроль педагога за выполнением правил по технике безопасности.

*Средний уровень.* Требуется периодическое напоминание о том, как работать с инструментами.

*Высокий уровень.* Четко и безопасно работает с инструментами.

Способность изготовления конструкций.

*Низкий уровень.* Не может изготовить конструкцию по схеме без помощи педагога.

*Средний уровень.* Может изготовить конструкцию по схемам при подсказке педагога.

*Высокий уровень.* Способен самостоятельно изготовить конструкцию по заданным схемам.

Степень самостоятельности изготовления конструкции.

*Низкий уровень.* Требуется постоянные пояснения педагога при сборке и программированию конструкции.

*Средний уровень.* Нуждается в пояснении последовательности работы, но способен после объяснения к самостоятельным действиям.

*Высокий уровень.* Самостоятельно выполняет операции при сборке и программированию конструкции.

3. Уровень проработки проекта:

**1. Обоснование актуальности и новизна проекта:** определение проблемы, назначения, целевой аудитории, анализ рынка и т.д.

- актуальность слабо раскрыта;
- актуальность раскрыта, но не все пункты проработаны;
- актуальность и новизна хорошо проработаны, четко определена проблема и целевая аудитория, проведен подробный анализ рынка.

**2. Техническая/технологическая проработка проекта:** проект содержит один или несколько элементов: эскиз, чертеж (общий вид с размерами, выполненный в соответствии с правилами ЕСКД для инженерного проекта), дополнительные схемы и модели, проработан принцип действия, описана блок-схема работы:

- проект слабо проработан;
- проект хорошо проработан;
- проект отлично проработан.

**3. Исследовательская/расчётная математические, экономические расчеты:** работа: технические,

- исследование/расчеты не проведены;

- исследование частично проведено/проведён 1 вид расчетов;
- проведено полноценное исследование/проведены несколько видов расчетов.

#### **4. Готовность и перспективы развития проекта:**

- учащийся не видит перспектив для усовершенствования своего проекта;
- учащийся видит перспективы проекта, но не создал функциональную модель/прототип/систему;
- учащийся создал функциональную модель/прототип/систему и видит перспективы для усовершенствования своего проекта.

#### **5. Качество представления проекта и выполнение требований к оформлению работ:**

- требования слабо соблюdenы, учащийся читает с листа, плохо оформленная презентация, содержание проекта не раскрыто, остались вопросы;
- часть требований соблюдены (есть замечания), учащийся не читает с листа, хорошо оформленная презентация, содержание раскрыто не полностью. Учащийся не четко формулирует свои мысли;
- все требования полностью соблюдены, учащийся не читает с листа, хорошо оформленная презентация, содержание проекта полностью раскрыто. Учащийся четко и ясно формулирует свои мысли.

Для оценки качества проекта подсчитывается сумма баллов (0-12 баллов за каждый критерий). Максимальное количество баллов - 70 баллов.

#### **Формы подведения итогов реализации программы.**

**Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов:** журнал посещаемости.

#### **Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов:**

В рамках первого года, обучающиеся работают над концепцией проекта и созданием макета. В конце года, обучающиеся защищают свою концепцию, принимая участие в конкурсе (защита концепции проекта и демонстрация макета).

В рамках второго года – обучающиеся продолжают работать над проектами и создают прототип.

По окончании программы, обучающиеся защищают готовые проекты, принимая участие в конкурсе (защита проекта и демонстрация работы прототипа).

Для выявления уровня усвоения содержания программы и своевременного внесения коррекции в образовательный процесс каждое полугодие предусмотрена промежуточная аттестация.

В качестве промежуточного контроля предусмотрены:

- предзащита концепций проектов – в конце первого полугодия;
- контрольный срез знаний освоения программы и защита концепций проектов – в конце второго полугодия;
- предзащита проектов – в конце третьего полугодия.

Во время промежуточной аттестации педагоги задают вопросы по пройденным темам.

Итоговый контроль проводится в виде итоговой аттестации (по окончанию освоения программы). В качестве итогового контроля проводится защита проектов и контрольный срез знаний.

**Механизм оценивания итогового контроля:**

- *низкий уровень*. Обучающиеся получили менее 60 баллов;
- *средний уровень*. Обучающиеся получили 60-89 баллов;
- *высокий уровень*. Обучающиеся получили более 90 баллов.

Дополнительно обучающиеся могут участвовать в различных выставках, соревнованиях и конкурсах муниципального, регионального и всероссийского уровня.

**Организационно-педагогические условия реализации программы.**

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана, рабочей программы и регламентируется расписанием занятий. В качестве нормативно-правовых оснований проектирования данной программы выступает Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2018 N 52831).

Указанные нормативные основания позволяют образовательному учреждению разрабатывать образовательные программы с учетом интересов и возможностей обучающихся.

