



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
О СОЗДАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА
«СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КЛАСС»
КАК НАПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
КЛАССА В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЯХ
(10–11 класс)**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технологический университет
«СТАНКИН»



**Методические рекомендации
о создании и реализации проекта
«Станкоинструментальный класс»
как направления предпрофессионального класса
в общеобразовательных учреждениях
(10–11 класс)**

Москва
2025

УДК 373.545 (075)

ББК 74.212.0

М 54

К 95-летию ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

Под редакцией кандидата технических наук, доцента Бильчук М.В.

Рецензенты:

Пушкарёв С.А., кандидат технических наук, заместитель начальника КБ,
заместитель главного конструктора АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева»,
Москва

Пимушкин Я.И., кандидат технических наук, доцент кафедры измерительных
информационных систем и технологий ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», Москва

Авторы:

Бильчук М.В., Олехнович К.В., Никич А.Н.,
Клевцова Н.А., Бланк Р.М., Малыцева О.С., Бывшева А.С.

М 54 Методические рекомендации о создании и реализации проекта «Станкоинструментальный класс» как направления предпрофессионального класса в общеобразовательных учреждениях (10–11 класс) / Под ред. Бильчук М.В. – М.: ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025. – 112 с.: ил.

ISBN 978-5-7028-0830-7

Издание содержит методические рекомендации о создании и реализации проекта «Станкоинструментальный класс» как направления предпрофессионального класса в общеобразовательных учреждениях (10–11 класс), включает введение, примерный учебный план, возможности элективной нагрузки, технические условия и требования к безопасности реализации образовательного процесса, описание проектной деятельности и мероприятий, направленных на профориентацию учащихся, а также тематические модули в рамках дополнительного образования учащихся.

Методические рекомендации о создании и реализации проекта «Станкоинструментальный класс» как направления предпрофессионального класса в общеобразовательных учреждениях (10–11 класс) подготовлены в рамках Программы развития ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» «Приоритет-2030».

УДК 373.545 (075)

ББК 74.212.0

ISBN 978-5-7028-0830-7

© ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Раздел I. Образовательный процесс и примерный учебный план.....	6
Раздел II. Элективные курсы как возможность углубленной подготовки учащихся	9
Раздел III. Технические условия и требования к безопасности при проведении занятий	12
Раздел IV. Проектная деятельность учащихся	14
Раздел V. Форматы профориентационных и просветительских мероприятий	18
Раздел VI. Форматы и тематические модули для дополнительного образования учащихся	26
<i>Приложение № 1. Рабочая программа учебного курса «Современные производства: от заготовки к детали» 10–11 классы.....</i>	<i>28</i>
<i>Приложение № 2. Инструкции по охране труда для учащихся при проведении занятий в станкоинструментальном классе</i>	<i>35</i>
<i>Приложение № 3. Дополнительные общеобразовательные общеразвивающие программы</i>	<i>58</i>
Список использованных источников	111

ВВЕДЕНИЕ

Развитие инженерного образования и подготовка высококвалифицированных специалистов в сфере машиностроения и станкостроения являются стратегически важными задачами в условиях технологического суверенитета и перехода к высокотехнологичной экономике. В этом контексте особую актуальность приобретает направление «Станкоинструментальный класс», обеспечивающее формирование предпрофессиональных компетенций у обучающихся старших классов.

Ключевой задачей методических материалов является создание условий для формирования индивидуальной образовательной траектории школьников, ориентированной на поступление в технические вузы и дальнейшую профессионализацию. Это соответствует концепции «школа – вуз – предприятие», обеспечивающей преемственность на всех этапах подготовки будущего инженера.

В процессе реализации проекта «Станкоинструментальный класс» учащиеся знакомятся с методами и средствами инженерного конструирования, базовыми приёмами работы с металлообрабатывающим и лазерным оборудованием, принципами цифрового производства, технологиями планирования производственных процессов, а также с особенностями современного рынка инженерных специальностей. Практическая составляющая курса позволяет учащимся не только закрепить полученные теоретические знания, но и сформировать устойчивые прикладные умения, связанные с эксплуатацией станков с числовым программным управлением, разработкой управляющих программ, выполнением технологических операций, обеспечивающих полный жизненный цикл изделия от заготовки до готовой детали.

Реализация проекта в рамках школьного образования оказывает комплексное воздействие, обеспечивая сразу несколько взаимосвязанных эффектов. Образовательный эффект проявляется в формировании у школьников целостного представления о современной инженерной отрасли, понимания ключевых технологических процессов и их места в структуре промышленного производ-

ства. На этом основании развиваются когнитивные, исследовательские и проектные умения, которые становятся базой для дальнейшего освоения профессиональных инженерных компетенций.

Профориентационная значимость проекта заключается в повышении мотивации обучающихся к выбору технических и инженерных направлений в системе высшего образования. Знакомство с реальными практиками машиностроения и станкоинструментальной отрасли, а также взаимодействие с вузами и промышленными партнёрами позволяет учащимся сделать осознанный профессиональный выбор.

Социальное воздействие проекта выражается в формировании ответственной и ориентированной на созидательную деятельность личности, обладающей технологическим мышлением, способной к конструктивному взаимодействию, саморазвитию и принятию решений в условиях цифровой промышленной среды. В условиях стремительно меняющегося технологического прогресса курс способствует подготовке обучающихся к жизни и профессиональной реализации в высокотехнологичном будущем.

Проект также позволяет реализовать значимые метапредметные и личностные результаты, в том числе: умения стратегического планирования, анализа и синтеза информации, адаптации к новым технологическим условиям, а также развитие критического мышления.

Методические рекомендации укладываются в рамки современных подходов к предпрофессиональному образованию, обеспечивая качественную реализацию курса и внося вклад в развитие единой образовательной экосистемы инженерной направленности.

РАЗДЕЛ I. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС И ПРИМЕРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Основываясь на стандарте проекта предпрофессионального образования «Инженерный класс в московской школе» в государственных образовательных организациях, подведомственных Департаменту образования и науки города Москвы (приказ от 02.09.2025 г. № 01-12-873/24) рекомендуется использовать следующий Образовательный маршрут обучающегося в рамках проекта предпрофессионального образования «Инженерный класс в московской школе» (инженерно-техническое направление, направление «Станкоинструментальный класс») для реализации в 10-х и 11-х классах.

Проект учебного плана (форма промежуточной аттестации – на основании локального нормативного акта школы)

Методические рекомендации о создании и реализации проекта «Станкоинструментальный класс»	Учебный предмет	Уровень	Количество часов в неделю		Форма промежуточной аттестации
			10 класс	11 класс	
Обязательная часть					
Русский язык и литература	Русский язык	Б	2	2	
	Литература	Б	3	3	
Иностранные языки	Иностранный язык	Б	2	2	
Математика и информатика	Математика	У	8	8	
	Информатика	У	3	3	
Естественнонаучные предметы	Физика	У	4	4	
	Химия	Б	1	1	
	Биология	Б	1	1	

Методические рекомендации о создании и реализации проекта «Станкоинструментальный класс»	Учебный предмет	Уровень	Количество часов в неделю		Форма промежуточной аттестации
			10 класс	11 класс	
Общественно-научные предметы	История	Б	2	2	
	Обществознание	Б	2	2	
	География	Б	1	1	
Основы безопасности и защиты Родины	Основы безопасности и защиты Родины	Б	1	1	
Физическая культура	Физическая культура	Б	1	1	
	Индивидуальный проект	–	1		
Итого в обязательной части учебного плана:		–	32	31	
Часть, формируемая участниками образовательных отношений					
Технологии современного производства (Современные производства: от заготовки к детали)		–	2	2	
учебный курс по выбору образовательной организации		–	–	1	
Итого в части, формируемой участниками образовательных отношений:		–	2	3	
Итого часов в неделю (включая обязательную часть и формируемую часть учебного плана):		–	34	34	

Обязательные мероприятия внеурочной деятельности, отражающие предпрофессиональную подготовку

Мероприятие	10–й класс (часов в год)	11–й класс (часов в год)
Мероприятия, проводимые на базе школы		
Робототехника	34	–
Схемотехника и микроэлектроника	34	–
Проектная и исследовательская деятельность	17	–

Мероприятие	10–й класс (часов в год)	11–й класс (часов в год)
Мероприятия, проводимые на базе университета		
Предпрофессиональные каникулы («Инженерные каникулы»)	16	–
Проектная и исследовательская деятельность	36	–
Предпрофессиональный практикум (подготовка к предпрофессиональному экзамену)	–	14
Мероприятия, проводимые на базе организаций, предприятий		
Моя профессия – инженер (экскурсионные мероприятия на предприятия и организации)	6	4

Профессиональное обучение в колледже (обязательное получение профессии)

Программа профессиональной подготовки по профессии рабочего, должности служащего	Всего часов	Форма аттестации
Чертежник-конструктор	48	Квалификационный экзамен

В рамках обучения обеспечивается реализация основной образовательной программы среднего общего образования с учетом количества часов, предусмотренных для углубленного изучения учебных предметов, учебных курсов и курсов внеурочной деятельности, программы профессиональной подготовки по профессии рабочего, должности служащего (далее – образовательный маршрут).

Обучающийся в рамках Проекта изучает учебные предметы «Математика», «Физика», «Информатика» на углубленном уровне, осваивает программы учебных курсов в соответствии с реализуемым направлением, программу внеурочной деятельности, программу профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих «Чертежник-конструктор».

Срок освоения обучающимися образовательного маршрута в рамках обучения – 2 учебных года. Обучение осуществляется в очной форме.

РАЗДЕЛ II. ЭЛЕКТИВНЫЕ КУРСЫ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ УГЛУБЛЕННОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ

Современная система образования ориентирована на индивидуализацию учебного процесса и развитие профессионального самоопределения обучающихся. В этой связи элективная нагрузка выступает как важнейший инструмент построения вариативных образовательных маршрутов, направленных на углублённое освоение предметных областей, расширение практико-ориентированного обучения и формирование устойчивого интереса к конкретной сфере профессиональной деятельности. В рамках профильно-ориентированного обучения элективные курсы позволяют интегрировать теоретическую и прикладную подготовку, обеспечивая непрерывность образовательного процесса и его соответствие требованиям современной индустрии.

В рамках проекта «Станкоинструментальный класс» реализуется курс, ориентированный на подготовку инженерно-технических кадров. В этом формате элективная нагрузка становится неотъемлемым элементом системы ранней профориентации и профессионального развития учащихся старших классов.

Учебный курс «Современные производства: от заготовки к детали» представляет собой комплексную программу углубленной подготовки учащихся в области современных производственных технологий и автоматизированных систем, рассчитан на обучающихся 10–11-х классов и является междисциплинарной программой, интегрирующей знания из области технологии, физики, информатики, инженерного проектирования и автоматизации производственных процессов. Общий объём курса составляет 64 академических часа и включает четыре модуля:

1. «Технологии производства в современном мире» – знакомит обучающихся с концепцией Индустрии 4.0, цифровыми и аддитивными технологиями, принципами киберфизических систем и умных фабрик.

2. «Аддитивные технологии в современном производстве» – формирует у учащихся теоретические знания и практические навыки в области технологий послойного создания изделий, освоение работы с 3D-принтерами и понимание перспектив применения аддитивного производства в различных отраслях.
3. «Автоматизированная подготовка производства для станков токарной группы» – направлена на овладение теоретическими и практическими аспектами работы на токарных станках, включая программирование и наладку оборудования.
4. «Лазерные технологии в машиностроении» – посвящена освоению принципов лазерной обработки материалов, практической работе с лазерными установками, разработке управляющих программ и соблюдению регламентов безопасности.
5. «Проектирование роботизированных обрабатывающих комплексов» – завершающий этап, направленный на интеграцию полученных знаний и навыков в проектной деятельности, моделировании и оптимизации производственных процессов.

При прохождении курса учащиеся получают следующие практические навыки:

- Владение технологиями проектирования и создания технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами;
- Освоение принципов функционирования и практического применения лазерных технологий;
- Приобретение навыков подготовки моделей в CAD-системах для 3D-печати;
- Освоение навыков работы и процессов печати на 3D принтере;
- Формирование компетенций в области управления станками токарной группы;
- Приобретение навыков управления станками фрезерной группы;
- Разработка управляющих программ для токарных станков с ЧПУ;
- Овладение техникой замены и настройки инструмента на станках с ЧПУ.

Элективный курс позволяет учащимся изучить основы проектирования единой системы, объединяющей станки с ЧПУ, промышленных роботов, транспортные и складские системы, средства контроля и управления, аддитивные технологии, что позволяет достичь максимальной эффективности производственного процесса. Программа реализуется с использованием современного оборудования: токарных станков с ЧПУ, лазерных установок, систем 3D-моделирования и специализированных инструментов. Практико-ориентированный подход, лежащий в основе курса, позволяет учащимся не только овладеть современными производственными технологиями, но и приобрести первичные профес-

сиональные навыки, востребованные в машиностроительной и станкоинструментальной отраслях. Полная рабочая программа учебного курса представлена в Приложении № 1 к методическим рекомендациям.

В элективном курсе особое внимание уделяется применению знаний, полученных в рамках следующих предметов:

- Физика – используется как основа для понимания принципов функционирования лазерного оборудования, особенностей обработки материалов и энергофизических процессов.
- Математика – необходима для выполнения расчетов режимов обработки, программирования ЧПУ, моделирования траекторий движения инструмента.
- Информатика – обеспечивает базу для освоения цифровых инструментов проектирования, разработки управляющих программ, работы в CAD-системах и взаимодействия с системами автоматизированного управления.

Таким образом, элективный курс способствует межпредметной интеграции и закреплению фундаментальных школьных знаний через их практическое применение, что помогает формированию компетенций и усиливает мотивацию обучающихся.

Учебный курс, основанный на практике инженерной и производственной деятельности, обладает значительным потенциалом масштабирования и дальнейшего развития. Это будет осуществляться в тесной связи с актуальными потребностями промышленного сектора и в соответствии с задачами подготовки высококвалифицированных специалистов, способных адаптироваться к условиям технологических изменений и цифровой трансформации производственной среды.

РАЗДЕЛ III. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ

Занятия в станкоинструментальном классе связаны с работой на сложном оборудовании (токарных, фрезерных станках и др.), использованием режущего и измерительного инструмента, а также с риском получения травм. Поэтому строгое соблюдение техники безопасности (ТБ) является ключевым условием эффективного и безопасного обучения.

Соблюдение техники безопасности необходимо для:

1. Предотвращения травматизма

- Оборудование (станки, инструменты) обладает высокой инерционностью, острыми кромками и движущимися частями.
- Нарушение правил может привести к порезам, защемлениям, ожогам, электротравмам и даже тяжелым увечьям.

2. Формирования профессиональных навыков

- Привычка работать по правилам закладывает основу для дальнейшей работы на производстве.
- Учащиеся, не освоившие ТБ, представляют опасность для себя и окружающих.

3. Сохранения оборудования

- Нарушение правил эксплуатации ведет к поломкам станков и инструмента.
- Например, неправильное закрепление заготовки или перегрузка станка может вызвать аварию.

4. Пожарной безопасности

- В мастерских используются горючие материалы (масла, стружка, СОЖ), а искры или перегрев могут стать причиной возгорания.

5. Соблюдения санитарно-гигиенических норм

- Работа без защитных очков, перчаток или респираторов может привести к попаданию стружки в глаза, отравлению парами смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) или кожным заболеваниям.

Основные правила техники безопасности в станкоинструментальном классе:

Перед работой:

- Проверить исправность станка и инструмента.
- Надеть спецодежду (защитные очки, плотную одежду без свисающих элементов), убрать волосы под головной убор.
- Убедиться, что заготовка надежно закреплена.

Во время работы:

- Не отвлекаться, не передавать предметы через работающий станок.
- Не тормозить вращающиеся части руками.
- Использовать только исправный инструмент.

После работы:

- Выключить оборудование, убрать рабочее место.
- Сдать инструмент и доложить преподавателю о завершении работы.

Соблюдение техники безопасности в станкоинструментальном классе – это не просто формальность, а необходимое условие для сохранения здоровья учащихся и обеспечения качественного обучения. Нарушение правил ТБ может привести к тяжелым последствиям, поэтому контроль со стороны преподавателя и самодисциплина учащихся обязательны. Примерные инструкции по охране труда для учащихся при проведении занятий в станкоинструментальном классе, в том числе при работе с токарными, фрезерными и лазерными станками, размещены в Приложении № 2.

РАЗДЕЛ IV. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ

Проектная деятельность представляет собой целенаправленную форму учебной активности, при которой учащиеся самостоятельно или в составе группы выполняют практикоориентированную или исследовательскую задачу, завершающуюся созданием конкретного продукта или получением обоснованных выводов. Эта деятельность организуется на основе межпредметного подхода, включает элементы планирования, поиска информации, анализа и презентации результатов, и направлена на развитие у школьников универсальных учебных навыков, инженерного и критического мышления, а также коммуникативных и организационных навыков. В условиях технологически ориентированной подготовки школьников она приобретает особую значимость как средство ранней профориентации и формирования предпрофессиональных навыков.

В рамках модели «Станкоинструментального класса» на базе взаимодействия общеобразовательных организаций с профильным университетом и промышленными партнёрами, проектная деятельность представлена двумя основными направлениями – прикладным и исследовательским. Оба формата направлены на развитие инженерного мышления, освоение основ научной и производственной работы, а также на формирование устойчивой мотивации к поступлению в профильные технические вузы.

Прикладное направление проектной деятельности

Цель и задачи

Прикладной трек ориентирован на формирование практических инженерных и организационно-управленческих навыков учащихся через участие в решении реальных производственных задач. Ключевой задачей является интеграция обучающихся в производственную среду с целью понимания логики функционирования предприятий отрасли, освоения инженерных подходов и выработки

навыков прикладного проектирования. Учащиеся не только осваивают технологии, но и учатся работать с задачами, приближенными к реальным кейсам.

Механика реализации

Реализация прикладного трека строится на основе многоступенчатого взаимодействия между школой, университетом и предприятиями станкоинструментальной и машиностроительной отраслей. Основной упор делается на интеграцию учащихся в профессиональную среду через выполнение практикоориентированных заданий.

Проектная деятельность реализуется в несколько этапов:

1. Презентация кейсов от предприятий

Представители промышленных партнёров совместно с преподавателями университета формулируют конкретные производственные задачи и кейсы. Эти кейсы озвучиваются школьным командам в формате открытых презентаций. На этом этапе учащиеся получают общее представление о контексте, в котором будет разворачиваться проект.

2. Формирование проектных команд

После определения тем и направлений задач учащиеся объединяются в проектные группы. Команды могут формироваться как на основе интересов, так и с учётом рекомендаций педагогов и специалистов университета.

3. Знакомство с предприятием

Участники команд посещают производственную площадку предприятия, получают первичную информацию о технологическом процессе, особенностях организации труда, технических ресурсах. Это позволяет учащимся глубже понять содержание задачи и контекст её решения.

4. Консультации и совместная работа

В течение выполнения проекта учащиеся регулярно взаимодействуют с наставниками – специалистами предприятий и преподавателями университета. Проводятся консультации, в рамках которых обсуждаются технические решения, уточняются детали и корректируются проектные шаги.

5. Проведение анализа

Проектные команды выполняют анализ исходных данных, выявляют ограничения, оценивают риски, проводят расчёты, используют методы инженерного проектирования. Итогом этапа становится выработка обоснованного проектного решения.

6. Разработка решения

На основе проведённого анализа учащиеся создают прикладной результат – прототип, схему, регламент, модель производственного процесса и т.д. Все разработки документируются и подготавливаются к публичной защите.

7. Презентация решения

Завершающим этапом является представление разработанного решения перед экспертной комиссией, включающей специалистов предприятий, преподавателей университета и представителей школы.

Механика реализации трека выстроена таким образом, чтобы каждый участник прошёл путь от идеи до реализуемого инженерного решения в тесной связи с реальными производственными задачами.

Исследовательское направление проектной деятельности

Цель и задачи

Исследовательский трек направлен на развитие у учащихся исследовательской культуры, аналитического мышления и навыков научной работы. В рамках данного направления школьники знакомятся с основами академической науки и участвуют в реальных исследовательских проектах под руководством преподавателей и учёных научных институтов и учреждений.

Основной задачей трека является раннее вовлечение школьников в исследовательскую деятельность через решение научных задач, формулируемых профильными институтами и университетскими кафедрами. Это позволяет учащимся не только познакомиться с научным методом, но и попробовать себя в роли начинающего исследователя.

Механика реализации

Реализация исследовательского трека включает в себя серию последовательных этапов, обеспечивающих постепенное погружение учащихся в научную среду:

1. Презентация задач от институтов

Представители научных организаций (включая институты Российской академии наук и исследовательские лаборатории университетов) формулируют и представляют учащимся исследовательские задачи. Эти задачи соответствуют актуальным направлениям научных исследований.

2. Формирование исследовательских групп

На основе интереса к тем или иным тематикам, а также базовой подготовки учащиеся объединяются в группы. Каждая команда получает научного куратора из числа преподавателей или научных сотрудников.

3. Знакомство с институтом и коллективом

Участники проектов посещают научные учреждения, знакомятся с исследовательской инфраструктурой, современным оборудованием и спецификой работы научных коллективов.

4. Консультации и совместная работа

В процессе работы над задачей команды регулярно консультируются с наставниками, участвуют в обсуждении научных гипотез, планировании экспериментов или построении аналитических моделей. Работа проходит в тесной кооперации с представителями академической науки.

5. Проведение анализа

Учащиеся осуществляют сбор данных, проводят эксперименты, обрабатывают результаты, делают промежуточные выводы. На данном этапе школьники активно осваивают методы научного исследования.

6. Формирование основных выводов

На основе проведённого анализа и экспериментов участники формулируют научные выводы, обсуждают их обоснованность и значимость, готовят тезисы доклада.

7. Выступление с докладом на конференции

Завершающим этапом является участие в школьной или межведомственной научной конференции. Учащиеся представляют результаты своей работы в формате научного доклада с презентацией, отвечают на вопросы экспертов и получают оценку своей исследовательской работы.

Исследовательский трек позволяет учащимся прикоснуться к реальной научной практике и формирует у них основы академической культуры, критического мышления и информационной грамотности.

Внедрение двухуровневой модели проектной деятельности в Станкоинструментальный класс позволяет выстроить системную работу по формированию у школьников инженерного и исследовательского мышления. Прикладной трек способствует овладению практическими навыками решения производственных задач, знакомит учащихся с логикой работы современных предприятий, а исследовательский – развивает умения анализа, планирования эксперимента и научной аргументации.

Обе формы проектной деятельности опираются на сетевое взаимодействие школы, университета и отраслевых партнёров. Такой подход обеспечивает непрерывную образовательную траекторию от интереса к технике – к выбору инженерной профессии и поступлению в технический вуз.

Методическая организация проектной деятельности в рамках модели Станкоинструментального класса делает её эффективным инструментом предпрофессиональной подготовки и мотивирует школьников к осознанному выбору будущего в сфере науки и технологий.

РАЗДЕЛ V.

ФОРМАТЫ ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫХ И ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

В современном мире, характеризующемся быстрыми технологическими изменениями, ростом конкуренции на рынке труда и появлением новых профессий, профориентация приобретает особую значимость. Она позволяет обучающимся не только осознанно подойти к выбору будущей профессии, но и адаптироваться к меняющимся условиям профессиональной среды. Эффективная профориентационная работа способствует формированию устойчивой мотивации к обучению, развитию гибких навыков и принятию ответственных решений, что в совокупности обеспечивает успешную социализацию и профессиональную реализацию личности.

Профориентация представляет собой комплекс мероприятий, направленных на формирование у обучающихся осознанного отношения к выбору будущей профессиональной деятельности. Значение профориентации заключается не только в том, чтобы ознакомить школьников с перечнем существующих профессий, но прежде всего – в создании условий для их личностного и профессионального самоопределения. Осознанный выбор образовательной и профессиональной траектории позволяет учащимся не только избежать распространённых ошибок при поступлении в колледжи и вузы, но и более уверенно ориентироваться в быстро меняющемся социокультурном и экономическом контексте. Профориентация становится важным элементом образовательного процесса, способствующим формированию устойчивой мотивации к обучению и профессиональному развитию.

В рамках проекта «Станкоинструментальный класс» профориентационная деятельность приобретает прикладной, практикоориентированный характер. Данный проект направлен на раннее погружение школьников в профессиональную среду машиностроения и станкоинструментальной отрасли, что позволяет не только

расширить их представления о технических профессиях, но и сформировать устойчивый интерес к инженерно-техническому творчеству. Через участие в тематических занятиях, экскурсиях на предприятия, практикумах и встречах с представителями индустрии учащиеся получают возможность осмыслить содержание будущей профессиональной деятельности, увидеть реальные перспективы трудоустройства и карьерного роста, а также понять востребованность инженерных специальностей на современном этапе развития промышленности.

Таким образом, профориентационная работа, как составляющая проекта «Станкоинструментальный класс», играет ключевую роль в подготовке мотивированных, компетентных и осознанно выбирающих профессию молодых людей. Она обеспечивает не только преемственность между школой, системой среднего профессионального и высшего технического образования, но и способствует формированию кадрового потенциала для стратегически значимых отраслей российской промышленности.

В рамках реализации проекта возможны различные варианты профориентационных мероприятий, участие в которых предусмотрено для всех обучающихся класса в течение учебного года.

Перечень форматов мероприятий

1. Интерактивные экскурсии по научным и производственным подразделениям университетов

Цель мероприятия:

Формирование у школьников представления о современных образовательных и технологических возможностях вуза, развитие интереса к инженерно-техническому образованию путём включения в практико-ориентированные формы взаимодействия с университетской средой.

