

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Филиал «Протвино» федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Университет «Дубна»

Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

/Евсиков А.А./

подпись

Фамилия И.О.

«02» 09 2024 г.

Рабочая программа учебного курса

«Основы инженерных знаний для профессионального самоопределения»

Для учащихся 10–11 классов общеобразовательных учреждений

Протвино – 2024 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Направленность программы: инженерно-техническая.

Программа направлена на:

- приобретение необходимого профессионального и предпрофессионального опыта использования новых знаний и умений инженерно-технического характера в профессиональном самоопределении школьников, обучающихся в профильных классах;
- формирование у обучающегося системы знаний об основах инженерной графики и конструкторской подготовки производства;
- формирование у обучающихся системы знаний об основах электроники;
- получение основ знаний по использованию аппаратного и программного обеспечения промышленных систем управления в соответствии с потребностями экономики и стратегическими приоритетами развития Российской Федерации.

2. Обоснование актуальности программы.

Программа дает основы знаний инженерно-технического характера в области инженерной графики, электроники и программно-аппаратного обеспечения промышленных систем управления.

3. Категория обучающихся (с указанием возраста).

Лица, обучающиеся по основным общеобразовательным программам. Возраст – учащиеся 10-11 классов общеобразовательных организаций.

4. Количество обучающихся в группе : 10-15 человек.

5. Цель программы.

Создание условий для предпрофессионального и личностного становления старшеклассников в рамках выбранной ими профессии, формирование высокой мотивации к продолжению обучения на следующей образовательной ступени и вхождению в профессиональную деятельность.

6. Задачи программы.

- стимулирование обучающихся к развитию навыков поиска информации в различных источниках, анализа и оценки полученной информации;
- изучение способов конструирования различных геометрических пространственных объектов, способов получения их чертежей и трёхмерных моделей с использованием САПР;
- развитие умений по обработке данных экспериментов и интерпретаций полученных результатов;
- развитие интеллектуальной сферы (общих и специальных способностей, познавательных процессов и пр.);
- развитие навыков измерения физических величин прямыми и косвенными методами с применением цифровых и аналоговых приборов;
- развитие умений собирать различные электрические схемы, проводить необходимые измерения, разрабатывать простые программы для программируемых логических контроллеров (ПЛК).

7. Срок реализации и трудоемкость обучения.

Срок реализации: 2 года.

Трудоемкость обучения – 68 часов лекционных занятий (ЛЗ), практических работ (ПР) и лабораторных работ (ЛР).

8. Форма обучения.

Очная, с применением вычислительной техники, специального программного обеспечения и лабораторных стендов.

9. Рабочая программа учебного курса состоит из трех учебных разделов и раздела по разработке и защите проектов.

РАЗДЕЛ 1. Основы инженерной графики и 3D-моделирования

1.1 Учебный план

Таблица 1. Трудоемкость и содержание раздела 1

№ п/п	Наименование частей дисциплины (модуля)	Общ. трудоёмкость	Всего ауд. час.	Аудиторные занятия, час.		Формы аттестации
		час.		ЛК	ПР	
1.	Часть 1. Введение в учебный курс	0,5	0,5	0,5		
2.	Часть 2. Основы инженерной графики	1,5	1,5	1,5		Тестирование
3.	Часть 3. Черчение в КОМПАС-3D	7,5	7,5	1,5	6	Контрольная работа
4.	Часть 4. Основы 3D-моделирования	7,5	7,5	1,5	6	Контрольная работа
	Итого часов	17	17	5	12	

1.2 Содержание раздела

Часть 1. Введение в учебный курс

Создание изделий. Предмет инженерной графики: ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей (форматы, масштабы, типы линий). Метод проекций. Электронная модель изделия. КОМПАС-3D – САПР для автоматизации инженерно-конструкторских работ.

Часть 2. Основы инженерной графики

Метод проекций. Точки, линии, поверхности на чертеже.

Виды. Разрезы. Сечения. ГОСТ 2.305-68.

АксонOMETрические чертежи.

Виды изделий. Спецификация. Сборочный чертёж.

Часть 3. Черчение в КОМПАС-3D

Построение графических примитивов. Способы ввода координат точек. Использование привязок.

Текст на чертеже.

Способы редактирования в КОМПАС-3D.

Практическая работа: Выполнение чертежа многогранника по аксонометрическому изображению.

Практическая работа: Выполнение чертежа детали с разрезами.

Библиотеки в КОМПАС.

Практическая работа: Работа с библиотеками КОМПАС в режиме 2D – вставка изображения стандартного элемента в чертёж.

Практическая работа: Выполнение фрагмента сборочного чертежа с использованием имеющихся чертежей деталей и библиотек стандартных элементов.

Печать в КОМПАС-3D.

Практическая работа: Настройка режимов печати и получение твердой копии чертежа.

Часть 4. Основы 3D-моделирования

Основные понятия, этапы и приёмы 3D-моделирования.

Практическая работа: Построение трехмерной модели корпусной детали.

Практическая работа: Построение трёхмерной модели детали, образованной поверхностями вращения.

Практическая работа: Выполнение чертежа детали на основе трёхмерной модели.

Практическая работа: Выполнение аксонометрического чертежа детали на основе трёхмерной модели.

Практическая работа: Вставка стандартного 3D-элемента в трёхмерную модель детали.