**Материально-техническое обеспечение реализации программы:**

1. учебная аудитория – 1;
2. компьютер – 15 шт.;
3. электромеханический конструктор LEGO Education WeDo 2.0 45300  
Базовый набор – 10 шт.;
4. LEGO 9580 Базовый набор Education WeDo – 10 шт.;
5. конструктор LEGO Education WeDo 9585 Ресурсный набор – 5 шт.;
6. LEGO 45544 Базовый набор MINDSTORMS Education EV3 -10 шт.;
7. Учебный мехатронный комплекс FESTO MPS-210 – 1 шт.
8. Машина для испытания на кручение КТС 403 – 1 шт.
9. Фотомикроскоп отражённого света ZEISS NEOPHOT 32 – 1 шт.
- 10.Эмиссионный спектрометр «АРГОН-5СФ» - 1 шт.
- 11.Твердомер ТР 5006-04 – 1 шт.,
- 12.Твердомер ИТ 5070 – 1 шт.
13. Станок токарный СТ-5.1 МП "РЕАБИН" – 1 шт.,
- 14.3D принтер Intamsys Funmat HT – 1 шт.,
- 15.Лазерно-гравировальный станок SUKE SK-1325 – 1 шт.,
- 16.3-х координатный штатив (вариант Г2) – 1 шт.

**Информационное обеспечение реализации программы: учебно-развивающие программные среды –AUTOCAD 2016, MINDSTORMS EV3, Microsoft Office.**

**Кадровое обеспечение реализации программы.**

Реализацию программы осуществляют квалифицированные специалисты, имеющие профессиональное образование в технической области.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**1 год обучения (112 часов)**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов				Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	Самостоятельная подготовка	
1.	<b>Развитие техники и технологий.</b> Вводное занятие	2	1	1	-	-
2.	Первобытное общество	2	1	1	-	-
3.	Древний мир	2	1	1	-	-
4.	Средние века	2	1	1	-	-
5.	Раннее Новое время (или позднее Средневековье)	2	1	1	-	-
6.	Новое время	2	1	1	-	-
7.	Новейшая история	2	1	1	-	-
8.	Интеллектуальная собственность	2	1	1	-	-
9.	<b>Радиоэлектроника.</b> Вводное занятие.	1	1	-	-	-
10.	Основы радиотехники	13	6	7	-	-
11.	Установка и пайка радиоэлементов	2	-	2	-	-
12.	<b>Основы автоматизации.</b> Вводное занятие	1	1	-	-	-
13.	Основы управления робототехнической системой. Конструирование простейших моделей.	5	2	3	-	-
14.	Кейс «Поиск предмета»	2	1	1	-	-
15.	Кейс «Поиск выхода из лабиринта»	2	1	1	-	-
16.	Кейс «Простейшие регуляторы»	2	1	1	-	-
17.	Базовые регуляторы и алгоритмы	2	1	1	-	-
18.	<b>Промежуточная аттестация</b>	2	1	1	-	Предзащита концепций проектов
19.	<b>Инженерный дизайн.</b> Вводное занятие	1	1	-	-	-
20.	Машиностроительное черчение	5	1	4	-	-
21.	Трехмерное моделирование	2	1	1	-	-
22.	Реинжиниринг	3	1	2	-	-
23.	Работа над собственными проектами	5	-	5	-	-

24.	Технический расчет инженерных проектов. Вводное занятие.	2	2	-	-	-
25.	Кейс «Технические расчеты инженерной системы»	6	2	4	-	-
26.	Работа над собственными проектами	8	-	8	-	-
27.	Экономика инженерных проектов. Введение в экономику инженерных проектов	1	1	-	-	-
28.	Жизненный цикл инженерного проекта	2	1	1	-	-
29.	Финансовые показатели инженерного проекта	2	1	1	-	-
30.	Управление инженерным проектом	2	1	1	-	-
31.	Разработка инженерных проектов	2	1	1	-	-
32.	Экономическая эффективность инженерных проектов	4	2	2	-	-
33.	Основные разделы бизнес-плана по разработке инженерного проекта	3	1	2	-	-
34.	Проектная деятельность. Основы конструирования	10	2	10	-	-
35.	Подготовка и оформление проектной документации	2	1	1	-	-
36.	Оформление презентации	2	1	1	-	-
37.	Промежуточная аттестация	2	1	1	-	Тестирование и защита концепций проектов
38.	<b>Итого</b>	<b>112</b>			-	

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 1 год обучения (112 часов, 4 часа в неделю).

#### **Тема 1. Развитие техники и технологий. Вводное занятие (2 ч.).**

**Теория:** Основные понятия и закономерности развития техники. Техника и инженер. Влияние науки и ученых на развитие техники. Методы дизайн - мышления и продуктового мышления.

**Практика:** Упражнения на развитие креативности, командная работа по генерации идей собственных проектов при помощи метода дизайн-мышления, продуктового мышления или метода фокальных объектов. Формирование собственных идей для проектов.

#### **Тема 2. Первобытное общество (2 ч.).**

**Теория:** Основные открытия первобытного общества (колесо, лук и стрелы, огонь, полученный искусственным путем).

**Практика:** Коллективная работа по созданию устройств с заданными свойствами из заданных предметов и материалов.

#### **Тема 3. Древний мир (2 ч.).**

**Теория:** Основные открытия, известные личности (Архимед и др.) и достижения древнего мира.

**Практика:** Коллективная работа по созданию устройств с заданными свойствами из заданных предметов и материалов.

#### **Тема 4. Средние века (2 ч.).**

**Теория:** Основные открытия, известные личности и достижения средневековья (порох, компас, бумага, механические часы и др.).