Значимость:

Экскурсии обеспечивают начальный уровень интеграции школьников в университетскую инфраструктуру и культуру. Они способствуют формированию профессиональных ориентиров, а также выявлению интереса к техническим направлениям на раннем этапе, что является важным элементом модели ранней профориентации в рамках проекта.

2. Экскурсии на предприятия и компании-партнёры университета

Цель мероприятия:

Ознакомление учащихся с реальными условиями производственной деятельности, современными технологиями, профессиями и карьерными траекториями в станкоинструментальной и машиностроительной отраслях.

Значимость:

Данный вид деятельности позволяет учащимся увидеть практическое применение технических знаний, осознать специфику профессий в реальном производственном контексте и соотнести собственные интересы с профессиональными возможностями. Это усиливает мотивацию к обучению и формирует непрерывную связь между системой образования и индустриальной практикой.

3. День в университете (один день глазами студента)

Цель мероприятия:

Мероприятие направлено на формирование у школьников целостного представления об образовательной среде технического вуза. Посредством включения в учебные активности участники получают возможность познакомиться с особенностями обучения по инженерным направлениям и погрузиться в атмосферу университетской культуры.

Значимость:

Данный формат способствует осознанному профессиональному самоопределению учащихся, развивает мотивацию к получению инженерного образования и укрепляет преемственность между школой и вузом. В контексте проекта «Станкоинструментальный класс» мероприятие играет ключевую роль в формировании устойчивого интереса к техническим наукам и повышает степень вовлечённости школьников в систему инженерной подготовки.

4. Дни открытых дверей

Цель мероприятия:

Предоставление целевой аудитории (школьникам, родителям, педагогам) информации о направлениях подготовки, условиях поступления, особенностях учебного процесса и перспективах трудоустройства выпускников.

Значимость:

Как инструмент открытого профориентационного диалога, дни открытых дверей выполняют функцию информационного поля между школой, родителями и университетом. Они содействуют повышению информированности и доверия к проекту «Станкоинструментальный класс» как элементу непрерывного технического образования.

5. Проведение внутришкольных конференций с участием представителей университета (в качестве экспертов)

Цель мероприятия:

Развитие исследовательских и ораторских навыков у школьников через участие в конференциях, а также формирование диалога между школьной и вузовской научной средой.

Значимость:

Конференции выполняют важную роль в выявлении и поддержке одарённых и мотивированных учащихся. Они формируют у школьников представление о научной культуре, значении исследовательской деятельности в инженерном образовании и возможности профессиональной самореализации в рамках проектных и исследовательских инициатив.

6. Родительские собрания и родительские встречи с целью презентации направлений подготовки университета

Цель мероприятия:

Информирование родителей о целях, содержании и возможностях проекта «Станкоинструментальный класс», а также о перспективах профессионального и карьерного роста их детей в технической сфере.

Значимость:

Родители являются важными участниками процесса профессионального самоопределения школьников. Вовлечение родителей способствует формированию единого образовательного пространства и повышению социальной поддержки выбора технической сферы деятельности. Такие встречи формируют устойчивое взаимодействие между семьёй, школой, вузом и работодателями.

7. Профильные мастер-классы по техническим направлениям для педагогов

Цель мероприятия:

Мастер-классы организуются с целью повышения уровня профессиональной компетентности педагогов, участвующих в реализации технической подготовки школьников. Они направлены на обновление теоретических и практических знаний в области современных технологий, повышение методической оснащённости и стимулирование обмена опытом между участниками образовательного процесса.

Значимость:

Обеспечение актуальности и качества инженерной подготовки невозможно без непрерывного профессионального развития педагогов. Проведение мастер-классов укрепляет кадровую основу проекта, способствует совершенствованию учебного процесса и повышает эффективность профориентационной деятельности в школьной среде. В этом контексте мероприятие выступает важным звеном в системе подготовки обучающихся к техническим профессиям.

8. Профильные мастер-классы по техническим направлениям для учащихся

Цель мероприятия:

Расширение профессионального кругозора учащихся через участие в практикоориентированных занятиях на специализированных площадках, оснащённых современным оборудованием.

Значимость:

Такие мастер-классы позволяют школьникам погрузиться в профессиональную среду, познакомиться с технологическими процессами и современными инженерными решениями. Это усиливает практическую направленность профориентационной деятельности и создаёт предпосылки для осознанного выбора образовательной траектории в рамках технологической вертикали «школа – вуз – предприятие».

9. Индивидуальные профориентационные консультации в рамках дней открытых дверей в вузе и в школе

Цель мероприятия:

Выявление индивидуальных интересов и способностей обучающихся с целью построения персонализированной траектории профессионального развития.

Значимость:

Индивидуальные консультации позволяют сформировать адресную поддержку школьников в процессе самоопределения. Это способствует повышению точности профессионального выбора и помогает избежать несоответствия между ожиданиями и реальным содержанием будущей профессии. В контексте проекта «Станкоинструментальный класс» данный формат обеспечивает дифференцированный подход к профориентации.

10. Карьерные выставки и мероприятия в рамках дней карьеры

Цель мероприятия:

Демонстрация школьникам возможных направлений карьерного роста, образовательных траекторий и форм занятости в технических отраслях с участием университетов, предприятий и отраслевых организаций.

Значимость:

Карьерные выставки выступают как платформа для прямого взаимодействия учащихся с потенциальными работодателями и представителями образовательных организаций. Это способствует укреплению связей между системой образования и рынком труда, а также формированию реалистичного восприятия профессионального будущего, что является важной задачей проекта «Станкоинструментальный класс».

11. Открытые лекции с известными выпускниками университета и отраслевыми спикерами

Цель мероприятия:

Формирование у школьников устойчивой мотивации к обучению и профессиональному развитию через знакомство с успешными карьерными историями и личными примерами профессионалов технической сферы.

Значимость:

Открытые лекции позволяют учащимся соотнести учебную деятельность с её практической реализацией в будущем, а также сформировать представление о долгосрочных перспективах и возможностях в выбранной отрасли. В рамках проекта «Станкоинструментальный класс» такие мероприятия способствуют созданию позитивного образа инженерной профессии и повышению престижности технического образования.

12. Театральные представления с применением роботов

Цель мероприятия:

Познакомить школьников младших классов с миром современных роботов, показать их роль и значение в жизни человека, сформировать у обучающихся интерес к технике и инженерному творчеству, а также развить у них воображение и любознательность через театрализованную форму подачи материала.

Значимость:

Мероприятие имеет образовательную и воспитательную ценность: оно способствует раннему знакомству школьников с основами робототехники, помогает увидеть практическое применение технологий в повседневной жизни и формирует уважение к труду инженеров и изобретателей. Кроме того, спектакль развивает коммуникативные навыки и творческое мышление детей, поддерживает их стремление задавать вопросы и находить ответы, а также создает положительное эмоциональное отношение к учебе и исследовательской деятельности.

13. Участие в городских фестивалях технического творчества, форумах, выставках и конференциях

Цель мероприятия:

Развитие у школьников проектной активности, инженерного мышления и навыков командной работы через участие в конкурсных и демонстрационных площадках технической направленности.

Значимость:

Фестивали становятся значимыми социальными событиями, позволяющими учащимся продемонстрировать собственные технические достижения, получить

мотивацию к дальнейшему обучению. Участие в таких мероприятиях способствует формированию чувства профессиональной идентичности и закреплению интереса к техническому творчеству, что укрепляет профориентационную основу проекта.

14. Участие во Всероссийской отраслевой олимпиаде школьников

Цель мероприятия:

Выявление и поддержка талантливых учащихся, обладающих способностями к инженерно-технической деятельности, посредством участия в олимпиадном движении.

Значимость:

Участие в олимпиадах позволяет школьникам объективно оценить уровень своей подготовки, расширить круг профессиональных интересов и получить мотивационные стимулы к поступлению в профильные вузы. В системе проекта это мероприятие выступает как инструмент ранней профориентации и подготовки будущих студентов технических направлений.

15. Проектная деятельность

Цель мероприятия:

Развитие у учащихся умений применять полученные знания в практической деятельности, а также формирование навыков исследовательской и конструкторской работы.

Значимость:

Проектная деятельность является ключевым элементом прикладной составляющей профориентации. Она позволяет учащимся осваивать принципы инженерного проектирования, работать в командах, развивать самостоятельность и критическое мышление. В контексте «Станкоинструментального класса» проектная работа формирует основу для дальнейшего вовлечения в профессиональное обучение и инновационную деятельность.

16. Организация и проведение интеллектуальных соревнований (турниров)

Цель мероприятия:

Мероприятия направлены на стимулирование познавательной активности обучающихся, развитие их логического и технического мышления, а также формирование устойчивого интереса к инженерным дисциплинам. Соревнования способствуют выявлению одарённых учащихся и развитию навыков работы в команде, самоорганизации и принятия решений в нестандартных ситуациях.

Значимость:

Интеллектуальные турниры служат эффективным инструментом вовлечения школьников в процесс предпрофессиональной подготовки и раскрытия их потен-

циала в области технических наук. В структуре проекта они способствуют формированию мотивационной среды, стимулирующей развитие инженерных компетенций и повышение образовательных результатов.

17. Отраслевые хакатоны для профильных классов

Цель мероприятия:

Практическая апробация учащимися проектных и исследовательских умений в условиях, приближенных к реальному производству. Участие в таких форматах способствует развитию инженерного мышления, навыков совместной деятельности, критического анализа и оперативного решения задач с использованием современных технических средств.

Значимость:

Хакатоны являются одним из наиболее действенных инструментов для интеграции школьников в профессиональную инженерную среду. В рамках проекта они формируют практико-ориентированную направленность обучения, способствуют раннему взаимодействию с представителями промышленности и укрепляют связи между системой образования и реальным сектором экономики.

18. Организация предпрофессиональных каникул

Цель мероприятия:

Мероприятие ориентировано на создание условий для интенсивного знакомства учащихся с инженерно-технической сферой в каникулярное время. В рамках предпрофессиональных каникул реализуются образовательные, практические и экскурсионные форматы, направленные на расширение представлений школьников о производстве, технологиях и профессиях отрасли.

Значимость:

Такой формат обеспечивает непрерывность образовательной траектории во внеучебный период, позволяет учащимся углубить знания, получить опыт взаимодействия с профессиональной средой и повысить уровень профориентационной осведомлённости.

РАЗДЕЛ VI. ФОРМАТЫ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДУЛИ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УЧАЩИХСЯ

Дополнительное образование для учащихся Станкоинструментального класса имеет ключевую роль при формировании профильных навыков, профессиональном становлении и подготовке учащихся к реальным условиям современной промышленности.

Дополнительное образование позволяет расширить и углубить знания, полученные в рамках основной школьной программы, изучить современные технологии, которые не всегда подробно рассматриваются в школе. При реализации программ дополнительного образования может использоваться реальное оборудование, осуществляться проектная деятельность учащихся, обеспечиваться решение нестандартных задач и изучение основ механики, автоматизации и роботизации, что позволяет учащимся стать в будущем более конкурентоспособными как при поступлении в университет, так и в профессиональной деятельности.

Помимо этого, важным аспектом дополнительного образования является ранняя профориентация, которая помогает учащимся осознанно выбрать дальнейший путь – поступление в вуз, колледж или даже трудоустройство на предприятиях-партнёрах.

В Приложении № 3 представлены примерные дополнительные общеобразовательные общеразвивающие программы, которые могут быть реализованы для учащихся Станкоинструментального класса по двум направлениям: «Микроэлектроника: технологии и схемотехника» и «3D-моделирование: от чертежа к проекту».

Отличительные особенности программы «Микроэлектроника: технологии и схемотехника» заключается в интеграции междисциплинарного подхода к обучению, сочетающего теоретические знания с практической деятельностью на

основе передовых технологий. Традиционные образовательные методики, как правило, фокусируются на теоретическом изучении схемотехники, оставляя ограниченные возможности для самостоятельного проектирования и прототипирования электронных устройств. Настоящая программа, напротив, предлагает учащимся погрузиться в практический процесс создания схем и устройств, используя современные инструменты и компоненты.

Являясь движущей силой технологического развития современного станкостроения, микроэлектроника представляет собой критически важный компонент в подготовке будущих специалистов станкоинструментальной отрасли, поэтому её изучение занимает центральное место в образовательной программе «Станкоинструментальный класс», формируя у учащихся необходимые компетенции для работы с передовыми производственными технологиями.

Отличительные особенности программы «3D-моделирование: от чертежа к проекту» – ее высокая степень адаптивности и фокус на современных технологиях проектирования для конкретной цели. Программа индивидуализирована и строится вокруг интенсивной практической работы каждого ученика в актуальной среде САПР (Компас-3D). Традиционное обучение инженерной графике часто ограничивается общими чертежами и теорией, тогда как данная программа обеспечивает:

- погружение в Компас-3D как основной инструмент решения графических задач;
- гибкую траекторию обучения, адаптирующую сложность и темп работы под уровень и прогресс каждого школьника.

Такой подход максимизирует эффективность подготовки к конкурсному испытанию, развивая не только техническую грамотность, но и уверенность в работе с современными цифровыми инструментами инженера.

Являясь движущей силой технологического развития современного станкостроения, инженерная графика и 3D-моделирование выступают важнейшими инструментами проектирования и производства, поэтому их изучение в рамках образовательной программы «Станкоинструментальный класс» приобретает особую значимость.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА: ОТ ЗАГОТОВКИ К ДЕТАЛИ» 10–11 КЛАССЫ

Пояснительная записка

Учебный курс «Современные производства: от заготовки к детали» является интегративным компонентом образовательной программы в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» по направлению «Станко-инструментальный класс». Программа реализует последовательное введение элементов инженерной подготовки с нарастающей сложностью содержания в области производственных технологий, инженерного конструирования, программирования и прототипирования, а также управления жизненным циклом изделия.

Методологической основой курса выступает системно-деятельностный подход, обеспечивающий формирование универсальных учебных действий, необходимых для профессионального самоопределения, непрерывного образования и развития коммуникативных компетенций обучающихся.

Инновационный характер программы заключается в трансформации содержательно-методического аппарата, интегрирующего теоретические знания и практико-ориентированную деятельность с учетом профессионального ориентирования учащихся в станкоинструментальную отрасль.

Курс имеет стратегическое значение для предварительной профориентации обучающихся в области машиностроения и станкостроения, что соответствует приоритетным задачам развития промышленного комплекса. Образовательная программа интегрирует теоретические и практические компоненты, направленные на освоение современных производственных технологий, основ автоматизации и автоматического управления, создания автономных устройств,

программирования и управления станками с ЧПУ различных категорий. Такой подход способствует формированию у обучающихся понимания прикладного характера технических дисциплин и позволяет эффективно применять фундаментальные знания, полученные в рамках математики, физики и информатики на практике.

Планируемые результаты освоения учебного курса

Личностные:

- Формирование научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и технологического прогресса;
- Развитие системы ценностных ориентаций, обеспечивающих саморазвитие и самовоспитание в соответствии с актуальными тенденциями развития общества;
- Формирование готовности к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности в технологической сфере;
- Развитие навыков коллективной работы в образовательной, проектно-исследовательской и социально значимой деятельности;
- Осуществление осознанного профессионального выбора с учетом индивидуальных способностей и перспектив самореализации.

Метапредметные:

- Владение методологией целеполагания и стратегического планирования собственной деятельности;
- Развитие способности к самостоятельному мониторингу, контролю и коррекции результатов деятельности;
- Формирование навыков эффективного ресурсного менеджмента для достижения поставленных целей;
- Развитие адаптивности при выборе оптимальных стратегий в различных контекстах деятельности;
- Интеграция навыков познавательной, исследовательской и проектной деятельности в сферу повседневной практики;
- Совершенствование компетенций по использованию информационно-коммуникационных технологий в решении прикладных инженерных задач.

Предметные:

- Владение технологиями проектирования и создания технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами;
- Освоение принципов функционирования и практического применения лазерных технологий;
- Приобретение навыков подготовки моделей в CAD-системах для 3D-печати;

- Освоение навыков работы и процессов печати на 3D принтере;
- Формирование компетенций в области управления станками токарной группы;
- Приобретение навыков управления станками фрезерной группы;
- Разработка управляющих программ для токарных станков с ЧПУ;
- Овладение техникой замены и настройки инструмента на станках с ЧПУ.

Содержание учебного плана

Технологии производства в современном мире

Анализ современных производственных технологий как интегрированной системы взаимосвязанных процессов, включающей автоматизацию, роботизацию, применение искусственного интеллекта, машинное обучение, интернет вещей (IoT), аддитивные технологии, дополненную и виртуальную реальность. Изучение концепций цифровых двойников, предиктивного обслуживания и умных фабрик как ключевых элементов современного производства.

Изучение субтрактивных технологий: теоретические основы, практическое применение, технологические методы и используемые материалы. Анализ концепции Индустрии 4.0 и современных трендов: цифровизация производственных процессов, внедрение киберфизических систем, применение интернета вещей (IoT).

Изучение организации металлообрабатывающих производств: технологическая подготовка производства, методы расчета производственных площадей, принципы оптимизации материальных потоков.

Аддитивные технологии в современном производстве

Изучение теоретических основ аддитивных технологий: терминологический аппарат, физические принципы послойного наращивания материала, классификация аддитивного оборудования и их технические характеристики. Освоение протоколов техники безопасности при эксплуатации 3D-принтеров и другого аддитивного оборудования.

Формирование практических навыков работы с аддитивным оборудованием: подготовка рабочей зоны и инструментария, выбор и подготовка материалов для печати, калибровка и настройка 3D-принтеров, разработка и оптимизация моделей для печати. Анализ параметров аддитивного производства: толщина слоя, температура экструзии, скорость печати, поддержка конструкции.

Освоение технологий аддитивного производства: FDM (Fused Deposition Modeling), SLS (Selective Laser Sintering), SLM (Selective Laser Melting), SLA

(Stereolithography). Изучение методов контроля качества готовых изделий, включая визуальный и инструментальный контроль. Освоение регламентов технического обслуживания аддитивного оборудования. Изучение специфики работы с различными материалами: пластиками (ABS, PLA, PETG), металлическими порошками, керамическими композитами, биосовместимыми материалами.

Практическое применение аддитивных технологий в различных отраслях: прототипирование, создание функциональных деталей, изготовление пресс-форм, ремонт и восстановление деталей.

Автоматизированная подготовка производства для станков токарной группы

Изучение классификации токарных станков, их конструктивных особенностей и функциональных возможностей. Освоение требований техники безопасности при работе на токарном оборудовании. Формирование навыков подготовки рабочего места и инструментов, подбор материалов для обработки, установки и закрепления заготовок.

Освоение технологий выполнения токарных операций: точение, сверление, нарезание резьбы, расточка, зенкерование, обработка конических и фасонных поверхностей. Формирование компетенций в области эксплуатации станков с ЧПУ: настройка и калибровка оборудования, оптимизация режимов резания, планово-предупредительное обслуживание станочного парка.

Изучение методов измерения и контроля качества обработки, работы с технологической документацией, специфики обработки различных материалов, включая металлы и сплавы. Приобретение практических навыков изготовления деталей различной сложности на универсальном и специализированном оборудовании.

Лазерные технологии в машиностроении

Изучение теоретических основ лазерных технологий в машиностроении: терминологический аппарат, физические принципы генерации лазерного излучения, классификация лазерного оборудования и их технические характеристики. Освоение протоколов техники безопасности при эксплуатации лазерного оборудования.

Формирование практических навыков работы с лазерным оборудованием: подготовка рабочей зоны и инструментария, селекция материалов для лазерной обработки, калибровка и настройка оборудования, разработка и оптимизация

программ для лазерной обработки. Анализ параметров лазерной обработки: мощность излучения, скорость обработки, фокусное расстояние.

Освоение технологий лазерной обработки материалов: резка, сварка, маркировка, гравировка. Изучение методов метрологического обеспечения и контроля качества обработки. Освоение регламентов технического обслуживания лазерного оборудования. Разработка технологической документации для процессов лазерной обработки. Изучение специфики работы с различными материалами: металлическими сплавами, полимерами, древесиной, стеклом.

Проектирование роботизированных обрабатывающих комплексов

Проектирование систем автоматизации производства представляет собой комплексный процесс создания эффективных производственных решений, включающий анализ технологических процессов, выбор оборудования и разработку оптимальных схем управления.

В ходе проектирования осуществляется детальная проработка всех компонентов системы: от автоматизированных линий и роботизированных комплексов до транспортно-складских систем и средств контроля.

Особое внимание уделяется оптимизации материальных потоков, расчёту производственных мощностей, обеспечению гибкости и масштабируемости системы.

Важными аспектами являются интеграция различных подсистем в единый комплекс, обеспечение надёжности и безопасности работы, внедрение современных систем управления на базе PLC и SCADA-технологий.

При проектировании роботизированных комплексов учитываются типы обрабатываемых деталей, подбираются оптимальные технологические решения, включая выбор обрабатывающего оборудования, промышленных роботов и вспомогательных систем. Особое внимание уделяется обеспечению полной автоматизации всех этапов обработки, точному позиционированию заготовок, свободному перемещению манипуляторов, интеграции систем управления и автоматизации процессов.

При проектировании металлообрабатывающих производств особое внимание уделяется оптимизации производственных площадей, размещению металлообрабатывающего оборудования с учётом грузопотоков и эргономики, созданию гибких производственных ячеек и линий.

Особое значение придаётся вопросам автоматизации загрузки-выгрузки деталей, организации транспортно-складских систем, внедрения MES-систем для управления производством.

Проектирование завершается созданием единой системы, объединяющей станки с ЧПУ, промышленные роботы, транспортные и складские системы, средства контроля и управления, что позволяет достичь максимальной эффективности производственного процесса.

Тематическое планирование

№	Модуль	Количество часов
1	Технологии производства в современном мире	6
1.1	Современные производства. Оснащение, тренды и особенности. Промышленные революции. Индустрия 4.0	2
1.2	Автоматизированные системы управления производственными процессами	2
1.3	Методология проектирования металлообрабатывающих производств	2
2	Аддитивные технологии в современном производстве	4
2.1	Теоретические и практические навыки работы с аддитивным оборудованием	2
2.2	Практикум на 3D-принтерах	2
3	Автоматизированная подготовка производства для станков токарной группы	24
3.1	Классификация и характеристики станков токарной группы	3
3.2	Системы числового программного управления станков токарной группы	3
3.3	Разработка и моделирование управляющих программ	4
3.4	Инструментальное оснащение токарных станков и методология определения оптимальных режимов резания	4
3.5	Автоматизированная подготовка производства для станков токарной группы	4
3.6	Практикум на токарном оборудовании	6
4	Лазерные технологии в машиностроении	20
4.1	Сферы промышленного применения лазерных технологий, типология лазерных устройств и установок. Физические принципы генерации лазерного излучения	5
4.2	Программное обеспечение для лазерного раскроя компонентов	5
4.3	Практикум на лазерном оборудовании	10

№	Модуль	Количество часов
5	Проектирование роботизированных обрабатывающих комплексов	8
5.1	Проектирование обрабатывающих комплексов	4
5.2	Основы проектирования роботизированных обрабатывающих комплексов	2
5.3	Проектирование современных металлообрабатывающих производств	2
	<i>Итого часов</i>	64

Перечень используемого оборудования:

- Комплекс 3D-моделирования;
- 3D-принтер;
- Лазерный станок;
- Токарный станок с ЧПУ;
- Набор резцов со сменными твердосплавными пластинами;
- Комплект заготовок для механической обработки из различных материалов (фанера шлифованная, оргстекло литое, капролон, полипропилен, МДФ и т.д.).

Перечень оборудования может быть расширен и дополнен образовательной организацией.

ИНСТРУКЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ В СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ КЛАССЕ

ИНСТРУКЦИЯ по охране труда для учащихся при проведении занятий в станкоинструментальном классе ИОТ 1-2025

1. Общие требования охраны труда

1.1. Занятия в станкоинструментальном классе разрешено посещать учащимся, которые не имеют медицинских противопоказаний для посещения занятий в станкоинструментальном классе, прошли надлежащий медицинский осмотр и с ними был проведен инструктаж по охране труда. К проведению занятий допускаются преподаватели, которые соответствуют критериям медицинской комиссии, имеют компетенции в данном учебном курсе и владеют знаниями по охране труда.

1.2. Во время занятий учащиеся не должны нарушать правила поведения, а также должны соблюдать расписание учебных занятий, предписанные режимы труда и отдыха, требования настоящей инструкции по охране труда.

1.3. Преподаватели в станкоинструментальном классе обязаны обучать правильному, безопасному обращению с оборудованием, которое находится в станкоинструментальном классе. Необходимо научить учащихся выполнять работу безопасно, следуя всем инструкциям по технике безопасности и охране труда.

1.4. В ходе занятий возможно воздействие на учащихся следующих опасных и вредных факторов:

- при неправильном положении сидя возможны нарушения осанки, проблемы с опорно-двигательным аппаратом;
- недостаточное количество света в станкоинструментальном классе может привести к снижению зрения;
- поражение электрическим током при проблемах с электрооборудованием в станкоинструментальном классе;
- высока вероятность получения травмы при отсутствии ограждения во время работы на станках, неполадок электрооборудования, беспорядка на рабочем столе;
- травмы рук вращающимися частями станков;
- опасность попадания волос на вращающиеся части оборудования;
- поражение органов зрения стружкой при работе с заготовками;
- повреждение рук при неправильной работе с резцом;
- поражение частями плохо склеенной, косослойной, суковатой древесины;
- возможны травмы, опасные для органов зрения: ожоги, засорения;
- травмы ног падением тяжелых инструментов, заготовок и деталей;
- неисправности электрооборудования станка и заземления его корпуса;
- ранение рук во время обработки заготовки.

1.5. В ходе занятий необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, быть информированными о местах расположения первичных средств для тушения пожара.

1.6. Ответственность за выполнение правил техники безопасности во время работы в станкоинструментальном классе несет преподаватель, проводящий занятие.