**Практика:** Коллективная работа по созданию устройств с заданными свойствами из заданных предметов и материалов, задания на развитие креативного мышления.

**Тема 5. Раннее Новое время (или позднее Средневековье) (2 ч.).**

**Теория:** Основные открытия, известные личности (Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Исаак Ньютона и др.) и достижения позднего средневековья (мануфактуры, печатный станок, паровая машина и др.).

**Практика:** Коллективная работа по созданию устройств с заданными свойствами из заданных предметов и материалов, задания на развитие креативного мышления.

**Тема 6. Новое время (2 ч.).**

**Теория:** Основные открытия, известные личности (Никола Тесла, Томас Эдисон и др.) и достижения нового времени (электричество, лампочка накаливания, автомобиль, самолет и др.).

**Практика:** Коллективное задание по конструированию, созданию, испытанию бумажных самолетов.

**Тема 7. Новейшая история (2 ч.).**

**Теория:** Основные открытия, известные личности (А. Эйнштейн, Э. Фезерфорд и др.) и достижения новейшей истории (ПК, интернет, антибиотики и др.).

**Практика:** Коллективная работа «Профессии будущего: 2030».

**Тема 8. Интеллектуальная собственность (2 ч.).**

**Теория:** Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. Патент. Полезная модель. Ноу-Хау. Товарный знак. Защита своей интеллектуальной собственности.

**Практика:** Коллективная игра «Дебаты» по теме занятия.

**Тема 9. Радиоэлектроника. Вводное занятие. (1 ч.).**

**Теория:** Правила поведения в лаборатории. Знакомство с материально-технической базой лаборатории. Техника безопасности. Электронная автоматика: характеристика, назначение, сферы применения. Краткий обзор развития электронной автоматики.

**Тема 10. Основы радиотехники (13 ч.).**

**Теория:** Строение вещества. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Электрический ток. Сила тока. Электрическое напряжение. Безопасность труда при проведении измерений в электрических цепях;

Последовательная электрическая цепь. Электрическое сопротивление. Условные графические обозначения резисторов. Резисторы: основные типы, их характеристики и применение;

Закон Ома для участка цепи. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи;

Магнитное поле. Электромагнит. Электромагнитная индукция;

Индуктивность. Катушка индуктивности. Условные графические обозначения катушки индуктивности. Индуктивное сопротивление.

Электрическая емкость. Условные графические обозначения. Емкостное сопротивление. Последовательное и параллельное соединение емкостей;

Конденсаторы: основные типы, их характеристики и применение;

Активное и реактивное сопротивление в цепи переменного тока.

**Практика:** Закон Ома для участка цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Монтаж и демонтаж на печатной плате. Работа с паяльником, паяльной станцией, расходными материалами.

**Тема 11. Установка и пайка радиоэлементов (2 ч.).**

**Практика:** Установка и пайка радиоэлементов.

**Тема 12. Основы автоматизации. Вводное занятие (1 ч.).**

**Теория:** Техника безопасности в учебной мастерской, ознакомление с составом набора конструктора Lego Mindstorms EV3 и отдельными мехатронными элементами. Установка программного обеспечения для работы с контроллером, программирование. Электроника. Детали.

**Тема 13. Основы управления робототехнической системой. Конструирование простейших моделей. (5 ч.).**

**Теория:** Манипуляторы, машины и механизмы. Принципы работы сенсоров и их программирование.

**Практика:** Создание простейших манипуляторов, машин и механизмов. Конструирование робототехнической системы с 1-2 датчиками.

**Тема 14. Кейсы «Поиск предмета», (2 ч.).**

**Теория:** Алгоритмы работы, программы поиска и перемещения предметов.

**Практика:** Конструирование тележки для передвижения, поиска и перемещения предметов в заданном радиусе. Создание алгоритмов работы. Совершенствование методики поиска предметов.

**Тема 15. Кейс «Поиск выхода из лабиринта» (2 ч.).**

**Теория:** Алгоритмы поиска выхода из лабиринта. Принципы работы ультразвуковых датчиков. Реализация алгоритма.

**Практика:** Конструирование гусеничного робота для точной навигации и передвижения в ограниченном пространстве. Поиск вариантов оптимизации проекта.

**Тема 16. Кейс «Простейшие регуляторы» (2 ч.).**

*Теория:* Пропорциональные и релейные регуляторы, сферы их применение. Датчики освещённости и цвета.

*Практика:* Изучение принципов работы пропорциональных и релейного регуляторов. Изучение работы датчиков освещённости и цвета.

**Тема 17. Базовые регуляторы и алгоритмы (2 ч.).**

*Теория:* Объединение нескольких простых алгоритмов в одной программе управления. Реализация сложной роботехнической системы, способной выполнять несколько действий параллельно или последовательно.