1.7. В станкоинструментальном классе должны находиться необходимые средства индивидуальной защиты:

- рукавицы комбинированные;
- берет;
- халат хлопчатобумажный;
- очки защитные.

1.8. В станкоинструментальном классе должна находиться аптечка для оказания первой доврачебной помощи, укомплектованная изделиями медицинского назначения, должны быть выписаны телефоны ближайших медицинских учреждений.

1.9. Ход работы учащихся в станкоинструментальном классе, а также прохождение ими практики прописаны в учебных планах в соответствии с программой обучения.

1.10. Рабочие места организуются в соответствии с требованиями охраны труда.

1.11. Проведение занятий для учащихся в помещениях учебных мастерских разрешается при соблюдении всех правил техники безопасности и охраны труда.

1.12. Преподаватель информирует учащихся о том, что:

- необходимо освободить проходы от сумок и портфелей;
- во время проведения занятий и перемен необходимо придерживаться правил внутреннего распорядка;
- запрещается хлопать дверью;
- запрещается учащимся приносить острые, колющие и другие опасные для жизни и здоровья предметы и вещества;
- необходимо соблюдать осторожность при пользовании ножницами, циркулем, линейкой, фрезами, резцами и т.д.

1.13. Учащиеся во время занятий, а также преподаватель должны быть одеты в спецодежду: фартуки, нарукавники, предохранительные приспособления согласно действующим для данного вида работ нормам.

1.14. Допуск преподавателей и учащихся к работе без спецодежды и защитных приспособлений не разрешен.

1.15. Учащиеся, производящие работу на станках, должны быть в специальных защитных очках.

1.16. Преподаватель должен следить за выполнением учащимися в станкоинструментальном классе указанных требований по мерам индивидуальной защиты во время работы, а также контролировать должный уход за индивидуальными защитными приспособлениями.

1.17. В процессе занятий учащиеся должны соблюдать правила личной гигиены: содержать в чистоте свое рабочее место, соблюдать инструкцию по охране труда при проведении занятий в станкоинструментальном классе и правила поведения в школе.

1.18. При несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить преподавателю, который, в свою очередь, сообщает о случившемся администрации общеобразовательного учреждения.

1.19. Учащиеся, допустившие невыполнение или нарушение настоящей инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности в соответствии с Уставом школы, с учениками класса проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

1.20. При неоднократном нарушении выполнения настоящей инструкции школьник может быть отчислен из станкоинструментального класса.

2. Требования охраны труда перед началом занятий

2.1. Преподаватель до начала занятия обязан:

- убедиться в наличии разрешения на проведение работ на существующем оборудовании в данном помещении;
- проветрить помещение;
- изучить содержание и порядок выполнения учебного задания, а также безопасные приемы его выполнения.

2.2. Включить освещение в станкоинструментальном классе, убедиться в исправной работе осветительных приборов. Освещенность в классе должна быть не менее 300 лк (20 Вт/кв. м) при люминесцентных лампах и не менее 150 лк (48 Вт/кв. м) при лампах накаливания.

2.3. Убедиться в исправности электрооборудования: светильники должны быть надежно прикреплены к потолку и иметь светорассеивающую арматуру; коммутационные коробки должны быть закрыты; корпуса и крышки выключателей и розеток не должны иметь повреждений, а также оголенных контактов; проверить отсутствие внешних повреждений оборудования, электроустановок, наличие и исправность контрольных, измерительных и сигнальных приборов, тумблеров, переключателей и т.п.

2.4. Проверить наличие и исправность средств индивидуальной защиты, отсутствие их внешних повреждений.

2.5. Убедиться в рациональной расстановке оборудования и мебели в станкоинструментальном классе:

- классная доска и место преподавателя должны быть хорошо видны с любого рабочего места;
- проверить готовность рабочих мест: убрать посторонние предметы; освободить проходы; приборы, инструменты и т.д. разместить таким образом, чтобы исключить их падение и опрокидывание;
- расстояние между слесарными верстаками должно быть не менее 80 см, а между рядами (проходы вдоль мастерской) – не менее 100 см; от станков верстаки должно отделить расстояние не менее 90 см;
- расстояние между столярными верстаками, расположенными в ряд, должно быть не менее 80 см в переднезаднем направлении, а между рядами – не менее 70 см;
- токарные, фрезерные и другие станки устанавливаются у окон на расстоянии 40-50 см от стены.

2.6. Учащиеся перед началом работы в станкоинструментальном классе должны:

- правильно надеть спецодежду;

- застегнуть обшлаги рукавов на пуговицы, избегать завязывать их тесемочкой, спрятать волосы под головной убор (берет, косынку, завязанную без свисающих концов), убрать все лишнее;
- соблюдать инструкции при работе с различными инструментами и на станках.

2.7. Перед работой на станках необходимо обязательно пройти целевой инструктаж и ознакомиться с инструкцией работы на конкретном станке.

3. Требования охраны труда во время занятий

3.1. Преподаватель при проведении занятий должен контролировать, чтобы учащиеся:

- точно выполняли указания руководителя занятий;
- строго соблюдали требования инструкций по охране труда при проведении практических занятий;
- не выполняли самостоятельно никаких работ.

3.2. При контроле хода проведения работ, показе учащимся приемов выполнения отдельных видов работ или исправления их неверных действий преподаватель должен выполнять и соблюдать требования охраны труда:

- проверить наличие и целостность диэлектрического коврика перед включением станка и наличие заземления;
- не включать и не выключать станки мокрыми руками;
- соблюдать правила эксплуатации, не подвергать их механическим ударам, не допускать падений;
- не касаться проводов и других токоведущих частей, находящихся под напряжением;
- наличие напряжения в сети проверять только проверенным в установленном порядке и годным к использованию указателем напряжения;
- следить за исправной работой станков, не проводить самостоятельно ремонтные работы;
- следить за наличием защитного ограждения, не прикасаться руками к вращающимся и движущимся частям станков;
- не оставлять без надзора станки и приборы.

3.3. Постоянно поддерживать порядок на рабочем месте, обо всех неисправностях сообщать руководству школы. Самостоятельно устранять неисправность запрещается.

3.4. Не рекомендуется ставить любые предметы на подоконниках, чтобы не препятствовать прохождению света.

3.5. Не загромождать окна предметами.

3.6. Заготовки, отходы и другие материалы не должны находиться на рабочем столе и в проходах, если они не требуются для работы.

3.7. Преподаватель должен:

- выдать учащимся исправные инструменты;
- следить за тем, чтобы инструмент был правильно заточен;
- контролировать выполнение работы;
- соблюдать данную инструкцию по охране труда при проведении занятий в станкоинструментальном классе.

3.8. Инструмент должен храниться в специально отведенных для этого местах.

3.9. Тиски на верстаках устанавливаются на расстоянии между осями. Ширина верстака не менее 0,75 м. Для защиты учащихся от осколков необходимо установить щиты (с ячейками не более 3 мм) высотой не менее 1 м.

3.10. Учащиеся, допускаемые к работе, затачиванию инструмента, должны быть предварительно проинструктированы и ознакомлены с инструкцией. Работы проводятся под наблюдением преподавателя.

3.11. Работа с неисправными инструментами запрещается.

3.12. Электрические приборы должны быть безопасны и иметь заземление.

3.13. Не реже двух раз в год должна проводиться очистка светильников, а окна в классе должны быть вымыты.

3.14. При открывании окон необходимо фиксировать рамы в открытом положении. При открывании фрамуг обязательно использовать ограничители. Не вставать на подоконник.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. При обнаружении неисправности в работе электрических и механических устройств, находящихся под напряжением, повышенном их нагревании, появления искрения, запаха горелой изоляции, биения и т.д. немедленно отключить источник электропитания, отстранить учащихся от работы на этом оборудовании и сообщить об этом администрации школы.

4.2. При получении травмы сообщить об этом администрации школы, оказать первую помощь пострадавшему и, при необходимости, сопроводить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

4.3. При возникновении пожара в классе немедленно эвакуировать учащихся, сообщить о пожаре администрации школы и в пожарную охрану по тел. 101 или 112, приступить к тушению пожара с помощью имеющихся первичных средств пожаротушения.

4.4. Учащийся при нахождении в станкоинструментальном классе обязан:

- в случае плохого самочувствия сообщить об этом преподавателю;

- в нестандартной ситуации должен сохранять спокойствие и четко выполнять указания преподавателя.

5. Требования охраны труда после окончания занятия

5.1. Учащийся обязан:

5.1.1. По окончании работы выключить станок и электродвигатель.

5.1.2. Аккуратно убрать отходы, образовавшиеся в процессе работы:

- стружку и пыль от заготовки убрать со станка с помощью щетки. Запрещается сдувать стружку, пыль ртом или сметать ее рукой;
- негативы, обрезки заготовки убрать в специальное место для их хранения, в зависимости от материала заготовки.

5.1.3. Очистить и аккуратно сложить заготовки, детали и инструмент в отведенное место.

5.1.4. Привести в порядок свое рабочее место, индивидуальные средства защиты.

5.1.5. Сообщить обо всех неисправностях и недостатках, обнаруженных во время работы станка с ЧПУ и оборудования преподавателю.

5.1.6. Снять спецодежду и тщательно вымыть руки с мылом.

5.1.7. Выходить из станкоинструментального класса только с разрешения преподавателя.

5.2. Преподаватель обязан:

5.2.1. Проверить выполнение всех пунктов учащимися.

5.2.2. Проветрить помещение.

5.2.3. Обо всех недостатках, обнаруженных во время проведения учебных занятий, сообщить администрации школы.

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при работе на токарных станках с ЧПУ

в станкоинструментальном классе

ИОТ-2-2025

1. Общие требования охраны труда

1.1. Данная инструкция по охране труда при работе на токарном станке с ЧПУ используется для обеспечения безопасного выполнения работ на токарном станке с ЧПУ и проведения занятий в **станкоинструментальном классе**, предупреждения случаев травмирования учащихся школы.

1.2. К работе на токарном станке под руководством преподавателя допускаются учащиеся, которые изучили инструкцию по охране труда при работе на токарном станке с ЧПУ, прошли инструктаж по охране труда и безопасным методам работы и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья. Проведение инструктажа по охране труда оформляется в журнале регистрации инструктажей учащихся.

1.3. Учащиеся в станкоинструментальном классе должны соблюдать правила поведения, охраны труда и техники безопасности, расписание учебных занятий.

1.4. В рабочей зоне возможно воздействие на учащихся следующих опасных факторов:

- травмирование глаз отлетающей стружкой при обработке заготовки, при работе без защитных очков;
- травмирование при плохом закреплении заготовки, резца, при отсутствии защитного экрана;
- поражение электрическим током при неисправности электрооборудования станка и заземления его корпуса;
- высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и резца;
- повышенный уровень вибрации;
- недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блескости.

1.5. Несчастные случаи во время работы на токарном станке могут случиться по причине:

- отсутствия или неисправности средств защиты;
- слабого крепления заготовки, резца;

- неисправности электрооборудования, в частности – заземления, зануления;
- беспорядка на рабочем месте.

1.6. При работе на токарном станке используется спецодежда: халат хлопчатобумажный (фартук с нарукавниками), берет, защитные очки. На полу около станка должна быть деревянная решетка с диэлектрическим резиновым ковриком.

1.7. Ученики в станкоинструментальном классе должны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения, аптечки.

1.8. При несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить преподавателю, который, в свою очередь, сообщает о случившемся администрации общеобразовательного учреждения.

1.9. Школьники в станкоинструментальном классе должны соблюдать порядок выполнения работы, правила личной гигиены, содержать в чистоте свое рабочее место и выполнять на токарном станке с ЧПУ только ту работу, которую поручил непосредственно преподаватель и с выполнением которой они ознакомлены.

1.10. Обо всех замеченных неисправностях токарного станка с ЧПУ, оборудования и устройств учащимся необходимо немедленно сообщить преподавателю.

1.11. Учащиеся, допустившие невыполнение или нарушение настоящей инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности в соответствии с Уставом школы, с учениками класса проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

1.12. При неоднократном нарушении выполнения настоящей инструкции школьник может быть отчислен из станкоинструментального класса.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. Аккуратно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками или халат, берет или косынку) и застегнуть все пуговицы, спрятать волосы под головной убор.

2.2. При выполнении работ на токарном станке с ЧПУ впервые учащийся должен пройти инструктаж по охране труда.

2.3. Проверить наличие, состояние и надежность защитного ограждения.

2.4. Проверить надежность соединения защитного заземления (зануления) с корпусом токарного станка с ЧПУ.

2.5. Расположить заготовки, детали и инструменты в определенном порядке на приставной тумбочке или специальном приспособлении, убрать все лишнее.

2.6. Визуально осмотреть оборудование токарного станка с ЧПУ и инструмент, определить их исправность и готовность к использованию.

2.7. Рабочее место должно быть чистым и хорошо освещенным, проходы и место у токарного станка с ЧПУ свободны.

2.8. Проверить исправность устройств крепления заготовки и резца, а также отсутствие трещин на них.

2.9. Надежно закрепить резец и заготовку, которую обрабатываете, вытащить ключ из патрона и положить в установленное место.

2.10. Надеть защитные очки.

2.11. Проверить работу токарного станка на холостом ходу и исправность пусковой коробки путем включения и выключения.

2.12. При выявлении неисправности поставить в известность преподавателя и без его указания к работе не приступать.

2.13. При использовании новой программы проверить ее правильность на холостом ходу в режиме «отработка без перемещений».

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. Постоянно наблюдать за работой станка с ЧПУ в процессе работы:

- по сигнализации на панели управления электронного устройства;
- по контрольным точкам программ (возврат рабочих органов станка «в исходное состояние», «постоянство точки смены инструмента» в одной и той же позиции и др.);
- по характеру и величине линейных перемещений и вращательных движений рабочих органов станка и другого оборудования;
- по отклонениям характера и уровня шума различных механизмов;
- по четкости выполнения узлами оборудования с ЧПУ различных технологических команд.

3.2. При переналадке с обработки заготовки одного наименования на другое обратить внимание на правильную расстановку упоров, определяющих точки «исходного состояния» рабочих органов для начала работы по программе. Помнить, что неправильно установленные упоры могут привести к ударам подвижных органов оборудования о неподвижные и вращающиеся. Для предотвращения ударов инструмента и рабочих органов оборудования о другие органы в случае сбоев и отказа, ограничивать величину перемещения подвижных органов от возможных ударов установкой такого положения концевых выключателей, которое автоматически исключает аварийную ситуацию.

3.3. Внимательно следить за состоянием режущего инструмента. Постоянно помнить, что несвоевременная остановка станка при поломках инструмента может привести к тяжелым последствиям.

3.4. При использовании новой программы обязательно проверить её правильность при работе станка на холостом ходу без заготовки, а правильность отработки самой программы проверить в режиме «отработка программы без перемещений».

3.5. Быть особо внимательным и осторожным при обработке первой заготовки после переналадок или смены программ. Не допускать при этом ввода в систему управления максимальных значений перемещений с корректирующего переключателя в сторону детали.

3.6. Проверить размеры и форму заготовки. В случае отклонения размеров и её формы от чертежа (заложенных в программу обработки заготовки) немедленно сообщить об этом преподавателю. Всегда помнить, что значительное превышение припусков на обработку относительно расчетных при обработке на станке с ЧПУ может привести к недопустимо большим перегрузкам, вылету заготовки, поломкам инструмента и станка. Обо всех замеченных недостатках в программах обработки немедленно сообщить преподавателю.

3.7. Не допускать попадания СОЖ на клемники, разъемы, датчики и другое электрооборудование и элементы автоматики. В случае наличия этих недостатков принять меры к их устранению. В случае возникновения каких-либо неисправностей в процессе работы или отклонений от нормальной работы немедленно сообщить преподавателю.

3.8. Обратить особое внимание на техническое состояние зажимных элементов пневмопатронов. Помнить, что нечеткая работа зажимных элементов может привести к вылету заготовки в процессе обработки.

3.9. Строго соблюдать параметры выточек (диаметр, глубина, высота, ширина) в соответствии с программой обработки заготовки. Невыполнение этих условий также может привести к вылету заготовки, или же к врезанию в зажимные элементы.

3.10. Не оставлять включенное или работающее оборудование с ЧПУ без присмотра. В случае кратковременного отлучения от станка полностью выключить всё оборудование.

3.11. Не допускать опасных приемов и методов работы на станках с ЧПУ. Все подготовительные работы на станках с ЧПУ проводить в их обесточенном состоянии или в режиме «Наладка»:

- по установке и замене инструмента, приспособлений, патронов, заготовок и деталей и т.д.;
- по установке упоров «исходного состояния» и концевых выключателей;
- по регулировке механических узлов и систем смазки.

3.12. Не работать без ограждения вращающихся частей в рабочей зоне станка.

3.13. Не вмешиваться в автоматический цикл работы станка с помощью переключателей, кнопок, других элементов на панелях управления станка, электронного устройства и другого оборудования кроме «Прекращения общего цикла».

3.14. Следить за тем, чтобы зона обслуживания станков не была загромождена заготовками, обработанными деталями, инструментом, приспособлениями, стеллажами и тумбочками, прочими предметами;

3.15. Следить за обеспечением надежной защиты от сходящей и отлетающей от режущего инструмента стружки и окалины, а также брызг и вытекания под ноги СОЖ;

3.16. Своевременно убирать зону обслуживания от стружки, не допускать нахождения её под ногами, периодически протирать арматуру и лампы местного освещения, следить за чистотой и порядком на рабочем месте.

3.17. В случае недостаточно отработанного технологического процесса обработки заготовки на станках с ЧПУ (частые поломки инструмента, колебания припусков на заготовках, трудности с наладкой и настройкой станка и оборудования, выдерживания в процессе обработки операционных размеров и т.д.) сообщить преподавателю.

3.18. Прежде чем вынуть заготовку из патрона или прижимного устройства, нужно остановить станок, для чего отвести режущий инструмент токарного станка от обрабатываемой заготовки на безопасное расстояние и выключить вращение.

3.19. При возникновении вибрации остановить токарный станок. Проверить крепление резца и заготовки, сообщить преподавателю и под его руководством принять меры к устранению вибрации.

3.20. При выполнении работы на токарном станке строго соблюдать требования настоящей инструкции по охране труда и технике безопасности при работе на токарном станке при занятиях в станкоинструментальном классе.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. При внезапном отключении электричества немедленно выключить пусковую кнопку.

4.2. При возникновении неисправности в работе токарного станка с ЧПУ, поломке резца, при неисправности заземления корпуса прекратить работу, выключить станок и сообщить об этом преподавателю. Без разрешения преподавателя к работе не приступать.

4.3. При возгорании электрооборудования токарного станка немедленно выключить его, сообщить преподавателю.

4.4. В случае возникновения аварийной ситуации, опасности для своего здоровья или здоровья остальных учащихся отключить токарный станок с ЧПУ, покинуть опасную зону и сообщить об опасности преподавателю.

4.5. При получении учащимся травмы сообщить об этом преподавателю. Преподаватель сообщает о случившемся администрации общеобразовательного учреждения, оказывает первую помощь пострадавшему, сопровождает учащегося в медицинский пункт.

5. Требования охраны труда по окончании работы

5.1. По окончании работы необходимо выключить станок и электродвигатель.

5.2. Аккуратно убрать отходы (обрезки, стружка, пыль от заготовки, детали) со станка с помощью щетки. Запрещается сдувать стружку, пыль ртом или сметать ее рукой. Отходы необходимо убирать в специальное место для их хранения, в зависимости от обрабатываемого материала

5.3. Очистить и аккуратно сложить заготовки, детали и инструмент в отведенное место.

5.4. Привести в порядок свое рабочее место, индивидуальные средства защиты.

5.5. Сообщить обо всех неисправностях и недостатках, обнаруженных во время работы токарного станка с ЧПУ преподавателю.

5.6. Снять спецодежду и тщательно вымыть руки с мылом.

5.7. Выходить из станкоинструментального класса только с разрешения преподавателя.

5.8. Преподаватель обязан:

5.8.1. Проверить выполнение всех пунктов обучающимся.

5.8.2. Проветрить помещение.

5.8.3. Обо всех недостатках, обнаруженных во время проведения учебных занятий, сообщить администрации школы.

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при работе на лазерных станках с ЧПУ в станкоинструментальном классе

ИОТ-3-2025

1. Общие меры безопасности

1.1. Данная инструкция по охране труда при работе на лазерном станке с ЧПУ используется для обеспечения безопасного выполнения работ на лазерном станке с ЧПУ и проведения занятий в станкоинструментальном классе, предупреждения случаев травмирования учащихся школы.

1.2. К работе на лазерном станке под руководством преподавателя допускаются учащиеся, которые изучили инструкцию по охране труда при работе на лазерном станке с ЧПУ, прошли инструктаж по охране труда и безопасным методам работы и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья. Проведение инструктажа по охране труда оформляется в журнале регистрации инструктажей учащихся.

1.3. Учащиеся в станкоинструментальном классе должны соблюдать правила поведения, охраны труда и техники безопасности, расписание учебных занятий.

1.4. В рабочей зоне возможно воздействие на учащихся следующих опасных факторов:

- травмирование глаз во время работы станка, при работе без защитных очков;
- поражение электрическим током при неисправности электрооборудования станка и заземления его корпуса;
- недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блескости.

1.5. Не допускать работы с отражающими металлами, а также материалами, чувствительными к высокой температуре и выделяющими токсичные вещества (например, ПВХ, тефлон, АБС-смолы, полихлоропрен).

1.6. Не хранить легковоспламеняющиеся вещества (спиртосодержащие, бензин) вблизи оборудования.

1.7. Обеспечить наличие огнетушителя CO₂. Не использовать порошковые огнетушители, т.к. они могут повредить деталям лазера.

1.8. Опасными факторами для работающего на оборудовании могут быть:

- прямой луч лазера;

- отраженный луч лазера; невидимый лазерный пучок, выпускаемый лазерной трубкой;
- токоведущие провода с нарушенной изоляцией.

1.9. Ученики в станкоинструментальном классе должны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения, аптечки.

1.10. При несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить преподавателю, который, в свою очередь, сообщает о случившемся администрации общеобразовательного учреждения.

1.11. Школьники в станкоинструментальном классе должны соблюдать порядок выполнения работы, правила личной гигиены, содержать в чистоте свое рабочее место и выполнять на лазерном станке с ЧПУ только ту работу, которую поручил непосредственно преподаватель и с выполнением которой они ознакомлены.

1.12. Обо всех замеченных неисправностях лазерного станка с ЧПУ, оборудования и устройств необходимо немедленно сообщить преподавателю.

1.13. Учащиеся, допустившие невыполнение или нарушение настоящей инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности в соответствии с Уставом школы, с учениками класса проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

1.14. При неоднократном нарушении выполнения настоящей инструкции школьник может быть отчислен из станкоинструментального класса.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. Проветрить помещение.

2.2. При выполнении впервые выполняемых работ на лазерном станке с ЧПУ учащийся должен пройти инструктаж по охране труда.

2.3. Проверить надежность соединения защитного заземления (зануления) с корпусом токарного станка с ЧПУ.

2.4. Рабочее место должно быть чистым и хорошо освещенным, проходы и место у лазерного станка с ЧПУ свободны.

2.5. При выявлении неисправности поставить в известность преподавателя и без его указания к работе не приступать.

2.6. Убедиться в отсутствии вблизи установки легковоспламеняющихся веществ.

2.7. Убедиться в готовности рабочего места к началу работы – рабочая поверхность установки очищена от загрязнений и посторонних предметов.

2.8. Убедиться в готовности установки к запуску – боковые панели и задняя панель установки должны быть закреплены на корпусе, пусковая аппаратура и индикатор работы лазера в исправности.

2.9. Убедиться в исправности вентиляционной системы оборудования и отсутствии препятствий для выхода воздуха.

2.10. Убедиться в наличии воды в системе охлаждения.

2.11. Аккуратно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками или халат, берет или косынку) и застегнуть все пуговицы, спрятать волосы под головной убор.

2.12. Надеть защитные очки.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Избегать попадания рук и других частей тела в зону рабочей поверхности лазера во избежание ожогов.

3.2. Работать только в защитных очках, так как попадание лазерного луча может разрушить роговицу глаза.

3.3. При работе не смотреть на луч лазера. Работу с отражающими материалами производить только при закрытой крышке установки, так как отраженный луч не менее опасен, чем основной.

3.4. Работу с материалами, выделяющими едкие вещества (акрил, пластик и т.д.) производить с закрытой крышкой и использовать средства защиты дыхательных путей во избежание отравления.

3.5. Не открывать заднюю крышку установки, если оборудование подключено к электросети.

3.6. Высокое напряжение, используемое для питания лазера, может вызвать поражение электрическим током.

3.7. Не допускать работы при снятых боковых панелях установки во избежание контакта с прямым или рассеянным лазерным пучком, что является травмоопасным.

3.8. Во время работы обеспечить вентиляцию помещения.

3.9. Не оставлять работающее оборудование без присмотра.

3.10. В случае обнаружения неисправности отключить оборудование и поставить в известность преподавателя.

3.11. Не допускать самостоятельного ремонта оборудования.

3.12. Отключать электропитание во время грозы или если оборудование долгое время не используется.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1. При внезапном отключении электричества немедленно выключить пусковую кнопку.

4.2. При возникновении неисправности в работе лазерного станка с ЧПУ, при неисправности заземления корпуса прекратить работу, выключить станок

и сообщить об этом преподавателю. Без разрешения преподавателя к работе не приступать.

4.3. При возгорании электрооборудования лазерного станка немедленно выключить его, сообщить преподавателю.

4.4. В случае возникновения аварийной ситуации, опасности для своего здоровья или здоровья остальных учащихся отключить лазерный станок с ЧПУ, покинуть опасную зону и сообщить об опасности преподавателю.

4.5. При получении учащимся травмы сообщить об этом преподавателю. Преподаватель сообщает о случившемся администрации общеобразовательного учреждения, оказывает первую помощь пострадавшему, сопровождает учащегося в медицинский пункт.

5. Требования безопасности по окончании работ

5.1. Учащийся обязан:

5.1.1. Отключить оборудование от электропитания.

5.1.2. Аккуратно убрать отходы (негативы, обрезки) в специальное место для их хранения, в зависимости от обрабатываемого материала.

5.1.3. Очистить рабочую поверхность и направляющую от частиц материалов.

5.1.4. Привести в порядок свое рабочее место, индивидуальные средства защиты.

5.1.5. Сообщить обо всех неисправностях и недостатках, обнаруженных во время работы токарного станка с ЧПУ преподавателю.

5.1.6. Снять спецодежду и тщательно вымыть руки с мылом.

5.1.7. Выходить из станкоинструментального класса только с разрешения преподавателя.

5.2. Преподаватель обязан:

5.2.1. Проверить выполнение всех пунктов обучающимся.

5.2.2. Проветрить помещение.

5.2.3. Обо всех недостатках, обнаруженных во время проведения учебных занятий, сообщить администрации школы.

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при работе на фрезерных станках с ЧПУ в станкоинструментальном классе

ИОТ-4-2025

1. Общие требования охраны труда

1.1. Данная инструкция по охране труда при работе на фрезерном станке с ЧПУ используется для обеспечения безопасного выполнения работ на фрезерном станке с ЧПУ и проведения занятий в станкоинструментальном классе, предупреждения случаев травмирования учащихся школы.

1.2. К работе на фрезерном станке с ЧПУ под руководством преподавателя допускаются учащиеся, которые изучили инструкцию по охране труда при работе на фрезерном станке с ЧПУ, прошли инструктаж по охране труда и безопасным методам работы и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья. Проведение инструктажа по охране труда оформляется в журнале регистрации инструктажей учащихся.

1.3. Учащиеся в станкоинструментальном классе должны соблюдать правила поведения, охраны труда и техники безопасности, расписание учебных занятий.

1.4. В рабочей зоне возможно воздействие на учащихся следующих опасных факторов:

- травмирование глаз отлетающей стружкой при обработке заготовки, при работе без защитных очков;
- травмирование при плохом закреплении заготовки, фрезы и другого инструмента при отсутствии защитного экрана;
- поражение электрическим током при неисправности электрооборудования станка и заземления его корпуса;
- высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и фрезы, сверла и т.д.;
- повышенный уровень вибрации;
- недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блескости.

1.5. Несчастные случаи во время работы на фрезерном станке могут случиться в случае:

- отсутствия или неисправности средств защиты;
- слабого крепления заготовки, фрезы и др. инструмента;

- неисправности электрооборудования, в частности, заземления, зануления;
- беспорядка на рабочем месте.

1.6. При работе на фрезерном станке используется спецодежда: халат хлопчатобумажный (фартук с нарукавниками), берет, защитные очки. На полу около станка должна быть деревянная решетка с диэлектрическим резиновым ковриком.

1.7. Ученики в станкоинструментальном классе должны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения, аптечки.

1.8. При несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить преподавателю, который, в свою очередь, сообщает об этом администрации общеобразовательного учреждения.

1.9. Школьники в станкоинструментальном классе должны соблюдать порядок выполнения работы, правила личной гигиены, содержать в чистоте свое рабочее место и выполнять на фрезерном станке с ЧПУ только ту работу, которую поручил непосредственно преподаватель и с выполнением которой они ознакомлены.

1.10. Обо всех замеченных неисправностях фрезерного станка с ЧПУ, оборудования и устройств необходимо немедленно сообщить преподавателю.

1.11. Учащиеся, допустившие невыполнение или нарушение настоящей инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности в соответствии с Уставом школы, с учениками класса проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

1.12. При неоднократном нарушении выполнения настоящей инструкции школьник может быть отчислен из станкоинструментального класса.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. Аккуратно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками или халат, берет или косынку) и застегнуть все пуговицы, спрятать волосы под головной убор.

2.2. При выполнении работ на фрезерном станке с ЧПУ впервые учащийся должен пройти инструктаж по охране труда у преподавателя.

2.3. Проверить наличие, состояние и надежность защитного ограждения.

2.4. Проверить надежность соединения защитного заземления (зануления) с корпусом фрезерного станка с ЧПУ.

2.5. Расположить заготовки, детали и инструменты в определенном порядке на приставной тумбочке или специальном приспособлении, убрать все лишнее.

2.6. Визуально осмотреть оборудование фрезерного станка с ЧПУ и инструмент, определить их исправность и готовность к использованию.

2.7. Рабочее место должно быть чистым и хорошо освещенным, проходы и место у фрезерного станка с ЧПУ свободны.

2.8. Проверить исправность устройств крепления заготовки и инструмента на станке, а также отсутствие трещин на них.

2.9. Надежно закрепить фрезу, другой инструмент и заготовку, которую обрабатываете.

2.10. Надеть защитные очки.

2.11. Проверить работу фрезерного станка на холостом ходу и исправность пусковой коробки путем включения и выключения.

2.12. При выявлении неисправности поставить в известность преподавателя и без его указания к работе не приступать.

2.13. При использовании новой программы проверить ее правильность на холостом ходу в режиме «отработка без перемещений».

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. Постоянно наблюдать за работой станка с ЧПУ в процессе работы:

- по сигнализации на панели управления электронного устройства;
- по контрольным точкам программ (возврат рабочих органов станка «в исходное состояние», «постоянство точки смены инструмента» в одной и той же позиции и др.);
- по характеру и величине линейных перемещений и вращательных движений рабочих органов станка и другого оборудования;
- по отклонениям характера и уровня шума различных механизмов;
- по четкости выполнения узлами оборудования с ЧПУ различных технологических команд.

3.2. Внимательно следить за состоянием режущего инструмента. Постоянно помнить, что несвоевременная остановка станка при поломках инструмента может привести к тяжелым последствиям.

3.3. При использовании новой программы обязательно проверить её правильность при работе станка на холостом ходу без заготовки, а правильность отработки самой программы проверить в режиме «отработка программы без перемещений».

3.4. Быть особо внимательным и осторожным при обработке первой заготовки после переналадок или смены программ. Не допускать при этом ввода в систему

управления максимальных значений перемещений с корректирующего переключателя в сторону детали.

3.5. Проверить размеры и форму заготовки. В случае отклонения её размеров и формы от чертежа (заложенных в программу обработки заготовки) немедленно сообщить об этом преподавателю. Всегда помнить, что значительное превышение припусков на обработку относительно расчетных при обработке на станке с ЧПУ может привести к недопустимо большим перегрузкам, вылету заготовки, поломкам инструмента и станка. Обо всех замеченных недостатках в программах обработки немедленно сообщить преподавателю.

3.6. Не допускать попадания СОЖ на клемники, разъемы, датчики и другое электрооборудование и элементы автоматики. В случае наличия этих недостатков принять меры к их устранению. В случае возникновения каких-либо неисправностей в процессе работы или отклонений от нормальной работы немедленно сообщить преподавателю.

3.7. Обратить особое внимание на техническое состояние зажимных элементов заготовок. Помнить, что нечеткая работа зажимных элементов может привести к вылету заготовки в процессе обработки.

3.8. Строго соблюдать параметры габаритов (диаметр, глубина, высота, ширина) в соответствии с программой обработки заготовки. Невыполнение этих условий также может привести к вылету заготовки, или же к врезанию в зажимные элементы.

3.9. Не оставлять включенное или работающее оборудование с ЧПУ без присмотра. В случае кратковременного отлучения от станка полностью выключить всё оборудование.

3.10. Не допускать опасных приемов и методов работы на станках с ЧПУ. Все подготовительные работы на станках с ЧПУ проводить в их обесточенном состоянии или в режиме «Наладка»:

- по установке и замене инструмента, приспособлений, заготовок и деталей и т.д.;
- по регулировке механических узлов и систем смазки.

3.11. Не работать без ограждения вращающихся частей в рабочей зоне станка.

3.12. Не вмешиваться в автоматический цикл работы станка с помощью переключателей, кнопок, других элементов на панелях управления станка, электронного устройства и другого оборудования, кроме «Прекращения общего цикла».

3.13. Следить за тем, чтобы зона обслуживания станков не была загромождена заготовками, обработанными деталями, инструментом, приспособлениями, стеллажами и тумбочками, прочими предметами.

3.14. Следить за обеспечением надежной защиты от сходящей и отлетающей от режущего инструмента стружки и окалины, а также брызг и вытекания под ноги СОЖ.

3.15. Своевременно убирать зону обслуживания от стружки, не допускать нахождения её под ногами, периодически протирать арматуру и лампы местного освещения, следить за чистотой и порядком на рабочем месте.

3.16. В случае недостаточно отработанного технологического процесса обработки заготовки на станках с ЧПУ (частые поломки инструмента, колебания припусков на заготовках, трудности с настройкой, наладкой и настройкой станка и оборудования, выдерживания в процессе обработки операционных размеров и т.д.) сообщить преподавателю.

3.17. Прежде чем снять заготовку со станка, нужно остановить станок, для чего отвести режущий инструмент фрезерного станка от обрабатываемой заготовки на безопасное расстояние и выключить вращение инструмента.

3.18. При возникновении вибрации остановить фрезерный станок. Проверить крепление инструмента и заготовки, сообщить преподавателю и под его руководством принять меры к устранению вибрации.

3.19. При выполнении работы на фрезерном станке строго соблюдать требования настоящей инструкции по охране труда и технике безопасности при работе на фрезерном станке в станкоинструментальном классе.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.

4.1. При внезапном отключении электричества немедленно выключить пусковую кнопку.

4.2. При возникновении неисправности в работе фрезерного станка с ЧПУ, поломки фрезы или другого инструмента, при неисправности заземления корпуса прекратить работу, выключить станок и сообщить об этом преподавателю. Без разрешения преподавателя к работе не приступать.

4.3. При возгорании электрооборудования фрезерного станка немедленно выключить его, сообщить преподавателю.

4.4. В случае возникновения аварийной ситуации, опасности для своего здоровья или здоровья остальных учащихся отключить фрезерный станок с ЧПУ, покинуть опасную зону и сообщить об опасности преподавателю.

4.5. При получении учащимся травмы сообщить об этом преподавателю. Преподаватель сообщает о случившемся администрации общеобразовательного учреждения, оказывает первую помощь пострадавшему, сопровождает учащегося в медицинский пункт.

5. Требования охраны труда по окончании работы

5.1. По окончании работы необходимо выключить станок и электродвигатель.

5.2. Аккуратно убрать стружку и пыль от заготовки, детали со станка с помощью щетки. Запрещается сдувать стружку, пыль ртом или сметать ее рукой.

5.3. Очистить и аккуратно сложить заготовки, детали и инструмент в отведенное место.

5.4. Привести в порядок свое рабочее место, индивидуальные средства защиты.

5.5. Сообщить обо всех неисправностях и недостатках, обнаруженных во время работы фрезерного станка с ЧПУ преподавателю.

5.6. Снять спецодежду и тщательно вымыть руки с мылом.

5.7. Выходить из станкоинструментального класса только с разрешения преподавателя.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Микроэлектроника: технологии и схемотехника» (Базовый уровень)

РАЗДЕЛ 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа разработана в рамках реализации проекта «Создание, развитие и координационное сопровождение проекта «Станкоинструментальный класс» программы развития «Приоритет-2030» МГТУ «СТАНКИН».

Основные характеристики дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «**Микроэлектроника: технологии и схемотехника**».

Направленность: техническая

Уровень программы: базовый

Возраст обучающихся: 14–18 лет (7–11 класс школы)

Форма организации занятий: групповая с индивидуальным консультированием.

Количество часов: 36 академических часов

Режим занятий: занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа (время занятий включает 45 мин. учебного времени и обязательный 15-минутный перерыв).

Обучение проводится с учетом индивидуальных способностей обучающихся, их уровня знаний и умений. Базовые знания, полученные на теоретических и практических занятиях, позволяют перейти к углубленному изучению каждого из разделов программы и выбрать интересный проект из списка предлагаемых,

либо на основе имеющихся компонентов по договорённости с преподавателем, предложить свой вариант проекта для индивидуальной реализации.

Занятия начинаются с теоретического материала в виде лекций, затем учебный материал закрепляется самостоятельно на практических работах.

Теоретические занятия проводятся в виде:

- лекций;
- бесед;
- видео-просмотров сюжетов работы запрограммированных устройств;
- дискуссий;
- игровых программ, конкурсов.

Основное время отводится практическим занятиям. Практические занятия проводятся в формах:

- индивидуальных творческих проектов по созданию микроконтроллерного устройства;
- проектов, выполняемых командой. В качестве списка рекомендованных проектов могут выступать:
 - Ambilight – подсветка на базе адресных светодиодов: может использоваться как подсветка к домашнему монитору;
 - умный датчик: сбор информации об окружающей среде и отправка на готовое мобильное приложение на основе платы NodeMCU или аналогичных;
 - распознавание лица и слежение за ним: на базе готового решения;
 - библиотека OpenCV, которая будет распознавать лицо и передавать координаты в Arduino;
 - знаменитая Gayver лампа;
 - и др. проекты.

Актуальность программы исходит из концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р, указывает на необходимость создания условий для развития у детей научно-технического творчества. «Микроэлектроника: технологии и схемотехника» как направление дополнительного образования соответствует этой концепции, предоставляя учащимся возможности для изучения современных технологий и развития креативного мышления на базе ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Микроэлектроника играет ключевую роль в современном станкостроении, обеспечивая работу систем числового программного управления (ЧПУ), датчиков контроля и промышленных контроллеров, которые координируют все производственные процессы. Благодаря микроэлектронным компонентам достигается высокая точность обработки материалов, автоматизируется управление станками,

осуществляется мониторинг параметров работы оборудования в режиме реального времени, а также обеспечивается интеграция станков с системами искусственного интеллекта и промышленного интернета вещей. Это позволяет существенно повысить производительность оборудования, минимизировать ошибки при обработке, создавать сложные траектории движения и внедрять роботизированные системы.

Являясь движущей силой технологического развития современного станкостроения, микроэлектроника представляет собой критически важный компонент в подготовке будущих специалистов станкоинструментальной отрасли, поэтому её изучение занимает центральное место в образовательной программе «Станкоинструментальный класс», формируя у учащихся необходимые компетенции для работы с передовыми производственными технологиями.

Новизна программы состоит в применении проектно-ориентированного обучения, где учащиеся самостоятельно разрабатывают и реализуют проекты от концептуализации до готового прототипа. Учащиеся объединены в команды, которые выполняют проектные работы по одной заданной теме и под одну и ту же задачу – защита проекта. При этом задействованы не только те преимущества обучения, которые дает работа в команде, но и взаимодействие и, одновременно, конкуренция команд, как в процессе конструирования электронных программируемых модулей, так и на защите проекта. Это позволяет не только усвоить теоретические принципы схемотехники, но и развить инженерное мышление, навыки решения проблем и командной работы.

Отличительные особенности программы заключаются в интеграции междисциплинарного подхода к обучению, сочетающего теоретические знания с практической деятельностью на основе передовых технологий. Традиционные образовательные методики, как правило, фокусируются на теоретическом изучении схемотехники, оставляя ограниченные возможности для самостоятельного проектирования и прототипирования электронных устройств. Настоящая программа, напротив, предлагает учащимся погрузиться в практический процесс создания схем и устройств, используя современные инструменты и компоненты.

Педагогическая целесообразность программы обусловлена особенностями данного возрастного периода, характеризующегося интенсивным развитием когнитивных, социальных и личностных сфер. Данный возраст, согласно периодизации развития, является периодом ранней юности, который ставит перед подростком задачи профессионального самоопределения и формирования системы ценностей.

В возрасте 14–18 лет происходит становление формально-логического мышления. Программа «Микроэлектроника: технологии и схемотехника» предоставляет платформу для применения этих когнитивных навыков через решение

практических задач, связанных с проектированием и созданием электронных устройств. Умение анализировать схемы, выявлять взаимосвязи между компонентами и прогнозировать результат работы схемы развивает абстрактное и системное мышление, необходимое для успешной адаптации в современном технологическом мире.

Обучение и развитие неразрывно связаны, и обучение должно идти «вперед развития». В данной программе учащиеся получают возможность не только усваивать знания, но и реализовывать собственные проекты, опираясь на поддержку педагогов, тем самым формируя зону ближайшего развития. Успехи в проектной деятельности, создание реально работающих устройств повышают самооценку, развивают навыки целеполагания и настойчивости.

В ранней юности особенно важным становится общение со сверстниками, совместная работа и обмен идеями. Программа «Микроэлектроника: технологии и схемотехника» предоставляет возможность работать в команде, совместно решая сложные технические задачи. Обсуждение идей, распределение ролей, взаимная помощь и поддержка формируют навыки социального взаимодействия, необходимые для успешной реализации как личных, так и профессиональных целей.

Данная программа может стать отправной точкой для выбора будущей профессии в инженерной или технической сфере. Полученные знания и навыки дадут учащимся преимущества при поступлении в высшие учебные заведения и помогут в дальнейшем трудоустройстве.

Таким образом, настоящая программа дополнительного образования является педагогически целесообразной для школьников 7–11 классов, поскольку учитывает особенности их возрастного развития, способствует формированию когнитивных, социальных и личностных компетенций, а также содействует профессиональному самоопределению в условиях современной технологической среды.

Цель программы – познакомить учащихся с современными технологиями микроэлектроники, принципами построения электронных схем и основами проектирования микроэлектронных устройств, а также изучить базовые понятия об электронных компонентах и их взаимодействие между собой.

Задачи программы

в обучении:

- Обучить основам техники через изучение элементов электронных устройств;
- Дать базовые знания по электронике;
- Обучить работе с измерительными и контрольными приборами;

- Дать знания о проектировании электрических схем;
- Обучить работать с научно-технической литературой;
- Обучить самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования;

в развитии:

- Развить навыки инженерного мышления и умение самостоятельно конструировать технические устройства;
- Развить навыки самостоятельной работы с литературой и интернет-ресурсами;
- Развить творческую активность;
- Развить умение решать практические задачи;

в воспитании:

- Воспитать уважение к коллективу;
- Привить умение общаться со сверстниками и взрослыми;
- Воспитать уважение к чужому труду;
- Воспитать интерес к конструированию и техническому творчеству.

Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения программы обучающиеся будут:

знать:

- Правила безопасной работы на технологическом оборудовании и с инструментом;
- Терминологию (названия основных компонентов устройств);
- Правила работы с литературой и интернет-ресурсами;
- Правила составления, проектирования и конструирования принципиальных электрических схем или устройств;
- Основные этапы развития электроники;
- Уровень развития электроники в настоящее время;
- Области применения электрических схем;

уметь:

- Определять параметры компонентов (сопротивления резисторов и кабелей, емкости конденсаторов, и др.);
- Подбирать необходимый компонент по его параметрам;
- Изучать в действии технические устройства и их элементы;
- Работать с научно-технической литературой, журналами, каталогами;
- Пользоваться простыми измерительными приборами и инструментом; собирать электрические узлы;
- Читать простые электрические схемы;

- Собирать электрические схемы;
- Определять простейшие неисправности в работе схем;
- Формировать команду для работы над проектом и распределять обязанности;
- Готовить материалы к защите и уметь представлять их.

РАЗДЕЛ 2. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В процессе реализации программы используются следующие виды контроля:

Входной (диагностический) контроль. Входной контроль направлен на определение исходного уровня знаний и умений собранной группы. Его основной целью является выявление предварительной подготовки обучающихся в области физики, математики и основ электротехники, необходимой для успешного освоения учебного материала. Оценочные материалы, используемые в рамках входного контроля, включают в себя тестовые задания и устное собеседование, позволяющие оценить понимание базовых концепций.

Примеры вопросов для тестирования:

1. Что такое электрический ток?
2. В каких единицах измеряется напряжение?
3. Что такое сопротивление?
4. Назовите основные элементы электрической цепи.
5. Какие материалы являются проводниками электрического тока?

Примеры вопросов для устного собеседования:

1. Объясните, что такое электрическая цепь.
2. Какие типы электрических соединений вы знаете?
3. Какие приборы используются для измерения электрического тока и напряжения?

Критерии оценивания:

1. Количество правильных ответов в тесте.
2. Полнота и точность ответов на вопросы при устном собеседовании.
3. Уровень понимания основных терминов и понятий.

Результаты входного контроля служат основой для корректировки учебного плана и дифференцированного подхода к обучению, обеспечивая оптимальную траекторию образовательного процесса для каждого учащегося. Полученные

данные также позволяют сформировать группы (команды) с учетом уровня предварительной подготовки, что способствует более эффективному взаимодействию и обмену опытом между обучающимися.

Текущий контроль Текущий контроль в процессе обучения схемотехнике представляет собой систему непрерывной оценки усвоения материала, направленную на мониторинг прогресса обучающихся и своевременное выявление затруднений. Он реализуется посредством разнообразных форм, включающих практические работы, мини-тесты, устные опросы и оценку участия в дискуссиях. Данные методы позволяют оценить не только понимание теоретических концепций, но и развитие практических навыков сборки, измерения и проектирования электронных схем.

Формы:

- Практические работы.
- Мини-тесты.
- Устные опросы.
- Оценка участия в обсуждениях.

Практические работы:

- Сборка простых электрических цепей на макетной плате.
- Измерение электрических параметров с помощью мультиметра.
- Пайка электронных компонентов.
- Проектирование простых схем.

Оценка: правильность сборки, точность измерений, качество пайки, соответствие схемы заданию.

Мини-тесты:

1. Как рассчитать сопротивление резистора по цветовой маркировке?
2. В чем разница между последовательным и параллельным соединением резисторов?
3. Как подключить амперметр в электрическую цепь?

Оценка: количество правильных ответов.

Устные опросы:

Вопросы по пройденному материалу.

Примеры вопросов:

1. Объясните принцип работы транзистора.
2. Для чего нужен конденсатор в электрической цепи?
3. Как работает закон Ома?

Оценка: полнота и точность ответа, понимание материала.

Оценка участия в обсуждениях. Активность на занятиях, участие в обсуждении вопросов, высказывание собственного мнения, аргументированность ответов. Оценка: активность, качество участия, аргументированность.

Результаты текущего контроля служат основой для корректировки методики преподавания и индивидуальной поддержки обучающихся, обеспечивая оптимальную траекторию усвоения материала. Полученные данные также позволяют преподавателю оперативно выявлять пробелы в знаниях и корректировать образовательный процесс для повышения эффективности обучения.

Промежуточный контроль, являясь неотъемлемой частью образовательного процесса по схемотехнике, предназначен для систематической оценки усвоения материала, представленного в рамках отдельных разделов программы. Его основной целью выступает выявление степени сформированности знаний, умений и навыков, необходимых для дальнейшего освоения курса. Формы проведения промежуточного контроля включают контрольные работы как письменного, так и комбинированного типа, а также защиту практических работ или проектов, что позволяет оценить как теоретическую подготовку, так и практическое применение полученных знаний.

По каждой изучаемой в программе теме выделены основные параметры, в соответствии с данными параметрами производится оценка знаний и умений обучающихся по указанным критериям. Таблица с оцениваемыми параметрами и соответствующими им оценкам знаний и умений приведена ниже (*табл. 1*). По уровню освоения программного материала результаты достижений обучающихся условно подразделяются на допустимый, средний и высокий уровни.

Таблица 1

**Параметры оценивания знаний, умений и навыков обучающихся
на промежуточном контроле**

Оцениваемые параметры	Критерии оценки		
	Минимальный уровень знаний и умений 1 балл	Приемлемый уровень знаний и умений 2 балла	Оптимальный уровень знаний и умений 3 балла
1. Знания в области техники безопасности			
1.1. Знания требований техники безопасности и противопожарной безопасности при работе в помещении компьютерного класса и мастерской	Слабо знает правила ТБ при работе в компьютерном классе и мастерской	Хорошо знает правила ТБ при работе в компьютерном классе и мастерской, но не всегда знает, как их применить	Отлично знает правила ТБ при работе в компьютерном классе и мастерской и самостоятельно их применяет
2. Теоретические знания в области микроэлектроники и схемотехники			
2.1. Знание особенностей различных элементов схем, способы их применения	Различает элементы, но плохо знает их особенности и принципы работы с ними	Различает элементы, знает их особенности, но не может самостоятельно применять свои знания	Хорошо различает элементы, знает их особенности и принципы работы, применяет свои знания
2.2 Анализ и интерпретация схем	Затрудняется в анализе схем	Может анализировать простые схемы и определять их основные функции	Анализирует сложные схемы, определяет их функциональные особенности, выявляет возможные проблемы и предлагает пути их решения
2.3 Решение задач по схемотехнике	Может решить простые задачи по образцу	Решает задачи средней сложности, требующие применения знаний	Решает сложные и нестандартные задачи, требующие анализа и творческого подхода

Окончание табл. 1

Оцениваемые параметры	Критерии оценки		
	Минимальный уровень знаний и умений 1 балл	Приемлемый уровень знаний и умений 2 балла	Оптимальный уровень знаний и умений 3 балла
3. Практические навыки в области микроэлектроники и схемотехники			
3.1 Применение знаний по схемотехнике на практике	Не умеет применять знания по схемотехнике на практике	Может применить знания для решения простых практических задач	Активно применяет знания для реализации собственных проектов, демонстрирует навыки конструирования и отладки схем
3.2 Умение разработать электрическую схему	Разрабатывает схему, но расчет основных номиналов и подбор элементов производит неправильно	Разрабатывает работоспособную схему под руководством педагога	Самостоятельно разрабатывает работоспособную схему
3.3 Умение изготовить собственную модель	Изготавливает модель с затруднениями и помощью педагога	Изготавливает модель без затруднений, но все равно ждет помощи педагога	Изготавливает модель самостоятельно
4. Личностные качества обучающегося			
4.1 Коммуникабельность	Обращается за помощью только когда, когда совсем заходит «в тупик»	Легко общается с людьми, но не всегда обращается за помощью при затруднениях в работе	Всегда обращается за помощью при затруднениях и сам готов помочь, легко общается с людьми
4.2 Трудолюбие	Работу выполняет не всегда аккуратно, неохотно исправляет ошибки	Работу выполняет охотно, но ошибки исправляет после вмешательства педагога	Работу выполняет охотно и тщательно, стремится самостоятельно исправлять ошибки
4.3 Креативность	Неохотно проявляет фантазию и творческий подход при изготовлении моделей	Неохотно проявляет фантазию, но использует творческий подход при изготовлении моделей	Всегда проявляет фантазию и творческий подход при изготовлении моделей

Результаты промежуточного контроля служат основанием для выявления проблемных зон в усвоении материала и внесения корректировок в учебный процесс. Полученные данные позволяют определить готовность обучающихся к освоению последующих разделов программы и углублению знаний в области микроэлектроники и схемотехники.