*Практика:* Создание робототехнической системы и её программирание.

**Тема 18. Промежуточная аттестация (2 ч.).**

*Теория:* Тренинг по защите проектов.

*Практика:* Предзащита концепций собственных проектов.

**Тема 19. Инженерный дизайн. Вводное занятие (1 ч.).**

*Теория:* Понятие инженерный дизайн. Этапы развития инженерного дизайна. Понятие ЕСКД. Требования к чертежам. Обзор CAD систем, предназначенных для инженерного дизайна. Виды чертежей и их назначение.

**Тема 20. Машиностроительное черчение (5 ч.).**

*Теория:* Простейшие элементы плоского чертежа - отрезок, окружность, эллипс, прямоугольник. Порядок их построения и геометрические параметры. Виды и их назначение. Основные, местные и дополнительные виды и их применение. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии. Типы линий для обозначения элементов чертежа. Нанесение аннотаций. Команды группы «Редактирование» и их применение для создания сложных чертежей.

*Практика:* Изучение интерфейса САПР Autodesk AutoCAD. Построение простейших элементов плоского чертежа – отрезок, окружность, эллипс, прямоугольник. Выполнение заданий на отработку полученных навыков. Ознакомление с принципами формирования и расположения чертежей на листе. Настройка аннотаций (размерные и текстовые стили). Нанесение аннотаций на чертежи, построенные ранее. Построение трех видов детали. Изучение команд группы «Редактирование». Задание «Плоский контур».

**Тема 21. Трехмерное моделирование (2 ч.).**

*Теория:* Понятие о трехмерном моделировании. Интерфейс 3D-моделирования. Основные принципы построения объемной модели и её визуализации. Построение фигур при помощи «Выдавливания» и графических примитивов (ящик, конус, цилиндр, клин).

*Практика:* Изучение интерфейса 3D-моделирования. Построение 3D-примитивов (ящик, конус, цилиндр, клин) и фигур. Изучение визуализации. Настройка визуального стиля и присвоение построенным примитивам цвета и/или материала.

**Тема 22. Рейнжиниринг (3 ч.).**

*Теория:* Использование команд группы «Редактирование тела». Создание сложных, многокомпонентных чертежей путем их анализа и разбиения на примитивы. Понятие «Рейнжиниринг». Анализ существующего объекта и создание его 3D-двойника. Анализ существующего объекта и создание его 3D-двойника.

*Практика:* Команды группы «Редактирование тела». Построение сложных 3D-моделей, содержащих множество элементов. Задание «Суппорт».

**Тема 23. Работа над собственными проектами (5 ч.).**

*Практика:* Создание модели собственных макетов в графическом редакторе.

**Тема 24. Технический расчет инженерных проектов. Вводное занятие. (2 ч.).**

*Теория:* Понятие инженерных расчетов. Инженерные расчеты систем. Калькуляторы и программы для проведения инженерных расчетов. Нахождение информации в справочных материалах.

**Тема 25. Кейс «Технические расчеты инженерной системы» (6 ч.).**

*Теория:* Технические расчеты систем (расчеты для основных систем проектов: пневматики, кинематики, гидравлики, электроники, механизмов и т.д.).

*Практика:* Работа с кейсом. Нахождение количественных значений параметров инженерного проекта.

**Тема 26. Работа над собственными проектами (8 ч.).**

*Практика:* Проведение необходимых расчетов для собственных проектов.

**Тема 27. Экономика инженерных проектов. Введение в экономику инженерных проектов (1 ч.).**

*Теория:* Понятие экономики проекта. Проектная деятельность. Экономическое обоснование инженерного проекта.

**Тема 28. Жизненный цикл инженерного проекта (2 ч.).**

*Теория:* Классификация проектов. Основные составляющие проекта. Участники проекта. Внутренние и внешние факторы, влияющие на инженерный проект.

*Практика:* Определение/расчет жизненного цикла собственных инженерных проектов.

**Тема 29. Финансовые показатели инженерного проекта (2 ч.).***Теория:* Основные фонды. Рентабельность. Страхование и налогообложение. Расчет цены.*Практика:* Расчет финансовых показателей собственных инженерных проектов.**Тема 30. Управление инженерным проектом (2 ч.).***Теория:* Способы управления. Основное содержание процессов управления проектом. Управление рисками. Управление ресурсами. Управление персоналом.*Практика:* Управление инженерным проектом.**Тема 31. Разработка инженерных проектов (2 ч.).***Теория:* Признаки инженерных проектов. Характеристики инженерного проекта. Принципы разработки инженерного проекта.*Практика:* Разработка инженерных проектов.**Тема 32. Экономическая эффективность инженерных проектов (4 ч.).***Теория:* Расчет окупаемости. Расчет затрат.*Практика:* Определение экономической эффективности собственных инженерных проектов.**Тема 33. Основные разделы бизнес-плана по разработке инженерного проекта (3 ч.).***Теория:* Разработка идеи. Организационная структура. Маркетинг. Организационно-правовая форма. Финансы.*Практика:* Разработка основных разделов бизнес-плана собственных инженерных проектов.**Тема 34. Проектная деятельность. Основы конструирования (10 ч.).***Теория:* Основы конструирования. Понятия функциональной модели, макета, прототипа.*Практика:* Работа над собственными проектами. Сборка макетов.**Тема 35. Подготовка и оформление проектной документации (2 ч.).***Теория:* Правила оформления проектной документации.*Практика:* Составление проектной документации.**Тема 36. Оформление презентаций (2 ч.).***Теория:* Правила оформления презентаций. Тренинг по защите проектов. Основные правила выступлений.*Практика:* Подготовка презентаций.**Тема 37. Промежуточная аттестация (2 ч.).***Теория:* Подведение итогов защите концепций проектов.*Практика:* Прохождение промежуточного тестирования и защита концепций проектов.