Итоговый контроль

После прохождения программы, обучающиеся сдают зачет в форме защиты командных творческих проектов. Оценка производится в форме коллективного просмотра и обсуждения их достоинств и недостатков. При изложении оценки педагог отмечает достоинства и недостатки выполненной работы, но основной акцент делает на ее достоинства, чтобы у обучающихся сформировалось ощущение успеха с нацеленностью на исправление недостатков. Фиксация результатов обучающихся происходит в форме протокол аттестации (табл. 2).

Таблица 2

Протокол аттестации проекта

Название проекта	Критерии оценивания								
	Актуальность выбранной темы (0-3 балла)	Логичность и полнота представленных материалов (0-3 балла)	Обоснование использованных методов (0-3 балла)	Самостоятельность выполнения работы (0-3 балла)	Умение аргументировать и заключать выводы (0-3 балла)	Культура публичного выступления (0-3 балла)	Качество презентационных материалов (0-3 балла)	Умение отвечать на вопросы (0-3 балла)	Сумма (максимально 24 балла)

РАЗДЕЛ 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебно-тематический план

№ п/п	Названия разделов и тем	Количество часов			Вид контроля
		всего	теория	практика	
1.	Вводное занятие	2	2	-	Входной
2.	Основы схемотехники	16	6	10	
2.1.	История микроэлектроники и схемотехники. Основные понятия курса. Сборка простейшей схемы.	2	1	1	Текущий
2.2.	Электрический ток, напряжение, сопротивление. Закон Ома. Сборка схем по пройденной теме.	2	1	1	
2.3	Основные компоненты: резисторы, конденсаторы, светодиоды, фоторезисторы, делитель напряжения. Сборка схем по пройденной теме.	4	1	3	
2.4	Проводники, диэлектрики, полупроводники. Сборка схем по пройденной теме.	4	2	2	
2.5	Логические элементы (И, ИЛИ, НЕ) и их применение. Микросхемы. Сборка схем по пройденной теме.	4	1	3	Промежуточный
3.	Практическая схемотехника	8	1	7	
3.1.	Правила техники безопасности, знакомство с инструментами и основными компонентами.	2	1	1	Текущий
3.2.	Практическое обучение пайке, сборке простых схем на макетной плате, переносе схем на печатные платы и отладке.	2	—	2	

№ п/п	Названия разделов и тем	Количество часов			Вид контроля
		всего	теория	практика	
3.3	Создание функциональных схем на основе изученных компонентов и технологий.	4	–	4	Промежуточный
4.	Проектная деятельность	8	1	7	
4.1	Выбор темы и планирование проекта.	2	1	1	Текущий
4.2	Проектирование и сборка схемы творческого проекта.	4	–	4	
4.3	Подготовка к защите, создание презентации.	2	–	2	Промежуточный
5.	Защита проекта	2	–	2	Итоговый
Итого:		36	10	26	

Содержание учебно-тематического плана

1. Вводное занятие.

Теоретическая часть. Представление преподавателя (опыт работы, интересы в области электроники). Знакомство с учащимися (имя, класс, мотивация изучения микроэлектроники). Краткий обзор целей и задач курса, ожидаемых результатов. Значение микроэлектроники для развития технологий и инноваций. Демонстрация интересных электронных устройств или проектов, созданных с применением микроэлектроники. Основные правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Краткое повторение основных тем занятия. Ответы на вопросы учащихся. Объявление темы следующего занятия. Мотивация к дальнейшему изучению схемотехники.

Раздел 2. Основы микроэлектроники и схемотехники

Тема 2.1. История микроэлектроники и схемотехники. Основные понятия курса.

Теоретическая часть. Объяснение, почему важно изучать не только как работает микроэлектроника, но и как она развивалась. Определение и основные элементы (источник питания, проводники, потребитель, выключатель). Типы электрических цепей: последовательная, параллельная, смешанная. Изображение цепей на схемах (схематическое обозначение элементов). История схемотехники. Ранние этапы (до XIX века): (открытие электричества и первые эксперименты (исследования Лейденской банки, работы Фарадея, первые электрические устройства (электростатические машины, гальванические элементы)). XIX век: начало электротехники (изобретение телеграфа, телефона (работы Морзе, Белла)), развитие электромагнетизма (работы Максвелла), изобретение электрической лампы (Эдисон). XX век: развитие электроники (изобретение радио (работы Попова, Маркони), изобретение транзистора (Бардин, Браттейн, Шокли), появление интегральных схем (микрочипов), появление компьютеров). Роль электроники в космонавтике, медицине, телекоммуникациях. XXI век: современная схемотехника. Демонстрация иллюстраций, фотографий, видеоматериалов, связанных с историческими открытиями и изобретениями.

Практическая часть. Определение типов цепей (последовательное, параллельное) на примерах. Идентификация различных электронных компонентов. Разбор и обсуждение простых электрических схем. Сборка схемы устройств из набора «Микроник»: *рис.1(а,б) «Лампа», рис.2(а,б) «Разноцветные огни».*

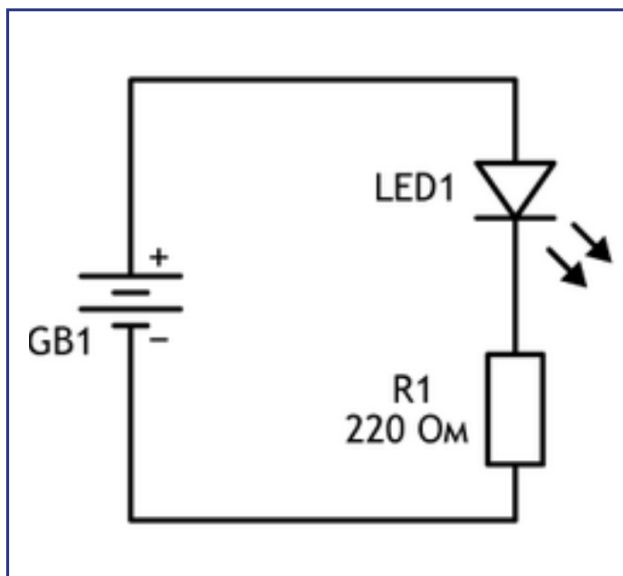


Рис. 1(а). Схема «Лампа»

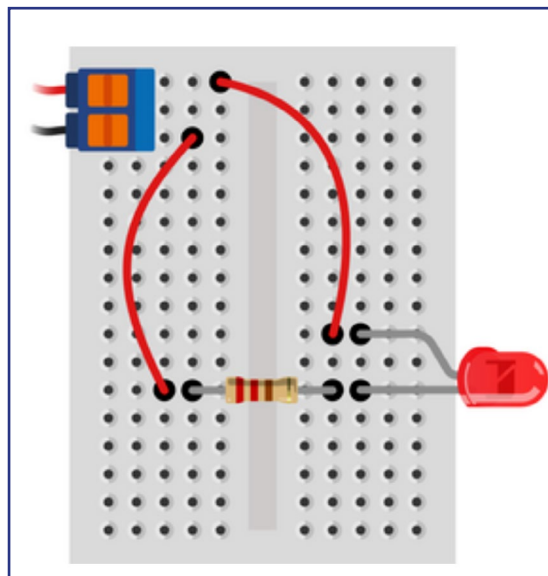


Рис. 1(б). Схема на макетной плате «Лампа»

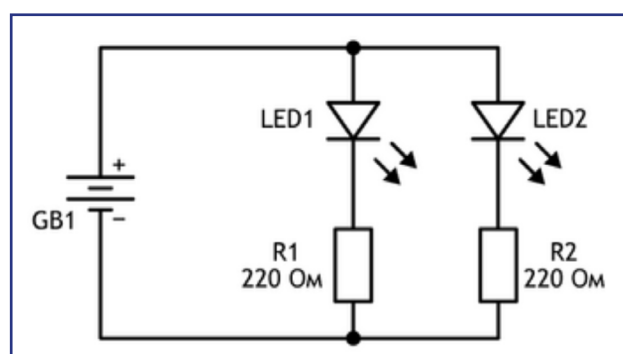


Рис. 2(а). Схема «Разноцветные огни»

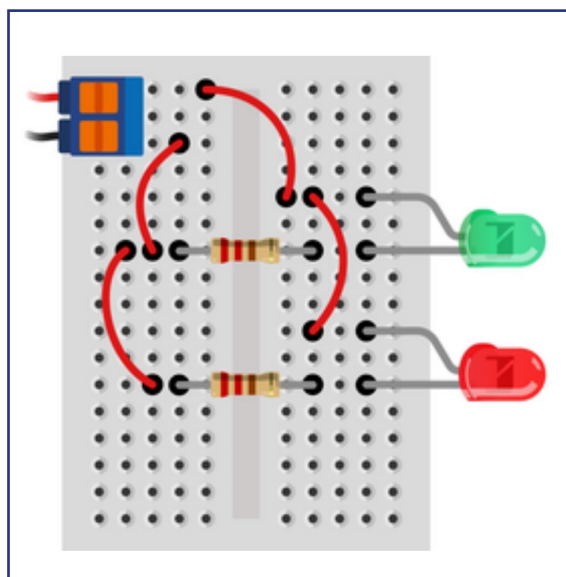


Рис. 2(б). Схема на макетной плате «Разноцветные огни»

Тема 2.2. Электрический ток, напряжение, сопротивление. Закон Ома.

Теоретическая часть. Резисторы: определение, принцип работы, типы резисторов, характеристики, маркировка, цветовой код (объяснение и тренировка), цифровая маркировка, применение, демонстрация различных типов резисторов и их маркировки.

Конденсаторы: определение, принцип работы, типы конденсаторов, характеристики, маркировка, цифровая маркировка, специальные обозначения, применение, демонстрация различных типов конденсаторов и их маркировки.

Светодиоды: определение, принцип работы, типы светодиодов, характеристики, полярность (анод (+) и катод (-)), применение, демонстрация включения светодиода с ограничительным резистором.

Фоторезисторы: определение, принцип работы, характеристики, маркировка, применение, демонстрация работы фоторезистора с использованием мультиметра.

Делитель напряжения: определение, принцип работы, формула ($U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \times R2 / (R1 + R2)$), применение, демонстрация схемы делителя напряжения на макетной плате и расчёт выходного напряжения.

Практическая часть. Демонстрация измерения тока, напряжения и сопротивления в простых цепях с использованием мультиметра. Краткий опрос: какие единицы измерения у тока, напряжения, сопротивления, какая формула закона Ома. Сборка схемы устройств из набора «Микроник»: *рис. 3 (а, б)* «Бочонок с электричеством», *рис. 4 (а, б)* «Телеграф».

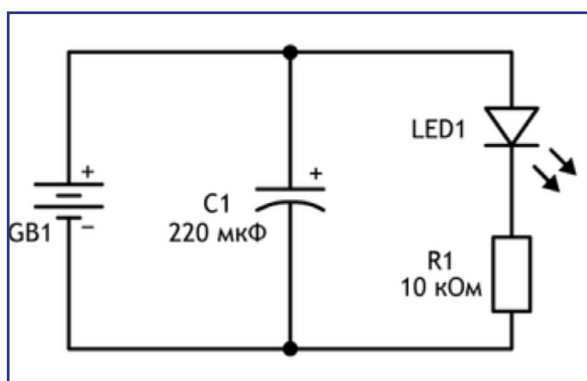


Рис. 3(а). Схема «Бочонок с электричеством»

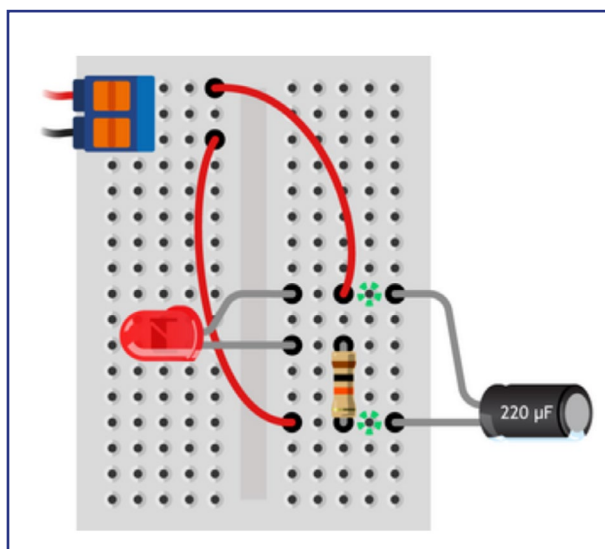


Рис. 3(б). Схема на макетной плате «Бочонок с электричеством»

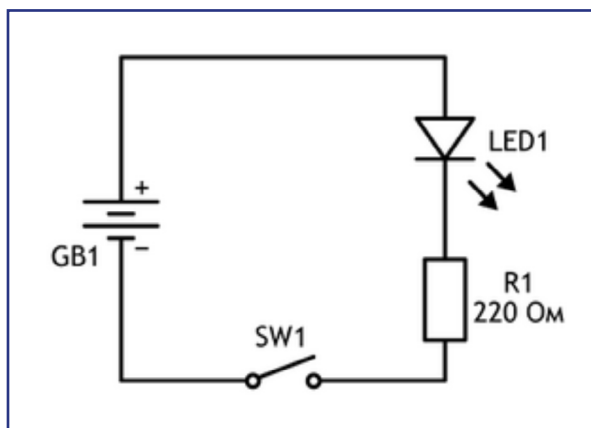


Рис. 4(а). Схема «Телеграф»

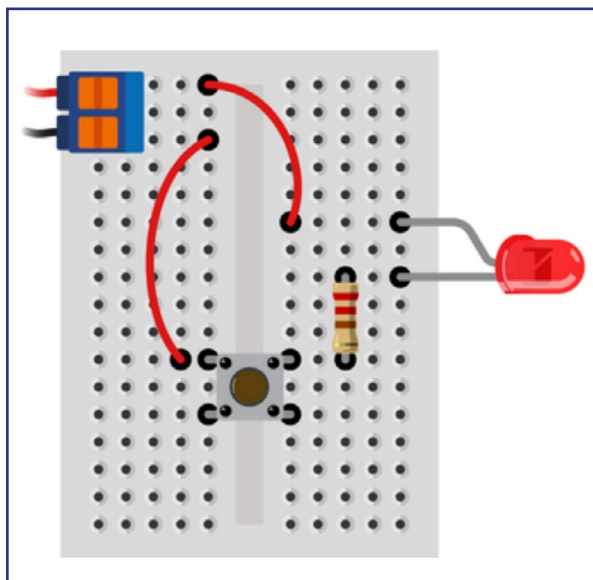


Рис. 4(б). Схема на макетной плате «Телеграф»

Тема 2.3. Основные компоненты: резисторы, конденсаторы, светодиоды, фоторезисторы, делитель напряжения.

Теоретическая часть. Электрический ток: определение, аналогия (поток воды в трубе, движение людей в толпе), направление тока, единицы измерения, прибор для измерения тока (амперметр, его включение в цепь), демонстрация мультиметра в режиме амперметра.

Напряжение: определение, аналогия (разница высот (чем больше перепад высот, тем сильнее поток воды), давление в трубе), единицы измерения, прибор для измерения напряжения (вольтметр, его включение в цепь), демонстрация мультиметра в режиме вольтметра. Источники напряжения (батарейки, аккумуляторы, блоки питания).

Сопротивление: определение, аналогия (сужение трубы, трение в движении), единицы измерения, приборы для измерения сопротивления (омметр, его включение в цепь), демонстрация мультиметра в режиме омметра.

Закон Ома: формулировка (сила тока в цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению), формула: $I = U/R$ (где I – ток, U – напряжение, R – сопротивление), треугольник Ома (мнемоническое правило для запоминания формулы и её преобразований ($U=IR$, $R=U/I$)). Применение закона Ома (расчет тока, напряжения и сопротивления в простых цепях, демонстрация расчётов на простых примерах, решение задач на основе закона Ома).

Практическая часть. Идентификация электронных компонентов на реальных примерах. Сборка схемы устройств из набора «Микроник»: *рис. 5 (а, б) «Диммер», рис. 6 (а, б) «Светофор», рис. 7 (а, б) «Глупый светильник», рис. 8 (а, б) «Умный светильник».*

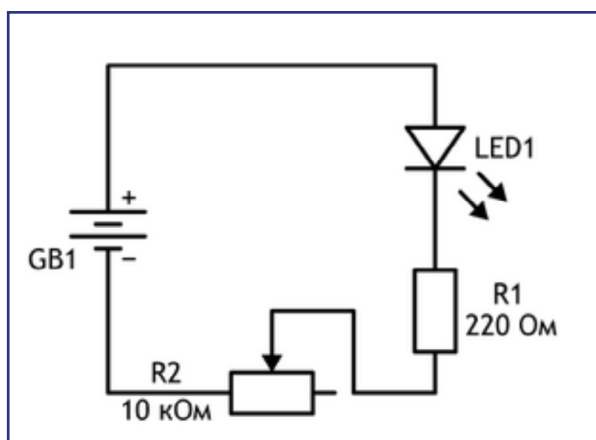


Рис. 5 (а). Схема «Диммер»

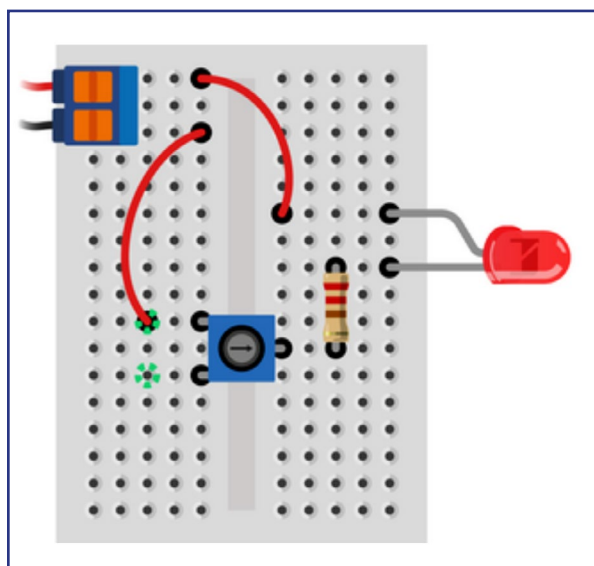


Рис. 5 (б). Схема на макетной плате «Диммер»

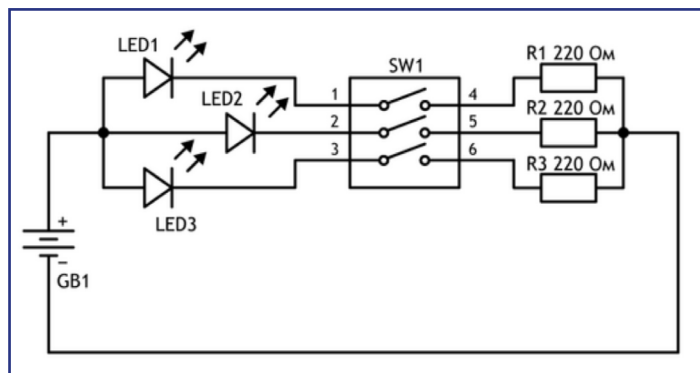


Рис. 6 (а). Схема «Светофор»

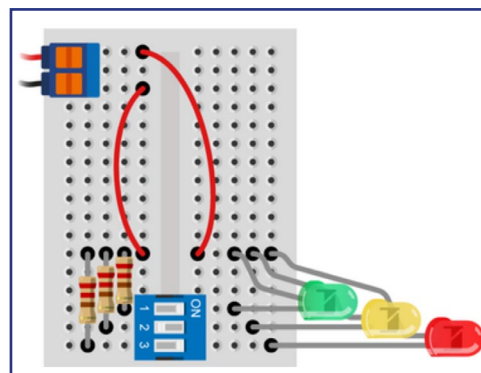


Рис. 6 (б). Схема на макетной плате «Светофор»

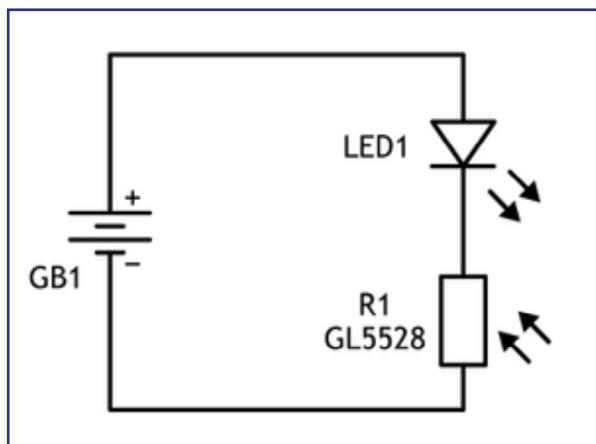


Рис. 7 (а). Схема «Глупый светильник»

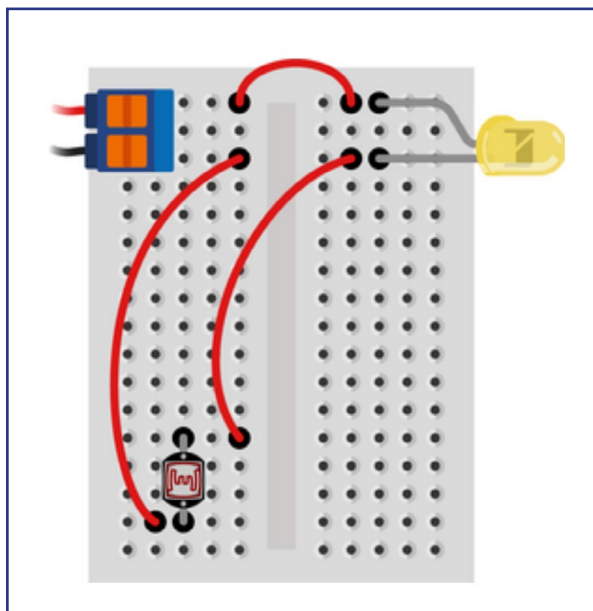


Рис. 7 (б). Схема на макетной плате «Глупый светильник»

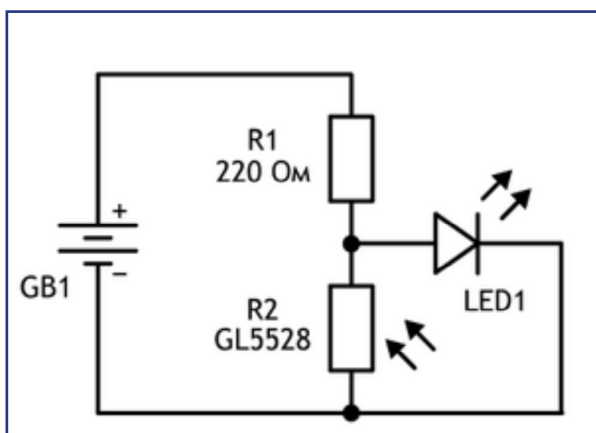


Рис. 8 (а). Схема «Умный светильник»

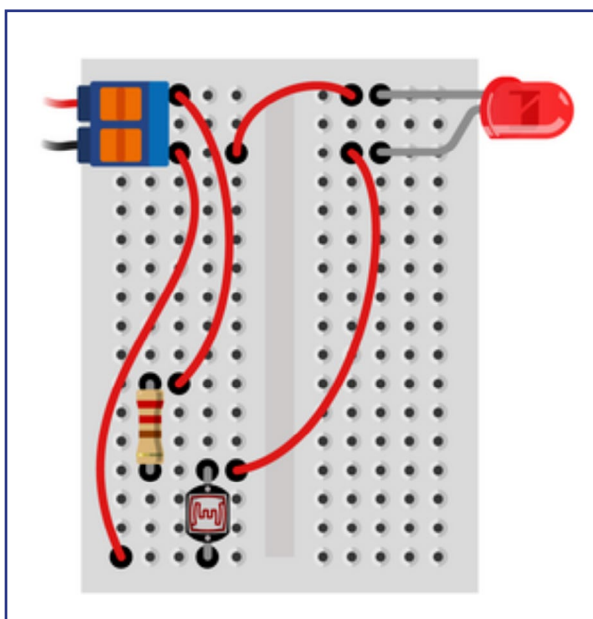


Рис. 8 (б). Схема на макетной плате «Умный светильник»

Тема 2.4. Проводники, диэлектрики, полупроводники.

Теоретическая часть. Электропроводность: (определение, механизм проводимости, удельная проводимость (σ) и удельное сопротивление (ρ), понятие, взаимосвязь, единицы измерения, роль в определении типа материала).

Проводники: определение, строение, примеры, применение, зависимость сопротивления от температуры. Диэлектрики: определение, строение, свойства, примеры, применение. Полупроводники: определение, строение, собственная и примесная проводимость, применение, зависимость проводимости от температуры и освещения (демонстрация фоторезистора и его зависимости от освещения)

Практическая часть. Идентификация электронных компонентов на реальных примерах. Сборка схемы устройств из набора «Микроник»: *рис. 9 (а, б)* «Волшебные пальцы», *рис. 10 (а, б)* «Кодовый замок».

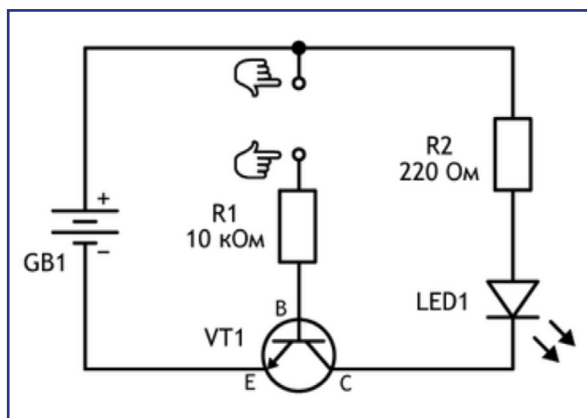


Рис. 9 (а). Схема «Волшебные пальцы»

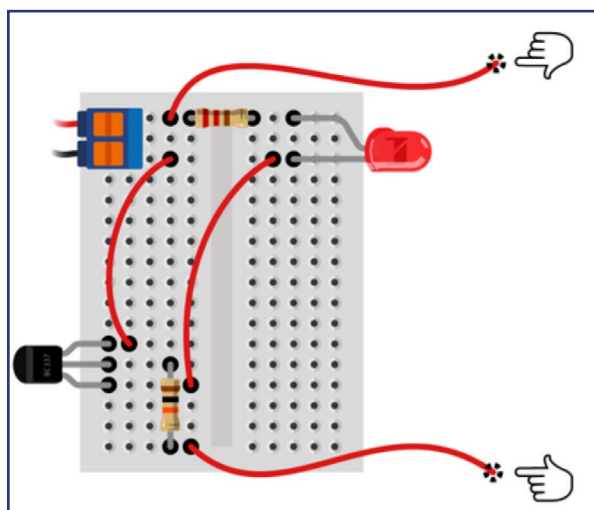


Рис. 9 (б). Схема на макетной плате «Волшебные пальцы»

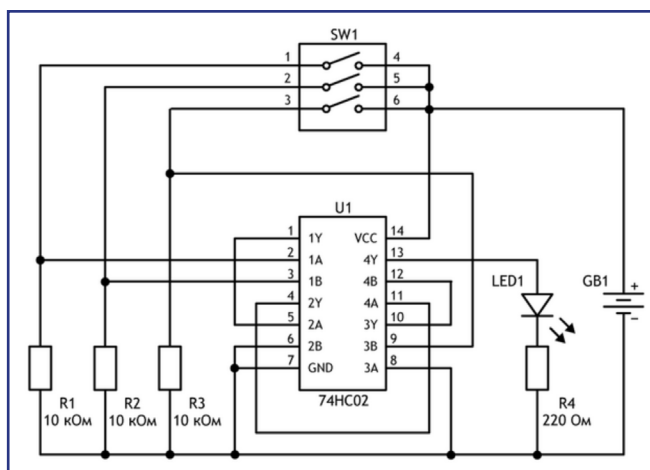


Рис. 10 (а). Схема «Кодовый замок»

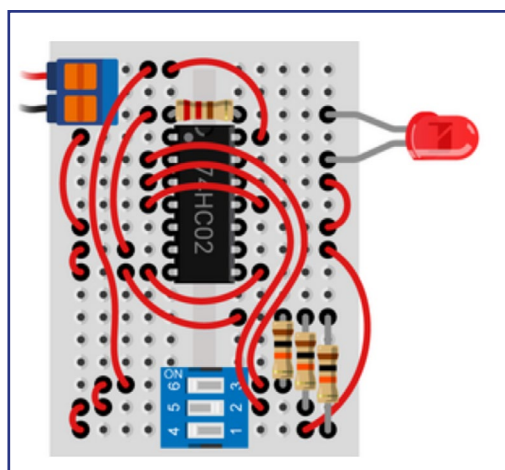


Рис. 10 (б). Схема на макетной плате «Кодовый замок»

Тема 2.5. Логические элементы (И, ИЛИ, НЕ) и их применение.

Микросхемы.

Теоретическая часть. Основы цифровой электроники: аналоговый и цифровой сигнал, двоичная система счисления, логические уровни. Логический элемент «И» (AND): определение, условное обозначение (графическое изображение на схемах), таблица истинности, применение, демонстрация работы элемента «И» на макете с использованием светодиодов и переключателей. Логический элемент «ИЛИ» (OR): определение, условное обозначение (графическое изображение на схемах), таблица истинности, применение, демонстрация работы элемента «ИЛИ» на макете. Логический элемент «НЕ» (NOT): определение, условное обозначение (графическое изображение на схемах), таблица истинности, применение, демонстрация работы элемента «НЕ» на макете.

Комбинационные логические схемы «И», «ИЛИ», «НЕ» для создания сложных логических функций. Объяснение на примере простых комбинаций: (И-НЕ, ИЛИ-НЕ) (комбинации двух элементов).

Микросхемы: определение, преимущества, типы микросхем, корпуса микросхем, демонстрация различных типов микросхем.

Практическая часть. Идентификация электронных компонентов на реальных примерах. Сборка простой схемы с использованием логических элементов на макет. Сборка схемы устройств из набора «Микроник»: *рис. 11(а, б) «Маяк»*, *рис. 12 (а, б) «Сигнализация»*, *рис. 13 (а, б) «Выключатель для коридора»*.

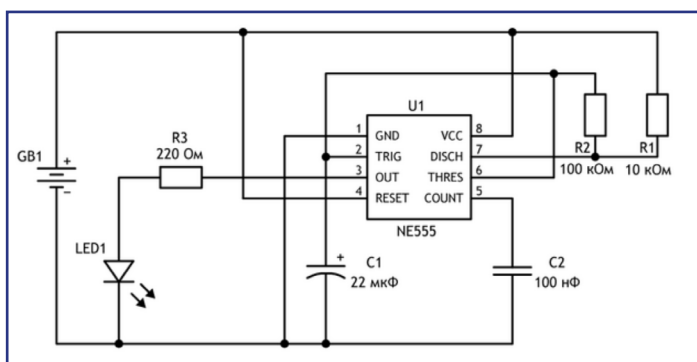


Рис. 11 (а). Схема «Маяк»

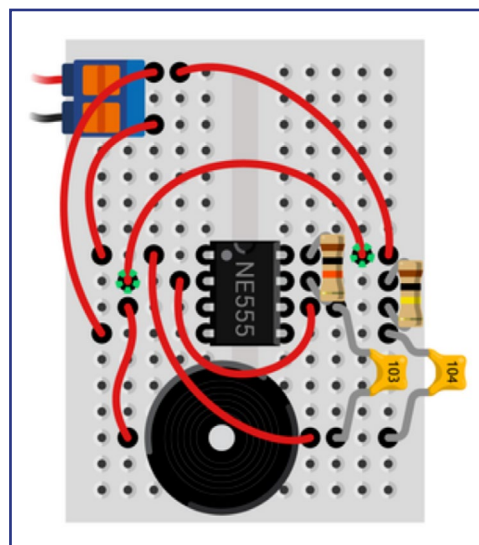


Рис. 11 (б). Схема на макетной плате «Маяк»

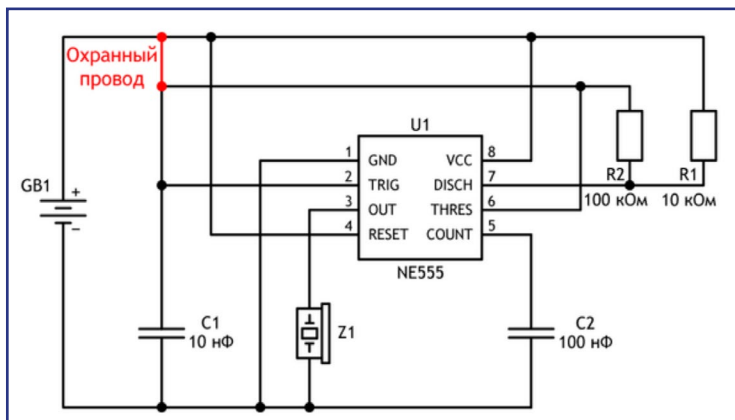


Рис. 12 (а). Схема «Сигнализация»

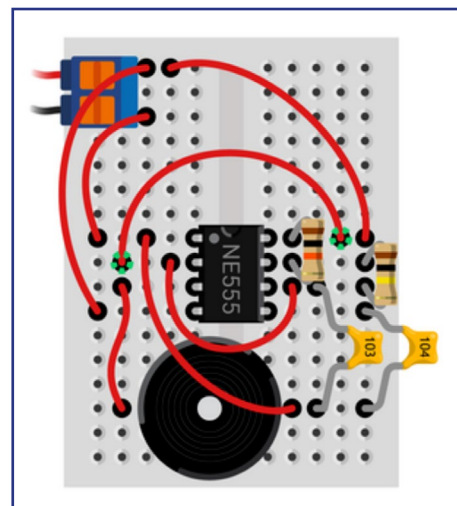


Рис. 12 (б). Схема на макетной плате «Сигнализация»

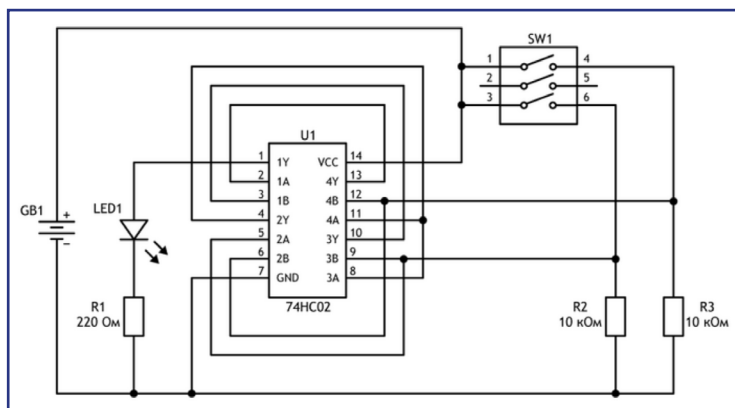


Рис. 13 (а). Схема «Выключатель для коридора»

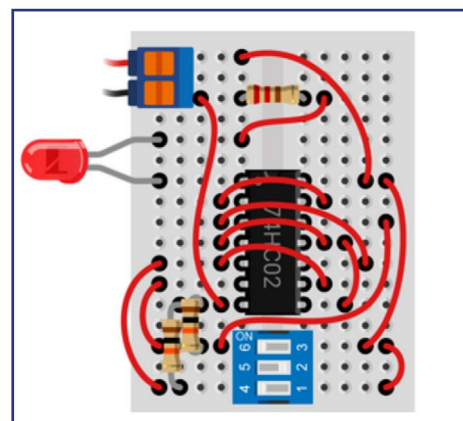


Рис. 13 (б). Схема на макетной плате «Выключатель для коридора»

Раздел 3. Практическая схемотехника

Тема 3.1. Правила техники безопасности, знакомство с инструментами и основными компонентами.

Теоретическая часть. Объяснение важности соблюдения техники безопасности и знания инструментов для успешной практической работы. Общие правила работы в лаборатории. Правила работы с паяльником, припоем. Первая помощь при ожогах. Демонстрация правильной работы с паяльником и припоем. Объяснение последствий несоблюдения правил техники безопасности.

Инструменты для пайки и монтажа: паяльник (паяльники с регулировкой температуры, импульсные паяльники, жала для паяльников (формы и размеры), правила ухода за паяльником), припой: состав, диаметр припоя, кусачки (бокорезы), пинцет, стриппер (инструмент для зачистки проводов), отсос для припоя или оплетка, мультиметр, увеличительное стекло (лупа), макетная плата. Демонстрация каждого инструмента и его применения.

Практическая часть. Идентификация инструментов и электронных компонентов. Практическое упражнение по подготовке рабочего места для пайки.

Тема 3.2. Практическое обучение пайке, сборке простых схем на макетной плате, переносе схем на печатные платы и отладке.

Практическая часть. Подготовка паяльника и рабочего места. Подготовка припоя и канифоли/флюса. Демонстрация различных видов пайки (пайка выводов компонентов, соединение проводов). Тренировка в пайке на отдельных компонентах (резисторы, конденсаторы, провода) на макетной плате. Контроль качества пайки (надежность соединения, внешний вид пайки). Помощь учащимся в освоении навыков пайки. Учащиеся выполняют несколько соединений, и демонстрируют преподавателю.

Выбор простой схемы для сборки (например, мигающий светодиод на транзисторах, управление светодиодом с помощью фоторезистора). Изучение схемы и ее компонентов. Распределение ролей (если работа выполняется в группах). Сборка схемы на макетной плате (подключение компонентов, прокладка проводов). Проверка правильности сборки по схеме. Включение питания и тестирование работоспособности схемы. Устранение ошибок и неисправностей. Учащиеся собирают схему и показывают преподавателю. Перенос схемы на печатную плату.

Визуальный осмотр печатной платы на наличие ошибок. Проверка соединений с помощью мультиметра (прозвонка цепей). Подключение питания и тестирование работы собранного устройства. Устранение неисправностей

и ошибок в монтаже. Настройка и калибровка устройства при необходимости. Учащиеся тестируют собранные схемы и демонстрируют преподавателю. Сбор рабочих мест и инструментов.

Тема 3.3. Создание функциональных схем на основе изученных компонентов и технологий.

Практическая часть. Сборка схемы на макетной плате (по желанию). Перенос схемы на печатную плату. Отладка и тестирование. Пайка схемы устройств из набора «Микроник»: *рис. 14.* «Железнодорожный переезд», *рис. 15.* «Клаксон», *рис. 16.* «Таймер».

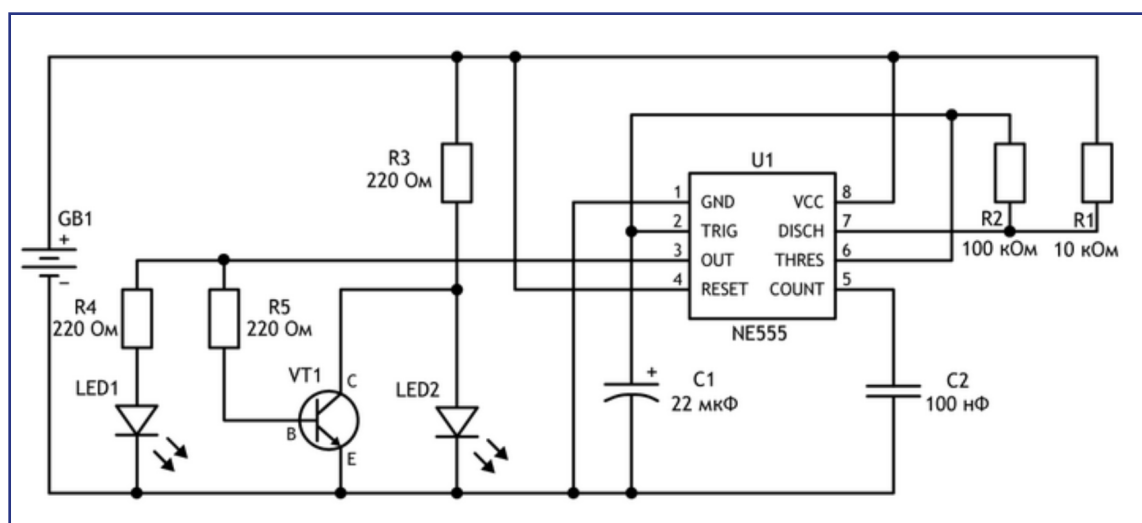


Рис. 14. Схема «Железнодорожный переезд»

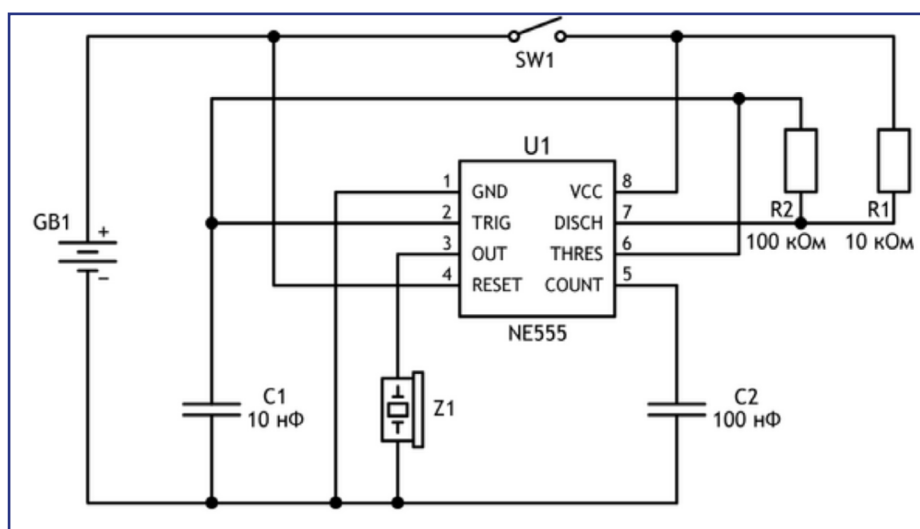


Рис. 15. Схема «Клаксон»

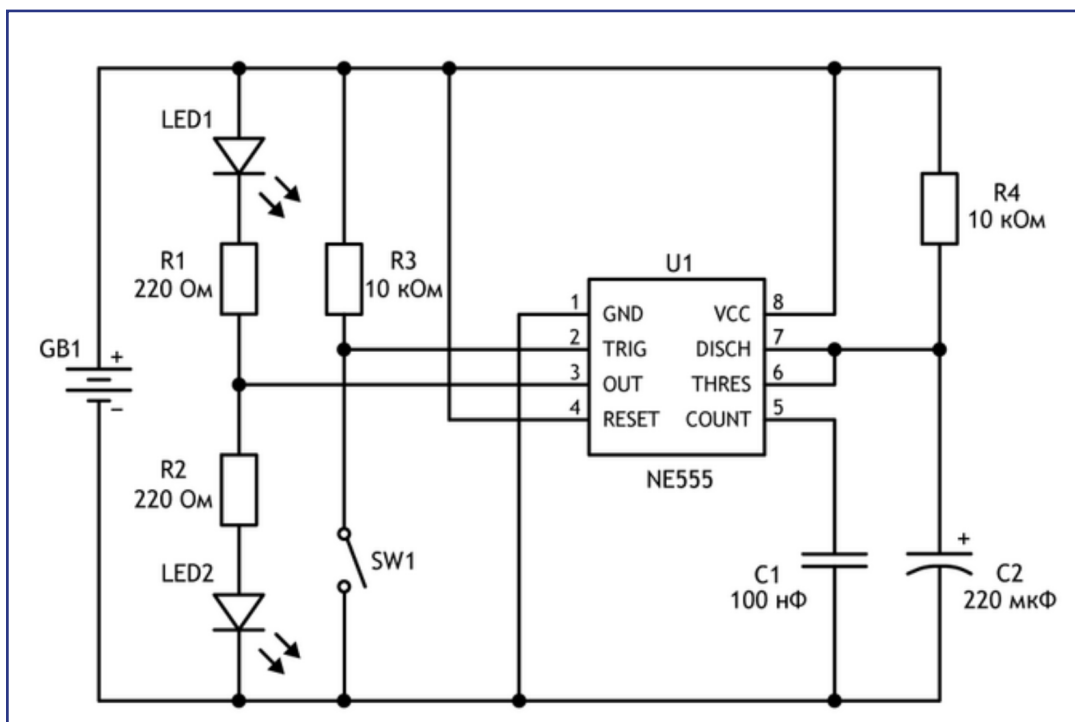


Рис. 16. Схема «Таймер»

Раздел 4. Проектная деятельность

Тема 4.1. Выбор темы и планирование проекта.

Теоретическая часть. Обсуждение различных типов проектов в микроэлектронике и схемотехнике (автоматизированные системы, устройства управления, измерительные приборы, робототехника). Критерии выбора темы проекта (интерес, актуальность, реализуемость, сложность, новизна, соответствие уровню подготовки). Формулировка цели и задач проекта.

Практическая часть. Поиск идей для проектов: мозговой штурм, обзор существующих проектов, анализ. Учащиеся делятся своими идеями и обсуждают их в группе. Планирование проекта (определение этапов проекта, составление графика работ).

Тема 4.2. Проектирование и сборка схемы.

Практическая часть. Определение функциональных блоков. Выбор компонентов. Создание принципиальной схемы. Анализ схемы. Сборка схемы на макетной плате. Перенос схемы на печатную плату. Отладка и тестирование. Пайка схемы.

Тема 4.3. Подготовка к защите, создание презентации.

Практическая часть. Структура защиты проекта. Создание презентации в соответствии с правилами. Подготовка к выступлению, техника публичных выступлений, подготовка наглядных материалов. Демонстрация готового устройства.

Раздел 5. Защита проекта

Практическая часть. Представление проектов. Демонстрация презентации, подготовленной на предыдущем занятии. Использование наглядных материалов. Демонстрация работы устройства. Объяснение принципа работы и особенностей. Ответы на вопросы комиссии и других учащихся. Оценка выступления. Время на одного выступающего: 5 минут на выступление, 5 – на вопросы. Обсуждение и обратная связь.

РАЗДЕЛ 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-техническое обеспечение программы

В соответствии с Санитарно-эпидемиологическими требованиями к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи (Санитарные правила СП 2.4.3648-20) для организации учебного процесса предъявляются требования к помещению для учебных занятий, мебели, оборудованию и оснащению учебного процесса.

Наличие собственной территории, набор помещений определяются направленностью реализуемых дополнительных общеобразовательных программ и видом спорта. Раздевалки для верхней одежды размещают на первом или цокольном (подвальном) этаже хозяйствующего субъекта. В организациях с количеством до 20 человек допустимо оборудование одного туалета. Для персонала выделяется отдельный туалет (кабина).

Для успешной реализации программы необходимы:

1. Помещение для занятий:

Класс-мастерская для проведения как лекционных, так и практических занятий со всем необходимым для проведения как лекций, так и практических занятий оборудованием: столы, стулья, доска, маркеры, хорошая освещённость, наличие открывающихся окон и/или система вентиляции и/или кондиционирования воздуха, наличие электророзеток на каждом рабочем месте.

2. Оборудование:

- Компьютеры в полной комплектации (монитор, мышь, клавиатура, USB порты и т.д.) – по количеству рабочих мест
- Системное программное обеспечение (LibreOffice) и программное обеспечение для проектной деятельности
- Высокоскоростной (>100Mb) доступ в Интернет
- Принтер (сетевой или подключенный к компьютеру преподавателя)
- Проектор мультимедийный
- Экран для проектора
- Доска учебная (белая)
- Паяльные станции
- Кусачки, плоскогубцы и изолента
- Термоклеевые пистолеты
- Гравировальные машинки с набором микро-сверл
- Лабораторные источники питания
- Мультиметры

3. Расходные материалы:

- Картриджи
- Бумага для принтера
- Маркеры для доски
- Средства для удаления надписей с доски
- Тетради и ручки для записи
- Набор электронных компонентов
- Флюс и припой
- Термоусадка и изолента, термоклеевые стержни
- Печатные платы
- Провода
- Наборы электронного конструктора «Микроник» (Амперка, наборы собственного изготовления).

Методические особенности реализации программы

Эффективное начало образовательного курса по данной программе требует установления доверительной атмосферы и актуализации познавательного интереса учащихся, что достигается через презентацию преподавателя, знакомство с мотивацией аудитории и демонстрацию практической значимости предмета в целях формирования осознанного стремления к дальнейшему обучению. Обеспечение безопасной образовательной среды через акцент на технике безо-

пасности и закрепление материала через повторение и ответы на вопросы способствует формированию прочной базы для успешного освоения курса.

Освоение основ микроэлектроники и схемотехники формирует у обучающихся фундаментальное понимание принципов функционирования электронных устройств и развивает инженерное мышление, необходимое для проектирования и создания инновационных технических решений. Изучение базовых понятий, законов и компонентов позволяет учащимся освоить язык электроники и приобрести навыки, востребованные в различных сферах современной науки и техники.

Практическая микроэлектроника и схемотехника, а также пайка способствуют развитию мелкой моторики, аккуратности и пространственного воображения, необходимых для успешного конструирования и ремонта электронных устройств. Приобретение навыков работы с паяльником и сборки схем позволяет учащимся применять теоретические знания на практике, формируя глубокое понимание принципов работы электронных элементов и развивая навыки решения технических задач.

Проектная деятельность в микроэлектронике и схемотехнике способствует развитию самостоятельности, креативности и навыков командной работы, позволяя учащимся применять полученные знания для решения реальных инженерных задач. Самостоятельное проектирование, сборка и отладка электронных устройств формирует у обучающихся исследовательские навыки, ответственность за результат и уверенность в собственных силах.

Защита творческого проекта развивает навыки публичных выступлений, аргументации и презентации результатов своей работы, позволяя учащимся эффективно доносить свои идеи и демонстрировать полученные знания. Подготовка к защите способствует систематизации знаний, развитию критического мышления и умению отвечать на сложные вопросы, формируя важные компетенции для будущей профессиональной деятельности.

Обучающая деятельность

Содержательные направления обучающей деятельности: обучающая деятельность в данном курсе направлена на формирование у учащихся системы знаний, умений и навыков, необходимых для понимания принципов работы электронных устройств, проектирования и сборки простых схем, а также для решения практических задач в области электроники.