По завершении первого года обучения обучающимся должен быть представлен дизайн – проект собственной идеи, содержащий необходимые чертежи и расчеты. Проект может быть заявлен на участие в проектных и научно-технических конкурсах, выставках научно-технического творчества молодежи.

**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК****1 год обучения (112 часов).**

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.	Октябрь	6	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Развитие техники и технологий. Вводное занятие	212	-
2.	Октябрь	8	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Первобытное общество	212	-
3.	Октябрь	13	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Древний мир	212	-
4.	Октябрь	15	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Средние века	212	-
5.	Октябрь	20	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Раннее Новое время (или позднее Средневековье)	212	
6.	Октябрь	22	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Новое время	212	-
7.	Октябрь	27	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Новейшая история	212	-
8.	Октябрь	29	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Интеллектуальная собственность	212	-
9.	Ноябрь	3	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35	Теория, практика	4	Радиоэлектроника. Вводное занятие. Основы радиотехники	220	-

			18.45-19.30				
10.	Ноябрь	10	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Основы радиотехники	220 -
11.	Ноябрь	17	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Основы радиотехники	220 -
12.	Ноябрь	24	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Основы радиотехники. Установка и пайка радиоэлементов	220 -
13.	Декабрь	1	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Основы автоматизации. Вводное занятие. Основы управления робототехнической системой. Конструирование простейших моделей.	307 -
14.	Декабрь	8	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Основы управления робототехнической системой. Конструирование простейших моделей. Кейс «Поиск предмета»	307, 212 -
15.	Декабрь	15	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Кейс «Поиск выхода из лабиринта», Кейс «Простейшие регуляторы»	212 -
16.	Декабрь	22	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Базовые регуляторы и алгоритмы	307 -
17.	Декабрь	29	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Промежуточная аттестация	212 Предзащита концепции проектов
18.	Февраль	2	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Инженерный дизайн. Вводное занятие. Машиностроительное черчение	212 -
19.	Февраль	9	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Машиностроительное черчение. Трехмерное моделирование	212 -
20.	Февраль	16	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Рейнжиниринг. Работа над собственными проектами	212 -
21.	Февраль	23	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	212 -
22.	Март	2	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Технический расчет инженерных проектов. Вводное занятие. Кейс «Технические расчеты инженерной системы»	212 -
23.	Март	9	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	4	Кейс «Технические расчеты инженерной	212 -

			17.50-18.35 18.45-19.30			системы»		
24.	Март	16	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	212	-
25.	Март	23	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	212	-
26.	Апрель	6	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Экономика инженерных проектов. Введение в экономику инженерных проектов. Жизненный цикл инженерного проекта. Финансовые показатели инженерного проекта	125	-
27.	Апрель	13	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Финансовые показатели инженерного проекта. Управление инженерным проектом. Разработка инженерных проектов	125	-
28.	Апрель	20	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Разработка инженерных проектов. Экономическая эффективность инженерных проектов	125	-
29.	Апрель	27	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Экономическая эффективность инженерных проектов. Основные разделы бизнес-плана по разработке инженерного проекта	125	-
30.	Май	4	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Проектная деятельность. Основы конструирования	212	-
31.	Май	11	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Проектная деятельность. Основы конструирования	212	-
32.	Май	18	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Проектная деятельность. Основы конструирования. Подготовка и оформление проектной документации	212	-
33.	Май	25	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Оформление презентации	212	-
34.	Май	31	16.00-16.45	Теория,	2	Промежуточная	212	Тестирование

			16.55-17.40	практика		аттестация		и защита концепций проектов
--	--	--	-------------	----------	--	------------	--	-----------------------------