Методы, технологии обучения: лекции с элементами дискуссии, объяснение нового материала с использованием наглядных примеров и аналогий, демон-

страция работы электронных компонентов и устройств, практические занятия по сборке и отладке схем, работа с технической документацией.

Формы обучающей работы: фронтальная работа (объяснение нового материала, проведение общих дискуссий).

Развивающая деятельность

Содержательные направления развивающей деятельности: развитие интеллектуальных способностей (логического, системного и аналитического мышления), развитие творческих способностей, развитие коммуникативных и социальных навыков, развитие личностных качеств (самостоятельность и ответственность).

Методы развития: решение проблемных задач, требующих анализа, синтеза и творческого подхода, проектная деятельность, направленная на разработку собственных устройств, работа в группах, стимулирующая обмен знаниями и опытом, самостоятельный поиск информации и изучение новых технологий

Формы развивающей работы: проектная деятельность (выбор темы проекта, соответствующей интересам и возможностям учащегося, представление и защита проекта).

Воспитательная деятельность

Содержательные направления воспитательной работы: воспитательная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса и направлена на формирование у учащихся не только профессиональных компетенций, но и личностных качеств, необходимых для успешной жизни в современном обществе.

Методы воспитания: создание ситуаций успеха, стимулирующих интерес к предмету и уверенность в своих силах, обсуждение этических аспектов использования технологий, формирование чувства ответственности за результат своей работы, поощрение сотрудничества, взаимопомощи и уважительного отношения к мнению других.

Формы воспитательной работы: групповая работа (совместное выполнение проектов, решение задач, обмен знаниями и опытом).

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Название учебного раздела	Название и форма методических средств и материалов
Вводное занятие Основы микроэлектроники и схемотехники	Схематические или символические (таблицы, схемы, рисунки, плакаты, диаграммы и т.п.) Учебники и учебные пособия (тематические подборки по истории предмета, развитию общего кругозора ребёнка и т.д.);
Практическая схемотехника	Картинные и картинно-динамические (компьютерные презентации, картины, иллюстрации, диафильмы, слайды и др.); Дидактические пособия (карточки, раздаточный материал и др.)
Проектная деятельность Защита проекта	Информационно-коммуникационные (проектор, компьютер, интерактивная доска и др.)

Литература для обучающихся:

1. Гордеев-Бурговиц М.А. Общая электротехника и электроника. – М.: Изд-во МГСУ, 2015. – 331 с.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: [пер. с англ.]. – 5-е изд., перераб. – Москва: ДМК Пресс, 2023. – 704 с.: ил.

Интернет-ресурсы:

1. <http://madelectronics.ru/uchebnild>;
2. <http://bourabai.ru/toe/>
3. <http://avr.ru/docs/books/textbook>;

Литература для педагога:

1. Кравченко В.Б., Бородкин Е.А. Электроника и схемотехника: Учебное пособие. – М.: Academia, 2017. – 640 с.
2. Микушин А.В. Схемотехника современных телекоммуникационных устройств. – СПб.: Лань, 2023. – 256 с. [Текст: электронный. Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/311849>].
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: [пер. с англ.]. – 5-е изд., перераб. – Москва: ДМК Пресс, 2023. – 704 с.: ил.

Нормативно-правовые акты и документы:

1. Конвенция о правах ребенка [международное соглашение: принято резолюцией 44/25 Генеральной Ассамблеей от 20 ноября 1989 г.: по состоянию на 10 янв. 2019 г.]. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/childcon

1. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам. [Приказ № 196: принят Мин. просвещения РФ 9 ноября 2018 г.: по состоянию на 10 янв. 2019 г.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minjust.consultant.ru/documents/41102>
2. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/3flgkklAJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf>
3. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи. [Санитарные правила СП 2.4.3648-20 утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566085656>
4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». [Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (последняя редакция)]. – М., 2012. – 111 с.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3D-моделирование: от чертежа к проекту» (Базовый уровень)

РАЗДЕЛ 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа разработана в рамках реализации проекта «Создание, развитие и координационное сопровождение проекта «Станкоинструментальный класс» программы развития «Приоритет-2030» МГТУ «СТАНКИН».

Основные характеристики дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы **«3D-моделирование: от чертежа к проекту»**.

Направленность: техническая

Уровень программы: базовый

Возраст обучающихся: 16–18 лет (10–11 класс школы)

Форма организации занятий: фронтальная с индивидуальным консультированием.

Количество часов: 36 академических часов.

Режим занятий: занятия проводятся 2 раз в неделю по 2 часа (время занятий включает 45 мин. учебного времени и обязательный 15-минутный перерыв).

Программа «3D-моделирование: от чертежа к проекту» построена с учётом индивидуальных особенностей и уровня подготовки каждого обучающегося. На начальном этапе участники получают базовые знания по основам черчения, принципам 3D-моделирования и работе с профессиональным программным обеспечением. По мере освоения материала учащиеся переходят к более сложным темам, углублённо изучая каждый раздел программы.

В процессе обучения особое внимание уделяется практическим навыкам: работе с чертежами, созданию трёхмерных моделей, подготовке технической документации и проектированию. Обучающиеся осваивают современные программы для моделирования, учатся анализировать задачи и находить оптимальные решения.

Полученные в ходе обучения знания и навыки открывают широкие возможности для участия в различных конкурсах и соревнованиях по 3D-моделированию и техническому творчеству. Конкурсы становятся важной частью образователь-

ного процесса, мотивируя обучающихся к дальнейшему развитию и совершенствованию своих навыков в области 3D-моделирования.

Практическим занятиям, где **каждый ученик работает индивидуально за персональным компьютером** в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD), отводится основное время курса. Практика организуется в следующих ключевых формах:

- **Закрепляющие задания:** применение теории на практике через серию коротких упражнений в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD).
- **Самостоятельное моделирование и черчение:** создание учеником чертежей и 3D-моделей по техническим заданиям, аналогичным учебным и конкурсным.
- **Тренировка на конкурсных кейсах:** систематическое выполнение заданий, разработанных на основе спецификаций практического этапа конкурсов, с индивидуальным подбором сложности.
- **Графические мини-проекты:** выполнение небольших, но целостных заданий (например, «Спроектируй и начерти деталь X для механизма Y»), развивающих навык решения инженерных задач.

Актуальность программы исходит из концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р, указывает на необходимость создания условий для развития у детей научно-технического творчества «3D-моделирование: от чертежа к проекту» как направление дополнительного образования соответствует этой концепции, предоставляя учащимся возможности для изучения современных технологий и развития креативного мышления на базе ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

В современном станкостроении инженерная графика и 3D-моделирование стали фундаментальными инструментами проектирования и производства, обеспечивающими создание точных чертежей, визуализацию конструкций и виртуальное тестирование механизмов. Эти технологии позволяют существенно сократить время разработки новых моделей станков, оптимизировать конструктивные решения, повысить точность изготовления деталей и качество сборки, а также эффективно планировать производственные процессы и создавать технологическую документацию для станков с ЧПУ. Благодаря интеграции с системами компьютерного зрения, виртуальной и дополненной реальностью, а также использованию искусственного интеллекта, инженерная графика и 3D-моделирование охватывают все этапы жизненного цикла станка – от концептуального проекти-

рования до сервисного обслуживания, что делает их ключевыми факторами технологического прогресса в отрасли.

Являясь движущей силой технологического развития современного станкостроения, инженерная графика и 3D-моделирование выступают важнейшими инструментами проектирования и производства, поэтому их изучение в рамках образовательной программы «Станкоинструментальный класс» приобретает особую значимость.

Новизна программы заключается в интеграции классического черчения с современными технологиями 3D-моделирования, что позволяет сформировать у обучающихся комплексный подход к проектированию. В основе обучения лежит поэтапное освоение навыков: от создания традиционных чертежей до разработки полноценных 3D-проектов с использованием профессионального программного обеспечения.

Концепция программы существенно отличается от классических образовательных курсов: акцент делается не на пассивное прослушивание теоретических материалов, а на активную практическую деятельность каждого учащегося. Основное время занятий посвящено индивидуальной работе за компьютером, где ученики выполняют специализированные задания и оттачивают навыки на конкурсных задачах различного уровня сложности. Это обеспечивает глубокое усвоение инструментов САПР и развитие прикладного инженерного мышления в контексте реальных соревновательных требований.

Отличительные особенности программы – ее высокая степень адаптивности и фокус на современных технологиях проектирования для конкретной цели. Программа индивидуализирована и строится вокруг интенсивной практической работы каждого ученика в актуальной среде САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD). Традиционное обучение инженерной графике часто ограничивается общими чертежами и теорией, тогда как данная программа обеспечивает:

- Целенаправленную отработку навыков.
- Погружение в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD) как основной инструмент решения графических задач.
- Гибкую траекторию обучения, адаптирующую сложность и темп работы под уровень и прогресс каждого школьника.

Такой персонализированный подход позволяет максимально эффективно развивать конкретные компетенции в области инженерной графики и 3D-моделирования. Программа направлена на формирование практических навыков, которые необходимы для успешного участия в конкурсах и реализации собственных проектов.

Педагогическая целесообразность программы обусловлена особенностями возрастного периода учащихся (16-18 лет) – периода ранней юности, характеризующегося интенсивным развитием абстрактно-логического и пространственного мышления, а также ключевой задачей **профессионального самоопределения**.

В этом возрасте активно формируется способность к системному анализу, работе с абстрактными концепциями и точному визуальному представлению идей. Программа «3D-моделирование: от чертежа к проекту», построенная на индивидуальной практической работе в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD), предоставляет уникальную платформу для применения этих развивающихся когнитивных навыков. Учащиеся решают конкретные графические задачи, аналогичные заданиям конкурсов, выявляют пространственные взаимосвязи, создают точные чертежи и 3D-модели. Это развивает:

- Техническое и пространственное мышление, необходимое в инженерных профессиях.
- Точность, аккуратность и дисциплину при работе с технической документацией.
- Навыки решения прикладных задач в условиях, моделирующих профессиональные и соревновательные требования.

Таким образом, программа способствует осознанному профессиональному выбору в технической сфере, развивая ключевые компетенции, востребованные в современном мире, через актуальную и мотивирующую практическую деятельность.

Обучение и развитие неразрывно связаны, и эффективное обучение должно опережать текущий уровень развития, формируя зону ближайшего развития (ЗБР). В данной программе учащиеся, работая индивидуально за компьютером в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD), получают возможность не только усваивать знания инженерной графики, но и последовательно решать практические задачи возрастающей сложности. Опираясь на точечную поддержку и обратную связь педагога, школьник осваивает новые, более сложные операции и подходы, что и составляет суть ЗБР. Успешное выполнение конкурсно-ориентированных заданий, создание точных чертежей и 3D-моделей развивает навыки целеполагания (достижение конкретного результата к сроку), настойчивости и ответственности за индивидуальный результат.

В возрасте 16–18 лет перед молодыми людьми стоят важнейшие задачи – определение будущей профессии и укрепление веры в собственные силы. Именно в этот период программа, построенная на освоении профессионального программного обеспечения (САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD)) и подготовке к конкурсным испытаниям, становится мощным инструментом личностного и профессионального развития.

Взаимодействие с педагогом-наставником, обсуждение технических решений, анализ ошибок формируют важные навыки профессиональной коммуникации и рефлексии. Осознание собственного прогресса в освоении сложных компетенций укрепляет личностную идентичность и уверенность в выборе технической траектории.

Данная программа может стать отправной точкой для выбора будущей профессии в инженерной или технической сфере. Полученные знания и навыки дадут учащимся преимущества при поступлении в высшие учебные заведения и помогут в дальнейшем трудоустройстве.

Таким образом, настоящая программа дополнительного образования является педагогически целесообразной для школьников 10-11 классов, поскольку учитывает особенности их возрастного развития, способствует формированию когнитивных, социальных и личностных компетенций, а также содействует профессиональному самоопределению в условиях современной технологической среды.

Целью освоения дисциплины является сформировать у обучающихся умение создавать и читать чертежи объектов средней сложности в 2D (согласно ЕСКД) и строить простые 3D-модели с использованием современных инструментов (САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD)).

Задачи программы

в обучении:

- обучить правилам оформления чертежей по ЕСКД (форматы, линии, шрифты, масштабы, основная надпись);
- сформировать умение строить комплексные чертежи (3 вида) по наглядному изображению или словесному описанию;
- научить применять сечения и разрезы для отображения внутренних форм деталей;
- освоить правила нанесения размеров на чертежах;
- сформировать навыки построения точек и линий на поверхностях основных геометрических тел;
- научить создавать простые 3D-модели и создавать по ним 2D-чертежи в среде САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD);

в развитии:

- развить навыки инженерного мышления и умение самостоятельно конструировать технические устройства;
- развить навыки самостоятельной работы с литературой и интернет-ресурсами;
- развить творческую активность;
- развить умение решать практические задачи;

в воспитании:

- воспитать уважение к коллективу;
- привить умение общаться со сверстниками и взрослыми;
- воспитать уважение к чужому труду;
- воспитать интерес к конструированию и техническому творчеству.

Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения программы обучающиеся будут:

знать:

- основные положения ЕСКД;
- правила построения основных, дополнительных видов, сечений, разрезов;
- терминологию;
- основы работы в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD).

уметь:

- читать и выполнять чертежи деталей средней сложности;
- применять сечения и разрезы;
- наносить размеры по ЕСКД;
- строить комплексные чертежи по 2 заданным видам;
- создавать простые 3 D-модели и чертежи в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD).

РАЗДЕЛ 2. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В процессе реализации программы используются следующие **виды контроля**.

Входной (диагностический) контроль. Входной контроль направлен на определение исходного уровня знаний и умений собранной группы. Его основной целью является выявление предварительной подготовки обучающихся в области физики, математики и основ электротехники, необходимой для успешного освоения учебного материала. Оценочные материалы, используемые в рамках входного контроля, включают в себя тестовые задания и устное собеседование, позволяющие оценить понимание базовых концепций.

Примеры вопросов для тестирования:

1. Что такое чертеж?
2. В каких программах САПР вы работали?
3. Что такое 3D-модель?

4. Назовите основные команды САПР.
5. Какие САПР строят чертеж по модели?

Примеры вопросов для устного собеседования:

1. Объясните основные виды линий, используемых в инженерной графике, и их назначение.
2. Как правильно выполняется проецирование точки и линии на плоскости чертежа? Приведите примеры.
3. Что такое сечение детали и как его изображают на чертеже? Какие виды сечений вы знаете?

Критерии оценивания:

1. Количество правильных ответов в тесте.
2. Полнота и точность ответов на вопросы при устном собеседовании.
3. Уровень понимания основных терминов и понятий.

Результаты входного контроля служат основой для корректировки учебного плана и дифференцированного подхода к обучению, обеспечивая оптимальную траекторию образовательного процесса для каждого учащегося. Полученные данные также позволяют сформировать группы (команды) с учетом уровня предварительной подготовки, что способствует более эффективному взаимодействию и обмену опытом между обучающимися.

Текущий контроль

Текущий контроль в процессе обучения инженерной графике представляет собой систему непрерывной оценки усвоения материала, направленную на мониторинг прогресса обучающихся и своевременное выявление затруднений. Он реализуется посредством разнообразных форм, включающих практические работы, мини-тесты, устные опросы и оценку участия в дискуссиях. Данные методы позволяют оценить не только понимание теоретических концепций, но и развитие практических навыков моделирования деталей и создания сборки.

Формы:

- Практические работы.
- Мини-тесты.
- Устные опросы.
- Оценка участия в обсуждениях.

Практические работы:

- Построение проекций простых геометрических тел.
- Выполнение разрезов и сечений деталей.

- Чертежи деталей с нанесением размеров.
- Оценка: правильность выполнения проекций, точность изображения, соответствие нанесения размеров в соответствии с ГОСТ.

Мини-тесты:

1. Какие линии на чертеже обозначают видимые контуры детали?
2. Что такое аксонометрическая проекция?
3. Как обозначается центр отверстия на чертеже?

Оценка: количество правильных ответов.

Устные опросы:

1. Вопросы по пройденному материалу.
2. Какие основные виды проекций используются в инженерной графике и в чем их отличие?
3. Как правильно наносить размеры на чертеж и какие правила при этом необходимо соблюдать?
4. Что такое разрез и сечение, и в каких случаях их применяют при выполнении чертежей?

Оценка: полнота и точность ответа, понимание материала.

Оценка участия в обсуждениях. Активность на занятиях, участие в обсуждении вопросов, высказывание собственного мнения, аргументированность ответов. Оценка: активность, качество участия, аргументированность.

Результаты текущего контроля служат основой для корректировки методики преподавания и индивидуальной поддержки обучающихся, обеспечивая оптимальную траекторию усвоения материала. Полученные данные также позволяют преподавателю оперативно выявлять пробелы в знаниях и корректировать образовательный процесс для повышения эффективности обучения.

Промежуточный контроль, являясь неотъемлемой частью образовательного процесса по инженерной графике, предназначен для систематической оценки усвоения материала, представленного в рамках отдельных разделов программы. Его основной целью выступает выявление степени сформированности знаний, умений и навыков, необходимых для дальнейшего освоения курса. Формы проведения промежуточного контроля включают контрольные работы как письменного, так и комбинированного типа, а также защиту практических работ или проектов, что позволяет оценить как теоретическую подготовку, так и практическое применение полученных знаний.

По каждой изучаемой в программе теме выделены основные параметры, в соответствии с данными параметрами производится оценка знаний и умений

обучающихся по указанным критериям. Таблица с оцениваемыми параметрами и соответствующими им оценкам знаний и умений приведена ниже (табл. 1). По уровню освоения программного материала результаты достижений обучающихся условно подразделяются на допустимый, средний и высокий уровни.

Таблица 1

**Параметры оценивания знаний, умений и навыков обучающихся на
промежуточном контроле**

Оцениваемые параметры	Критерии оценки		
	Минимальный уровень знаний и умений 1 балл	Приемлемый уровень знаний и умений 2 балла	Оптимальный уровень знаний и умений 3 балла
1. Знания в области техники безопасности			
1.1. Знания требований техники безопасности и противопожарной безопасности при работе в помещении компьютерного класса	Слабо знает правила ТБ при работе в компьютерном классе	Хорошо знает правила ТБ при работе в компьютерном классе, но не всегда знает, как их применить	Отлично знает правила ТБ при работе в компьютерном классе и самостоятельно их применяет
2. Теоретические знания в области инженерной графики			
2.1. Знание особенностей различных типов линий, способы их применения	Различает типы линий, но плохо знает их особенности и принципы работы с ними	Различает типы линий, знает их особенности, но не может самостоятельно применять свои знания	Хорошо различает типы линий, знает их особенности и принципы работы, применяет свои знания
2.2 Анализ и интерпретация проекций	Затрудняется в анализе проекций	Может анализировать проекции и определять их основные функции	Анализирует проекции, определяет их функциональные особенности, выявляет возможные проблемы
2.3 Решение задач по инженерной графике	Может решить простые задачи по образцу	Решает задачи средней сложности, требующие применения знаний	Решает сложные и нестандартные задачи, требующие анализа и творческого подхода

Окончание табл. 1

Оцениваемые параметры	Критерии оценки		
	Минимальный уровень знаний и умений 1 балл	Приемлемый уровень знаний и умений 2 балла	Оптимальный уровень знаний и умений 3 балла
3. Практические навыки в области инженерной графики			
3.1 Применение знаний по инженерной графике на практике	Не умеет применять знания по инженерной графике на практике	Может применить знания для решения простых практических задач	Активно применяет знания для реализации собственных проектов, демонстрирует навыки создания чертежей и 3D-моделей
3.2 Умение разработать 3D-модель	Разрабатывает 3D-модель, но неправильно	Разрабатывает 3D-модель под руководством педагога	Самостоятельно разрабатывает 3D-модель
3.3 Умение изготовить собственную 3D-модель сборки	Изготавливает 3D-модель сборки с затруднениями и помощью педагога	Изготавливает 3D-модель сборки без затруднений, но все равно ждет помощи педагога	Изготавливает 3D-модель сборки самостоятельно
4. Личностные качества обучающегося			
4.1 Коммуникабельность	Обращается за помощью только когда, когда совсем заходит «в тупик»	Легко общается с людьми, но не всегда обращается за помощью при затруднениях в работе	Всегда обращается за помощью при затруднениях и сам готов помочь, легко общается с людьми
4.2 Трудолюбие	Работу выполняет не всегда аккуратно, неохотно исправляет ошибки	Работу выполняет охотно, но ошибки исправляет после вмешательства педагога	Работу выполняет охотно и тщательно, стремится самостоятельно исправлять ошибки
4.3 Креативность	Неохотно проявляет фантазию и творческий подход при создании 3D-моделей	Неохотно проявляет фантазию, но использует творческий подход при создании 3D-моделей	Всегда проявляет фантазию и творческий подход при создании 3D-моделей

Результаты промежуточного контроля служат основанием для выявления проблемных зон в усвоении материала и внесения корректировок в учебный процесс. Полученные данные позволяют определить готовность обучающихся к освоению последующих разделов программы и углублению знаний в области инженерной графики.

Итоговый контроль

По окончании программы обучающиеся проходят индивидуальный зачет. Контроль осуществляется через анализ выполненных практических работ в среде САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD), накопленных в течение обучения. Дополнительными показателями успешности служат участие в конкурсах, выставочная деятельность и сформированное портфолио работ обучающегося. Успешное прохождение контроля подтверждается созданием функционального 3D-проекта, наличием полного комплекта конструкторской документации и способностью к самостоятельной проектной деятельности.

РАЗДЕЛ 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебно-тематический план

№ п/п	Названия разделов и тем	Количество часов			Вид контроля
		всего	теория	практика	
1.	Основные правила оформления чертежей	2	1	1	Текущий
1.1.	Введение в предмет. Стандарты ЕСКД и ГОСТы 2.301-2.304-2011	2	1	1	
2.	Методы проецирования. Виды	6	3	3	
2.1.	Метод проецирования. Ортогональное проецирование, системы координат	2	1	1	Текущий
2.2.	Комплексный чертёж, основные виды, выбор главного вида	2	1	1	
2.3	Построение 3-го вида по 2 заданным, дополнительные виды	2	1	1	Промежуточный
3.	Геометрические тела	4	2	2	
3.1.	Гранные тела: призма, пирамида: точки и линии	2	1	1	Текущий
3.2	Тела вращения: цилиндр, конус, сфера: точки и линии	2	1	1	Промежуточный

№ п/п	Названия разделов и тем	Количество часов			Вид контроля
		всего	теория	практика	
4.	Разрезы и сечения	4	2	2	
4.1	Простые разрезы, соединение вида/разреза (ГОСТ 2.305)	2	1	1	Текущий
4.2	Нанесение размеров на разрезах. Сечения	2	1	1	Промежуточный
5.	Размеры	2	1	1	Итоговый
5.1	Классификация размеров. Нанесение размеров на изображение. Чертежи деталей. Простановка размеров	2	1	1	Текущий
6.	Практикум в КОМПАС-3D	16	8	8	
6.1	Интерфейс. Настройка ЕСКД. Эскизы: линии, окружности	2	1	1	Текущий
6.2	Параметризация. Редактирование: обрезка, фаска, массив	2	1	1	
6.3	Настройка слоев (основная, осевая, штриховая, размеры)	2	1	1	
6.4	Создание 3D-моделей деталей. Оформление по ним чертежей	2	1	1	
6.5	Модель «Кронштейн» (ребра жесткости, отверстия)	2	1	1	
6.6	Построение чертежа детали: виды, разрезы, размеры	2	1	1	
6.7	Проект: сборка из 3-5 деталей (модель)	2	1	1	
6.8	Проект: сборка из 3-5 деталей (чертёж и спецификация)	2	1	1	Итоговый
7.	Защита проекта: модель сборки в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD)	2	1	1	
Итого:		36	18	18	

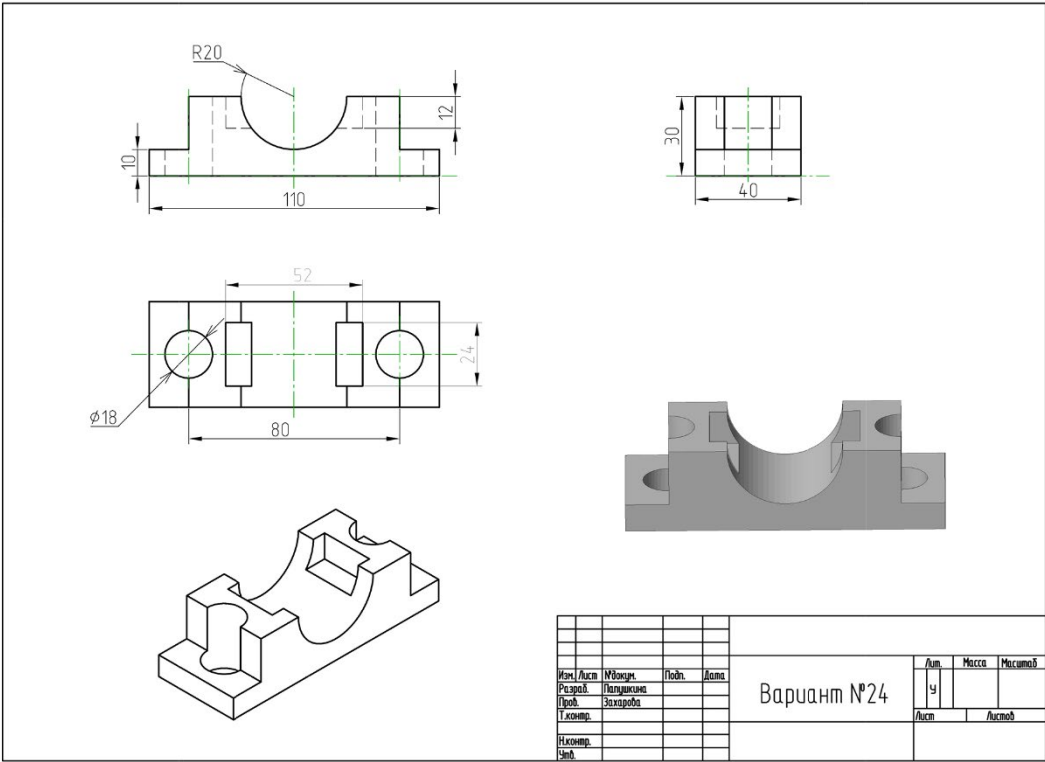
Содержание учебно-тематического плана

Раздел 1. Основные правила оформления чертежей

Тема 1.1. Введение в предмет. Стандарты ЕСКД и ГОСТы 2.301-2.304-2011.

Учебный предмет «3D-моделирование: от чертежа к проекту». Значение дисциплины в практической деятельности человека. Современные методы проектирования.

Виды графических изображений: рисунки, наглядные изображения, чертежи, схемы, графики, диаграммы, топограммы. Исторические сведения о развитии чертежа и 3D-моделировании.

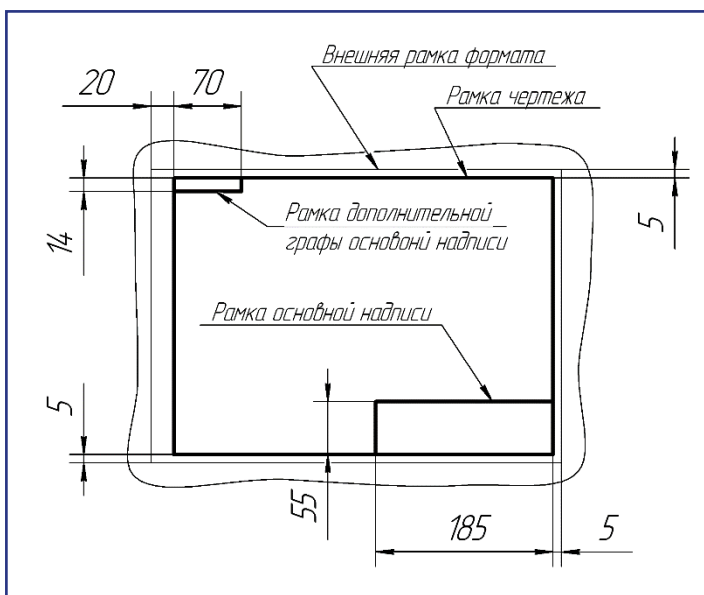


Инструменты, принадлежности и материалы, необходимые для выполнения чертежей. Рациональные приёмы работы инструментами. Организация рабочего места.

Понятие о государственных стандартах ЕСКД. ГОСТы 2.301-2.304-2011.

Линии: сплошная толстая основная, штриховая, сплошная волнистая, штрихпунктирная и тонкая штрихпунктирная с двумя точками. Форматы, рамка

и основная надпись. Применение и обозначение масштаба, зависимость размеров от использованного масштаба.



Сведения о чертежном шрифте. Исторические сведения; особенности чертёжного шрифта; номера шрифта; прописные и строчные буквы, цифры и знаки на чертежах.

Раздел 2. Методы проецирования. Виды

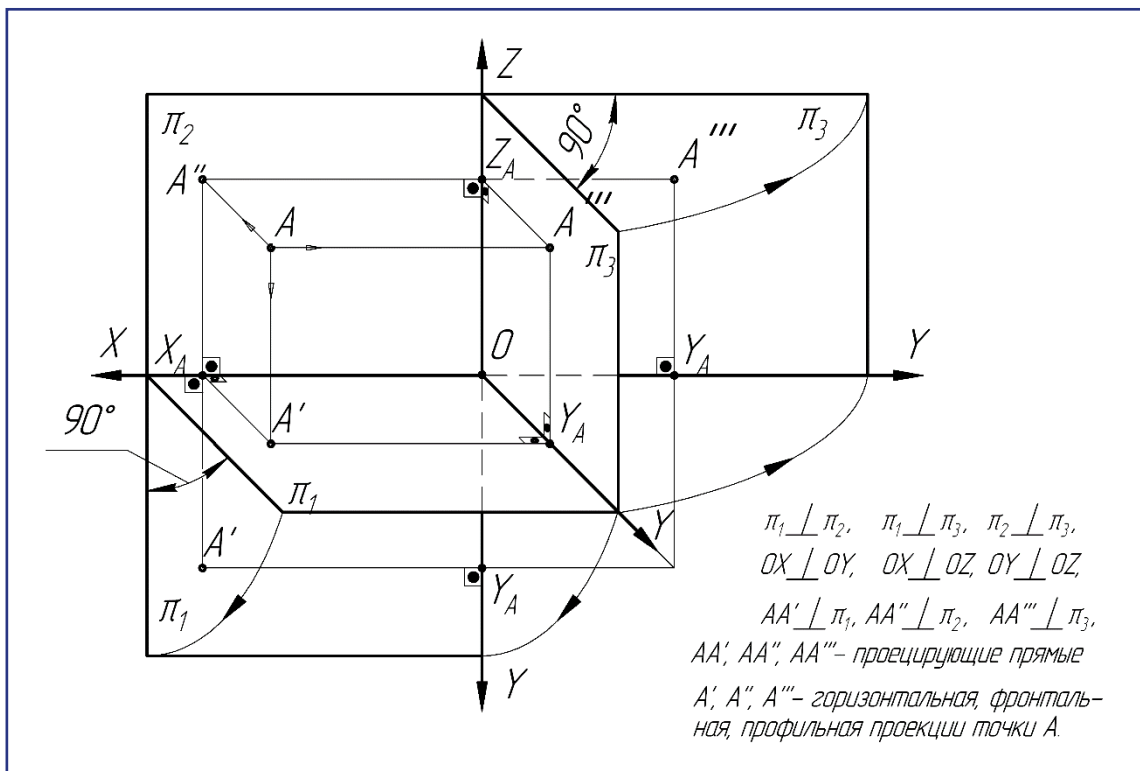
Тема 2.1. Метод проецирования. Ортогональное проецирование, системы координат.

Метод проецирования является фундаментальным понятием в инженерной графике и 3D-моделировании, при этом **ортогональное проецирование** выступает основным методом получения точных изображений на взаимно перпендикулярные плоскости проекций, обеспечивающим достоверную передачу формы и размеров предмета; в процессе изучения рассматриваются **декартова система координат** с тремя взаимно перпендикулярными осями (X, Y, Z), применяемая в машиностроительном черчении, и её использование в современных системах автоматизированного проектирования, изучаются основные понятия: центр проецирования, плоскость проекций, проецирующие лучи, свойства ортогональных проекций, особое внимание уделяется правилам построения проекций точек, линий и поверхностей, способам определения положения геометрических элементов в пространстве, методам решения метрических и позиционных задач, а также рассматривается практическое применение метода ортогонального про-

ецирования при создании технических чертежей и 3D-моделей, включая построение комплексных чертежей, аксонометрических проекций и других видов графических изображений.

Тема 2.2. Комплексный чертёж, основные виды, выбор главного вида.

Комплексный чертёж (эпюр Монжа) включает оси проекций, основные виды изображения и правила построения проекций, при этом **основные виды** определяются через фронтальную проекцию (вид спереди), горизонтальную проекцию (вид сверху) и профильную проекцию, а **выбор главного вида** осуществляется на основе анализа геометрической формы детали, определения наиболее информативного вида и установления положения детали в пространстве.



Тема 2.3. Построение 3-го вида по 2 заданным, дополнительные виды.

В рамках данной темы рассматриваются **системы координат** в абсолютном и относительном исполнении, **методы проецирования** точки, прямых, плоскостей и параллельного прямоугольного проецирования, положение плоскостей в пространстве и их обозначение, а построение видов осуществляется по определённому алгоритму, включающему определение положения плоскостей в пространстве, построение по 3D-модели, установление необходимого количества видов, построение третьего вида по двум заданным и создание дополнительных видов.

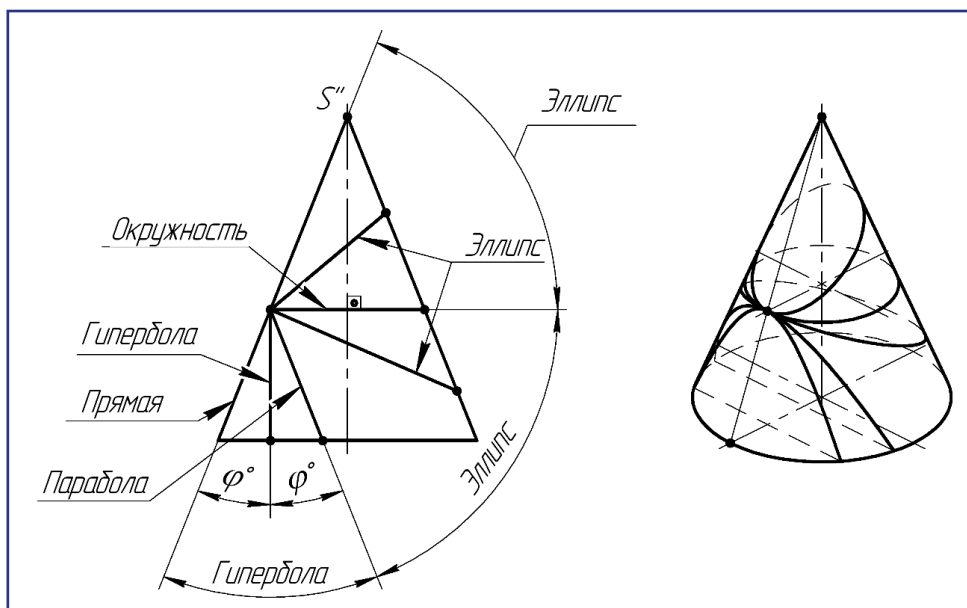
Раздел 3. Геометрические тела

Тема 3.1. Гранные тела: призма, пирамида: точки и линии.

Гранные тела представляют собой важный класс геометрических объектов в инженерной графике, включающий призмы и пирамиды, при этом изучаются их основные элементы: грани, рёбра, вершины, основания, рассматриваются различные типы гранных тел (полные и усечённые, прямые и наклонные), особое внимание уделяется построению точек и линий на поверхности этих тел, изучению их проекций на основные плоскости, а также методам построения развёрток и создания технических чертежей, включая определение положения предмета в пространстве и анализ его геометрической формы.

Тема 3.2. Тела вращения: цилиндр, конус, сфера: точки и линии.

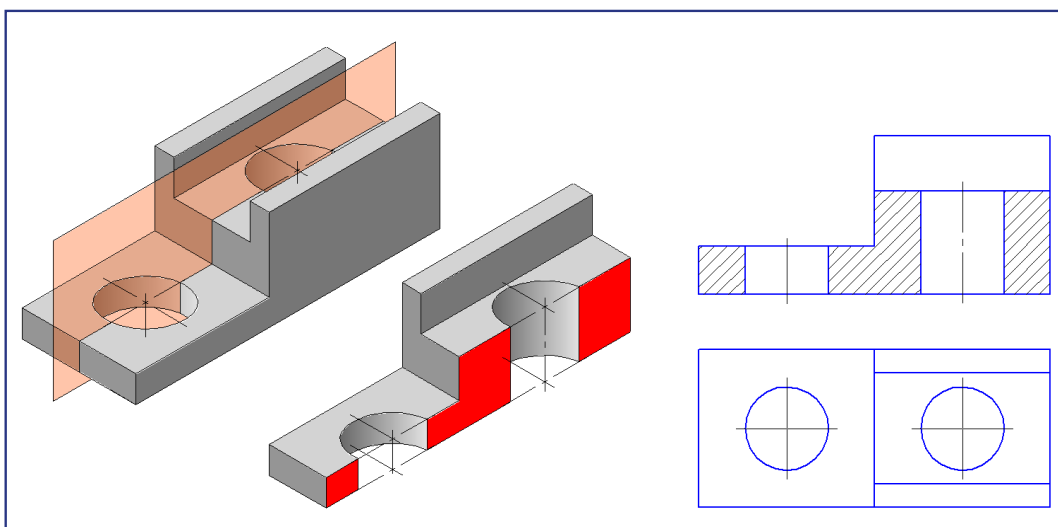
Тела вращения являются важным классом геометрических объектов, включающим цилиндр, конус и сферу, при этом изучаются их поверхности (цилиндрическая, коническая, сферическая), рассматриваются основные элементы этих тел, их полные и усечённые формы, особое внимание уделяется построению точек и линий на поверхности тел вращения, методам проецирования на основные плоскости, а также способам построения развёрток и создания технических чертежей, включая анализ геометрической формы и определение положения тела в пространстве.



Раздел 4. Разрезы и сечения

Тема 4.1. Простые разрезы, соединение вида/разреза (ГОСТ 2.305).

Разрезы представляют собой важный элемент технической документации, позволяющий наглядно показать внутреннее строение детали; в рамках темы изучается классификация разрезов, условности и упрощения при их построении, особое внимание уделяется соединению половины вида и половины разреза, рассматриваются местные разрезы и специфические случаи выполнения разрезов в аксонометрических проекциях, а также правила их обозначения согласно ГОСТ 2.305.



Тема 4.2. Нанесение размеров на разрезах. Сечения.

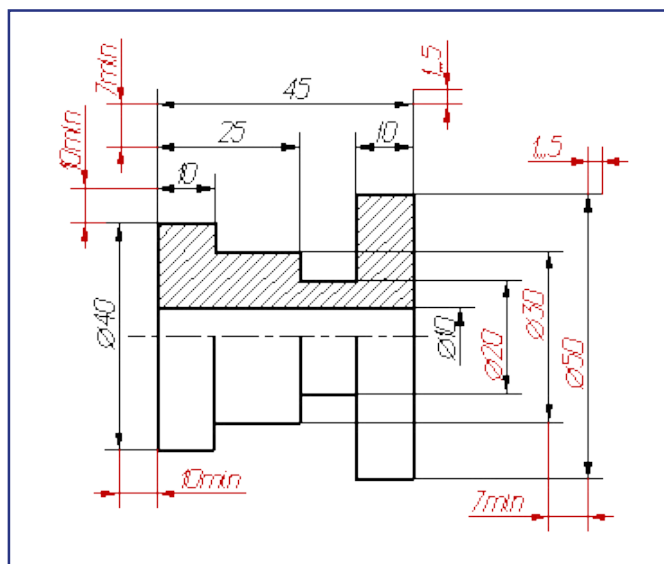
Нанесение размеров на чертежах с разрезами требует особого внимания к правилам и стандартам, при этом рассматриваются особенности простановки размеров на чертежах с соединением вида и разреза, изучаются правила выполнения и обозначения сечений, включая их назначение, способы получения и расположение на поле чертежа, особое внимание уделяется обозначению секущих плоскостей и фигур сечений, а также правилам их размещения в соответствии с требованиями стандартов.

Раздел 5. Размеры

Тема 5.1. Классификация размеров. Нанесение размеров на изображение. Чертежи деталей. Простановка размеров.

Некоторые сведения о нанесении размеров (выносная и размерная линии, стрелки, знаки диаметра и радиуса; указание толщины и длины детали надписью; расположение размерных чисел).

Нанесение размеров на комплексном чертеже. Нанесение размеров на чертежах с учетом формы предметов. Использование знака квадрата.



Раздел 6. Практические занятия по изучению основ системы САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD)

Практические занятия по изучению основ системы САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD)

Тема 6.1. Интерфейс. Настройка ЕСКД. Эскизы: линии, окружности.

Работа в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD) начинается с освоения основного интерфейса программы, настройки стандартов ЕСКД, при этом изучаются базовые инструменты для создания эскизов: различные типы линий, построение окружностей, настройка параметров отображения, особое внимание уделяется основам работы с графическими примитивами и их свойствами.

Тема 6.2. Параметризация. Редактирование: обрезка, фаска, массив

Параметрическое моделирование включает изучение методов параметризации объектов, инструментов редактирования: обрезка элементов, создание фасок, построение массивов, рассматриваются различные способы модификации существующих объектов, применение ограничений и зависимостей между элементами модели.

Тема 6.3. Настройка слоев (основная, осевая, штриховая, размеры).

Управление слоями является важным аспектом работы в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD), при этом изучается создание и настройка различных типов слоев: основной, осевой, штриховой, слой для размеров, рассматриваются методы организации чертежа, управление видимостью слоев и их свойствами.

Тема 6.4. Создание 3D-моделей деталей. Оформление по ним чертежей.

3D-моделирование включает создание твердотельных моделей деталей, преобразование их в 2D-чертежи, при этом изучаются основные команды моделирования, методы построения проекций, оформление технической документации согласно стандартам.

Тема 6.5. Модель «Кронштейн» (ребра жесткости, отверстия).

Практическое моделирование включает создание сложной детали – кронштейна, с применением ребер жесткости и различных типов отверстий, изучаются методы построения конструктивных элементов, применение булевых операций, настройка параметров отверстий.

Тема 6.6. Проект: сборка из 3-5 деталей (модель).

Создание сборки включает разработку и сборку нескольких деталей в единую конструкцию, при этом изучаются методы сопряжения элементов, настройка взаимосвязей между деталями, проверка собираемости модели.

Тема 6.7. Проект: сборка из 3-5 деталей (чертёж и спецификация).

Оформление документации включает создание сборочного чертежа и спецификации на основе 3D-модели, при этом изучаются правила оформления сборочных чертежей, простановка позиций, создание и заполнение спецификации согласно стандартам.

Раздел 7. Защита проекта: модель сборки в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD)

Практическая часть. Представление проектов. Демонстрация презентации, подготовленной на предыдущем занятии. Использование наглядных материалов. Демонстрация работы устройства. Объяснение принципа работы и особенностей. Ответы на вопросы комиссии и других учащихся. Оценка выступления. Время на одного выступающего: 5 минут на выступление, 5 – на вопросы. Обсуждение и обратная связь.

Памятка для выполнения кейса

Порядок действий:

1. По чертежу построить трёхмерную модель детали в заданной САПР.
2. Назначить из библиотеки материалов для построенной модели детали материал, указанный в задании.
3. Определить площадь и объём созданной модели детали при помощи команд, используемой САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD).

4. Сохранить полученную модель в формате выбранной САПР: *.m3d для КОМПАС-3D или *.grs, *.grb для T-FLEX CAD.
5. Создать трёхмерную сборку по заданному чертежу и спецификации.
6. Сохранить полученную сборку в формате выбранной САПР: *.a3d для КОМПАС-3D или *.grs, *.grb для T-FLEX CAD.

РАЗДЕЛ 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-техническое обеспечение программы

В соответствии с Санитарно-эпидемиологическими требованиями к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи (Санитарные правила СП 2.4.3648-20) для организации учебного процесса предъявляются требования к помещению для учебных занятий, мебели, оборудованию и оснащению учебного процесса.

Наличие собственной территории, набор помещений определяются направленностью реализуемых дополнительных общеобразовательных программ и видом спорта. Раздевалки для верхней одежды размещают на первом или цокольном (подвальном) этаже хозяйствующего субъекта. В организациях с количеством до 20 человек допустимо оборудование одного туалета. Для персонала выделяется отдельный туалет (кабина).

Для успешной реализации программы необходимы:

1. Помещение для занятий:

Класс-мастерская для проведения как лекционных, так и практических занятий со всем необходимым для проведения как лекций, так и практических занятий оборудованием: столы, стулья, доска, маркеры, хорошая освещённость, наличие открывающихся окон и/или система вентиляции и/или кондиционирования воздуха, наличие электророзеток на каждом рабочем месте.

2. Оборудование:

- Компьютеры в полной комплектации (монитор, мышь, клавиатура, USB порты и т.д.) – по количеству рабочих мест;
- Системное программное обеспечение (LibreOffice) и программное обеспечение для проектной деятельности;
- Лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
САПР КОМПАС-3D (V23),
САПР T-FLEX CAD;
- Высокоскоростной (>100Mb) доступ в Интернет;
- Принтер (сетевой или подключенный к компьютеру преподавателя);
- Проектор мультимедийный;

- Экран для проектора;
- Доска учебная(белая).

3. Расходные материалы:

- Простые карандаши – «Т» («Н»), «ТМ» («НВ»), «М» («В»);
- Тетрадь в клетку формата А4 без полей;
- Чертежная бумага плотная нелинованная – формат А4;
- Циркуль круговой;
- Линейка деревянная 30 см;
- Чертежные угольники с углами:
 - а) 90, 45, 45 градусов;
 - б) 90, 30, 60 градусов;
- Рейсшина;
- Транспортир;
- Трафареты для вычерчивания окружностей и эллипсов;
- Ластик для карандаша (мягкий);
- Инструмент для заточки карандаша.

Методические особенности реализации программы

Эффективное начало образовательного курса по данной программе требует установления доверительной атмосферы и актуализации познавательного интереса учащихся, что достигается через презентацию преподавателя, знакомство с мотивацией аудитории и демонстрацию практической значимости предмета в целях формирования осознанного стремления к дальнейшему обучению. Обеспечение безопасной образовательной среды, через акцент на технике безопасности и закрепление материала, через повторение и ответы на вопросы способствует формированию прочной базы для успешного освоения курса.

Освоение основ инженерной графики формирует у обучающихся фундаментальное понимание принципов построения чертежей и 3D-моделей и развивает инженерное мышление, необходимое для проектирования и создания инновационных технических решений. Изучение базовых понятий, терминов и команд САПР позволяет учащимся освоить конструкторский язык и приобрести навыки, востребованные в различных сферах современной науки и техники.

Практическая работа по созданию чертежей от руки способствуют развитию мелкой моторики, аккуратности и пространственного воображения, необходимых для успешного создания 3D моделей в дальнейшем обучении. Приобретение навыков работы в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD) позволяет учащимся применять теоретические знания на практике, формируя глубокое понимание основ проекционного черчения и развивая навыки решения технических задач.

Самостоятельное проектирование чертежей и сборки формирует у обучающихся исследовательские навыки, ответственность за результат и уверенность в собственных силах, способствует развитию творческого мышления и умению решать нестандартные задачи.

Обучающая деятельность

Содержательные направления обучающей деятельности: обучающая деятельность в данном курсе направлена на формирование у учащихся системы знаний, умений и навыков, необходимых для понимания принципов работы в САПР, проектирования моделей деталей и сборки, а также для решения практических задач в области инженерной графики.

Методы, технологии обучения: лекции с элементами дискуссии, объяснение нового материала с использованием наглядных примеров и аналогий, демонстрация работы в САПР (КОМПАС-3D или T-FLEX CAD), практические занятия по моделированию сборки, работа с технической документацией.

Формы обучающей работы: фронтальная работа (объяснение нового материала, проведение общих дискуссий).

Развивающая деятельность

Содержательные направления развивающей деятельности: развитие интеллектуальных способностей (логического, системного и аналитического мышления), развитие творческих способностей, развитие коммуникативных и социальных навыков, развитие личностных качеств (самостоятельность и ответственность).

Методы развития: решение проблемных задач, требующих анализа, синтеза и творческого подхода, самостоятельный поиск информации и изучение новых технологий.

Формы развивающей работы: анализ и исправление ошибок в готовых чертежах, выполнение заданий на интерпретацию и чтение инженерной документации.

Воспитательная деятельность

Содержательные направления воспитательной работы: воспитательная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса и направлена на формирование у учащихся не только профессиональных компетенций, но и личностных качеств, необходимых для успешной жизни в современном обществе.

Методы воспитания: создание ситуаций успеха, стимулирующих интерес к предмету и уверенность в своих силах, обсуждение этических аспектов использования технологий, формирование чувства ответственности за результат своей работы, поощрение сотрудничества, взаимопомощи и уважительного отношения к мнению других.

Формы воспитательной работы: групповая работа (совместное решение задач, обмен знаниями и опытом).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конвенция о правах ребенка. [международное соглашение: принято резолюцией 44/25 Генеральной Ассамблеей от 20 ноября 1989 г.: по состоянию на 10 янв. 2019 г.]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/childcon
2. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам. [Приказ № 196: принят Министерство просвещения РФ 9 ноября 2018 г.: по состоянию на 10 янв. 2019 г.]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minjust.consultant.ru/documents/41102>
3. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/3flgkklAJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf>
4. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи. [Санитарные правила СП 2.4.3648-20 утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566085656>
5. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» [Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (последняя редакция)]. – М., 2012. – 111 с.
6. Ботвинников А.Д., Виноградов В.Н., Вышнепольский И.С. Черчение. – М.: Астрель-АСТ, 2020. – 239 с.
7. Боголюбов С.К. Черчение. – М.: Машиностроение, 2019. – 336 с.
8. Петрова Н.Н. Методика преподавания инженерной графики в вузе. – М.: Изд-во МГТУ, 2019. – 150 с.
9. Лыткин И.Н., Феофанов А.Н. Начальный курс компьютерной графики. Уроки по Компас-3D, Компас График. – М.: Янус-К, 2024. – 104 с.
10. Сидоров А.И. Основы инженерной графики. – СПб.: Питер, 2020. – 280 с.
11. Дегтярева Т.О., Олехнович К.В., Крапоткина С.А., Бильчук М.В. Подготовка наставников детских и молодежных технологических проектов, соревнований и кружков в рамках Всероссийского проекта «ТехноНаставники» // Техническое творчество молодежи. – 2025. – № 4(152). – С. 1–9. – EDN HFCKHF.
12. Галыкин Ю.В., Дашевский В.П. Автоматизация производства приборных корпусов с применением специализированного станка с ЧПУ для изготовления крепежных брусков // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 1(68). – С. 119–128. – EDN MСУМQZ.

**Методические рекомендации о создании и реализации проекта
«Станкоинструментальный класс» как направления
предпрофессионального класса в общеобразовательных учреждениях
(10–11 класс)**