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**2 год обучения (112 часов).**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов				Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	Самостоятельная подготовка	
1.	<b>Основы технологии производства.</b> Теория производства	4	4	-	-	-
2.	Методы производства продукта	4	1	3	-	-
3.	Работа над собственными проектами	4	-	4	-	-
4.	Контроль качества материалов. Характеристики материалов	2	2	-	-	-
5.	Контроль механических характеристик	6	3	3	-	-
6.	Работа над собственными проектами	4	-	4	-	-
7.	Станочное производство	12	4	8	-	-
8.	Работа над собственными проектами	4	-	4	-	-
9.	Проектная деятельность. Подача документов на внешний конкурс	6	2	4	-	Подача заявок на конкурс
10.	Промежуточная аттестация	2	1	1	-	Предзащита проектов
11.	<b>Производство инженерных систем.</b> Теория машин и механизмов	6	2	4	-	-
12.	Работа над собственными проектами	10	-	10	-	-
13.	<b>Аппаратная платформа и программное обеспечение систем управления</b>	2	2	-	-	-
14.	Кейс: робот «Малыш»	6	2	4	-	-
15.	Кейс: робот «Манипулятор	8	4	4	-	-
16.	Работа над собственными проектами	16	-	16	-	-
17.	Проектная деятельность	14	4	10	-	-
18.	Итоговая аттестация	2	1	1	-	Тестирование и защита проектов
	<b>Итого</b>	<b>112</b>				

# **СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

## **2 год обучения (112 часов, 4 часа в неделю).**

**Тема 1. Основы технологии производства. Теория производства (4 ч.).**

*Теория:* Типы и способы производства.

**Тема 2. Методы производства продукта (4 ч.).**

*Теория:* 3D печать (аддитивные технологии), лазерная резка и гравировка, резание при помощи автоматизированных токарных и фрезерных станков.

*Практика:* Кейс «определение наиболее эффективного способа производства заданной детали».

**Тема 3. Работа над собственными проектами. (4 ч.).**

*Практика:* Определение способов производства элементов собственных прототипов.

**Тема 4. Контроль качества материалов. Характеристики материалов (2 ч.).**

*Теория:* Понятия твёрдости, вязкости, упругости, пластичности и т.д.

**Тема 5. Контроль механических характеристик (8 ч.).**

*Теория:* Контроль качества материалов на производстве. Лабораторная диагностика качества материалов.

*Практика:* Испытания материалов в лаборатории (определение состава материала при помощи спектрометра, определение твердости методами Бринелля и Роквелла, проведение испытаний на кручение).

**Тема 6. Работа над собственными проектами (4 ч.).**

*Практика:* Определение материалов, которые по характеристикам подходят для изготовления собственных прототипов. Проведение испытаний над выбранными материалами.

**Тема 7. Станочное производство (12 ч.).**

*Теория:* Станки ЧПУ (3D принтер, лазерный станок, токарный и фрезерный станок). Управление устройствами автоматизированного производства.

*Практика:* Написание управляющей программы для станков ЧПУ. Изготовление деталей.

**Тема 8. Работа над собственными проектами (4 ч.).**

*Практика:* Изготовление элементов собственных прототипов на станках.

**Тема 9. Проектная деятельность. Подача документов на внешний конкурс (6 ч.).**

*Теория:* Конкурсы НТГМ. Выбор конкурса для участия. Ознакомление с требованиями к конкурсу.

*Практика:* Доработка проектов в соответствии с требованиями. Составление конкурсных заявок. Подача документов для участия в конкурсе.

**Тема 10. Промежуточная аттестация (2 ч.).**

*Теория:* Консультация с педагогами по проекту.

*Практика:* Предзащита собственных проектов.

**Тема 11. Производство инженерных систем. Теория машин и механизмов (6 ч.).**

*Теория:* Основы конструирования и проектирования. Виды механических передач. Виды соединений. Передаточное число. Виды передаточных механизмов.

*Практика:* Работа с передаточными механизмами, расчет передаточного числа.

**Тема 12. Работа над собственными проектами (10 ч.).**

*Практика:* Создание конструкций собственных прототипов.

**Тема 13. Аппаратная платформа и программное обеспечение систем управления (2 ч.).**

*Теория:* Техника безопасности в учебной лаборатории; Среда разработки программ для микроконтроллеров. Основы языка Си++ для Arduino. Последовательный интерфейс обмена данными. Связь микроконтроллера с компьютером.

**Тема 14. Кейс: робот «Малыш» (6 ч.)**

*Теория:* Знакомство с микроконтроллером. Запуск и знакомство с Arduino IDE. Управление светодиодом. Знакомство с ШИМ-сигналом. Определение расстояния до препятствий. Подключение всех датчиков и оборудования.

*Практика:* Создание мобильного робота, способного ездить по прямой, а также останавливающегося перед препятствиями. Создание системы автоматического объезда препятствий. Обучение робота двигаться по линии трека. Управление движениями робота с помощью пульта дистанционного управления.

**Тема 15. Кейс: робот «Манипулятор» (8 ч.)**

*Теория:* Знакомство с библиотеками. Знакомство с Trema Shield, Tremo Power Shield, сервогриводом, потенциометром, датчиком расстояния HC-SR04, источниками питания батарейным и аккумуляторным отсеками.

*Практика:* Сборка корпуса робота. Программирование робота. Калибровка работы.

**Тема 16. Работа над собственными проектами (16 ч.).**

*Практика:* Сборка электронных схем прототипов, программирование на выполнение задуманных функций. Проверка работоспособности системы.

**Тема 17. Проектная деятельность (14 ч.).**

*Теория:* Консультации с педагогами для доработки проектов (прототипов, сопроводительной документации).

*Практика:* Финальная сборка прототипов и проверка их работоспособности. Доработка проектов, оформление сопроводительной документации и презентаций.

**Тема 18. Итоговая аттестация (2 ч.).**

*Теория:* Просмотр итоговых проектов, подведение результатов защит проектов.

*Практика:* Прохождение итогового тестирования и защита проектов.

По завершении второго года обучения обучающимся должен быть представлен прототип готового продукта.

Проект может быть заявлен на участие в проектных и научно-технических конкурсах, выставках научно-технического творчества молодежи.

**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**  
**2 год обучения (112 часов).**

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.	Октябрь	8	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория	4	Основы технологии производства. Теория производства	212	-
2.	Октябрь	15	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Методы производства продукта	212	-
3.	Октябрь	22	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	212	-
4.	Октябрь	29	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Контроль качества материалов. Характеристики материалов. Контроль механических характеристик	109	-
5.	Ноябрь	5	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Контроль механических характеристик	109	-
6.	Ноябрь	12	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	109	-
7.	Ноябрь	19	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Станочное производство	014	-
8.	Ноябрь	26	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Станочное производство	014	-
9.	Декабрь	3	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Станочное производство	214	-
10.	Декабрь	10	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	014, 214	-
11.	Декабрь	17	16.00-16.45	Теория,	4	Проектная	212	-

			16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	практика		<b>деятельность.</b> Подача документов на внешний конкурс		
12.	Декабрь	24	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Проектная деятельность. Подача документов на внешний конкурс	212	Подача заявок на конкурс
13.	Декабрь	30	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	<b>Промежуточная аттестация</b>	212	Предзащита проектов
14.	Февраль	4	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	<b>Производство инженерных систем.</b> Теория машин и механизмов	212	-
15.	Февраль	11	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Производство инженерных систем. Теория машин и механизмов. Работа над собственными проектами	212	-
16.	Февраль	18	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	212	-
17.	Февраль	25	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	212	-
18.	Март	4	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Аппаратная платформа и программное обеспечение систем управления. Кейс: робот «Малыш»	307, 212	-
19.	Март	11	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Кейс: робот «Малыш»	307, 212	-
20.	Март	18	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Кейс: робот «Манипулятор	307, 212	-
21.	Март	25	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Кейс: робот «Манипулятор	307, 212	-
22.	Апрель	8	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	307, 212	-
23.	Апрель	15	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	307, 212	-
24.	Апрель	22	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Работа над собственными проектами	307, 212	-
25.	Апрель	29	16.00-16.45	Практика	4	Работа над	307, 212	-

			16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30			собственными проектами		
26.	Май	6	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Проектная деятельность	212	-
27.	Май	13	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	4	Проектная деятельность	212	-
28.	Май	20	16.00-16.45 16.55-17.40 17.50-18.35 18.45-19.30	Практика	4	Проектная деятельность	212	-
29.	Май	27	16.00-16.45 16.55-17.40	Теория, практика	2	Проектная деятельность	212	-
30.	Май	31	17.50-18.35 18.45-19.30	Теория, практика	2	Итоговая аттестация		Тестирова ние и защита проектов

### **Список литературы.**

#### Нормативные правовые акты:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599
3. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
4. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р.
5. Проект межведомственной программы развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2020 года.
6. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

#### Литература, педагогические издания и методические материалы для педагога:

1. Страуструп Б. Язык программирования C++: краткий курс/ Бъярне Страуструп; пер. с англ. и ред. И. В. Красикова. - 2-е изд. - Москва; Санкт-Петербург: Диалектика, 2019.
2. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем / Н.В. Максимов, И.И. Попов, Т.Л. Партика. — М.: Форум, Инфра-М, 2013.

3. Виргинский В. С., Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века: кн. для учителя/ В. С. Виргинский, В. Ф. Хотенков. - Москва: Просвещение, 1993.
4. Горохов В. Г. Технические науки: история и теория. История науки с философской точки зрения/ В. Г. Горохов. - М.: Логос, 2012.
5. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino/ Улли Соммер; [пер. с нем. Виктора Букирева]. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. – VIII.
6. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства/ Джереми Блум. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2018.
7. Соколова Т. Ю. AUTOCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование: учеб. курс/ Т. Ю. Соколова. - Москва: ДМК Пресс, 2016.
8. Белькинд Л. Д. История техники: учеб. для вузов/ Л. Д. Белькинд, И. Я. Конфедератов, Я. А. Шнейберг. - Москва; Ленинград: Госэнергоиздат, 1956.
9. Стэнлейк Дж.Ф. Экономика для начинающих: [Пер. с англ.]/ Дж. Ф. Стэнлейк. - Москва: Республика, 1994.
10. Мехатроника/ Т. Исии [и др.]; ред. В. В. Васильков; пер. с япон. С. Л. Масленникова. - М.: Мир, 1988.
11. Лукинов А.П., Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие/ А. П. Лукинов. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012.
12. Мак-Комб Г. Радиоэлектроника для "чайников"/ Г. Мак-Комб, Э. Бойсен; [пер. с англ. и ред. М. В. Бойко]. - М.; СПб.; Киев: Диалектика: Вильямс, 2008.
13. Филиппов С. А., Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление [Электронный ресурс]: [учеб. пособие]/ С. А. Филиппов; [сост. А. Я. Щелкунова]. - 2-е изд., испр. и доп. (эл.). - Москва: Лаб. знаний, 2018.
14. Комарова Л. Г. Строим из Lego. Моделирование логических отношений и объектов реального мира средствами конструктора Lego/ Л. Г. Комарова. - М.: Линка-пресс, 2001.
15. Механика миниатюрных роботов/ В. Г. Градецкий [и др.]; [РАН, Ин-т проблем механики им. А. Ю. Ишлинского]. - М.: Наука, 2010.
16. Филаретов В. Ф., Управление манипуляторами при выполнении различных технологических операций/ В. Ф. Филаретов, А. В. Зуев, А. С. Губанков. - Москва: Наука, 2018.
17. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства. [Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство]/ Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер; пер. с англ. И. В. Шишковского. - Москва: Техносфера, 2016.
18. Аверьянов О.И. Технология фрезерования изделий машиностроения: учеб. пособие для сред. проф. образования/О.И. Аверьянов, В. В. Клепиков. - М.: Форум, 2012.

Тематические веб-ресурсы:

1. Программирование Arduino. — Режим доступа:  
<http://arduino.ru/Reference>
2. Основы программирования на языках С и С++ для начинающих. — Режим доступа: <http://cppstudio.com/>
3. Работа с Autodesk AutoCad — Режим доступа:  
<https://www.autodesk.com/>
4. Основы радиоэлектроники. — Режим доступа: <https://go-radio.ru/>

Литература, педагогические издания и методические материалы для учащихся

1. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства/ Джереми Блум. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2018.
2. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino/ Улли Соммер; [пер. с нем. Виктора Букирева]. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. – VIII.
3. Соколова Т. Ю. AUTOCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование: учеб. курс/ Т. Ю. Соколова. - Москва: ДМК Пресс, 2016.
4. Белькинд Л. Д. История техники: учеб. для вузов/ Л. Д. Белькинд, И. Я. Конфедератов, Я. А. Шнейберг. - Москва; Ленинград: Госэнергоиздат, 1956.
5. Стэнлейк Дж.Ф. Экономика для начинающих: [Пер.с англ.]/ Дж. Ф. Стэнлейк. - Москва: Республика, 1994.
6. Мехатроника/ Т. Иссии [и др.]; ред. В. В. Васильков; пер. с япон. С. Л. Масленникова. - М.: Мир, 1988.
7. Лукинов А. П., Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие/ А. П. Лукинов. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012.
8. Мак-Комб Г. Радиоэлектроника для "чайников"/ Г. Мак-Комб, Э. Бойсен; [пер. с англ. и ред. М. В. Бойко]. - М.; СПб.; Киев: Диалектика: Вильямс, 2008.
9. Филиппов С. А., Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление [Электронный ресурс]: [учеб. пособие]/ С. А. Филиппов; [сост. А. Я. Щелкунова]. - 2-е изд., испр. и доп. (эл.). - Москва: Лаб. знаний, 2018. - 1 on-line, 193 с.
10. Комарова Л. Г. Строим из Lego. Моделирование логических отношений и объектов реального мира средствами конструктора Lego/ Л. Г. Комарова. - М.: Линка-пресс, 2001.
11. Механика миниатюрных роботов/ В. Г. Градецкий [и др.]; [РАН, Ин-т проблем механики им. А. Ю. Ишлинского]. - М.: Наука, 2010.
12. Филаретов В. Ф. Управление манипуляторами при выполнении различных технологических операций/ В. Ф. Филаретов, А. В. Зуев, А. С. Губаев. - Москва: Наука, 2018.
13. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства. [Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство]/ Я.

Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер; пер. с англ. И. В. Шишковского. - Москва: Техносфера, 2016.

14. Аверьянов, О. И., Технология фрезерования изделий машиностроения: учеб. пособие для сред. проф. образования/ О. И. Аверьянов, В. В. Клепиков. - М.: Форум, 2012.

Тематические веб-ресурсы:

1. Программирование Arduino. — Режим доступа:  
<http://arduino.ru/Reference>

2. Основы программирования на языках С и С++ для начинающих. — Режим доступа: <http://cppstudio.com/>

3. Работа с Autodesk AutoCad — Режим доступа:  
<https://www.autodesk.com/>

4. Основы радиоэлектроники. — Режим доступа: <https://go-radio.ru/>

Ресурсы для повышения кругозора по направлению:

1. Сайт по радиоэлектронике и микроэлектронике — Режим доступа: <http://схем.net>

2. Сайт о робототехнике и микроэлектронике — микроэлектронике — Режим доступа: <http://www.robo-hunter.com>

3. Самоучитель по работе с Autocad — Режим доступа:  
<https://autocad-profi.ru/>

4. Теоретический и практический материал по работе с Arduino — Режим доступа: <http://arduino.ru/Reference>