1.3 Контрольные вопросы

1. Каково основное назначение следующих линий на чертеже: сплошной основной, штриховой, штрихпунктирной, сплошной тонкой?
2. Дайте определение масштаба. Какие масштабы предусмотрены стандартом? Приведите пример масштаба увеличения и масштаба уменьшения.
3. В каких единицах выражают линейные размеры на чертежах (если единица измерения не обозначена)?
4. Каково взаимное расположение плоскостей проекций? Как направлены проецирующие лучи, по отношению к плоскостям проекций при ортогональном параллельном проецировании?
5. Какие геометрические тела называются многогранниками? Из каких геометрических элементов состоит многогранник?
6. Назовите, какие тела вращения вы знаете. Сформулируйте определения.
7. Что в инженерной графике называется видом? Назовите основные виды.
8. Для чего применяют разрезы на чертежах? В чем отличие между разрезом и сечением?
9. Расшифруйте аббревиатуру «САПР». Перечислите основные преимущества автоматизированного выполнения чертежей.
10. Для чего надо создавать пользовательские виды при работе в КОМПАС?
11. В каких случаях при выполнении чертежей в КОМПАС целесообразно использование библиотек программы?
12. Опишите технику создания в КОМПАС сборочного чертежа с использованием имеющихся чертежей деталей.
13. Назовите два основных этапа при создании 3D-модели детали в КОМПАС.
14. По умолчанию, размеры на чертеже КОМПАС выполняются шрифтом 5. Как сделать, чтобы все размеры на чертеже были выполнены шрифтом 3,5?
15. Как изменить толщину сплошной основной линии при выводе чертежа на печать из КОМПАС?

1.4 Литература

1. Чекмарев, А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение : учебник / А.А. Чекмарев. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 396 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1541. - ISBN 978-5-16-013447-5. - Текст : электронный. // ЭБС "Znaniium.com".- URL: <https://znaniium.com/catalog/product/1455685> (дата обращения: 28.10.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: Учеб. для вузов. - 6-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2004. - 435с.: ил.
3. Справочная система САПР КОМПАС-3D.

Преподаватель (преподаватели):

Курзуков Г. В. старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и производств

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

РАЗДЕЛ 2. Основы электроники

2.1 Учебный план

Таблица 2. Трудоемкость и содержание раздела 2

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин (модулей)	Общ. трудоёмкость	Всего ауд. час.	Аудиторные занятия, час.		Формы аттестации
		час.		ЛЗ	ПР, ЛР	
1.	Часть 1. Введение в основы электроники	1	1	1		
2.	Часть 2. Основы аналоговой электроники	4	4	2	2	Тестирование
3.	Часть 3. Основы цифровой электроники	10	10	5	7	Тестирование
	Итого часов	17	17	8	9	

2.2 Содержание раздела

Часть 1. Введение в основы электроники

Элементы схемы электрической цепи, ток, напряжение. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Последовательное соединение резисторов. Первый закон Кирхгофа. Параллельное соединение резисторов. Второй закон Кирхгофа.

Системы счисления: двоичная, десятичная, шестнадцатеричная. Разрядность цифровых устройств. Понятия логических элементов. Комбинационные схемы. Последовательностные схемы. Интегрированные программные пакеты для разработки и исследования электронных схем.

Часть 2. Основы аналоговой электроники

Выпрямительный диод. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) выпрямительного диода. Поведение двухполюсника на постоянном токе.

Лабораторная работа 1. Экспериментальное исследование выпрямительного диода и светодиода на учебном стенде:

1. Собрать схему на учебном стенде для исследования выпрямительного диода для прямой ветви.
2. Снятие вольтамперной характеристики выпрямительного диода на постоянном токе для прямой ветви.
3. Собрать схему для исследования выпрямительного диода для обратной ветви.
4. Снятие ВАХ выпрямительного диода на постоянном токе для обратной ветви.
5. Собрать схему для исследования прямой ветви ВАХ светодиода на постоянном токе.
6. Снятие ВАХ светодиода на постоянном токе для прямой ветви.
7. Выводы по проделанной работе.

Биполярный транзистор: устройство и принцип работы. Выводы транзистора: база, коллектор, эмиттер. Режимы работы биполярного транзистора: отсечка, активный режим, насыщение. Реализация инвертора на биполярном транзисторе. Выходные транзисторные каскады логических блоков 2И-НЕ.

Лабораторная работа 2. Экспериментальное исследование биполярного

транзистора на учебном стенде:

1. Собрать схему на учебном стенде для исследования характеристик биполярного транзистора.
2. Снять статическую характеристику прямой передачи по току $I_K=f(I_B)$.
3. Снять характеристику прямой передачи по току $I_K=f(I_B)$ при наличии заданного сопротивления нагрузки R_K .
4. Выводы по проделанной работе.

Часть 3. Основы цифровой электроники

Теоремы и законы алгебры логики. Таблица истинности как основа комбинационной схемы. Логические функции двух переменных: отрицания (инвертор), логического умножения (конъюнкция), логического сложения (дизъюнкция), сложения по модулю 2 (исключающее ИЛИ). Минимизация комбинационной схемы. Методы минимизации. Метод Карно. Карты Карно. Синтез и анализ комбинационных схем. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Типы ПЛИС: *FPGA* и *CPLD*. Структура *FPGA*. Структура базового логического элемента ПЛИС.

Практическая работа 1. Синтез комбинационной схемы в программном пакете Quartus Prime:

1. Методика создания нового проекта в пакете *Quartus Prime*.
2. Основные возможности графического интерфейса пакета *Quartus Prime*.
3. Создание проекта в схемном редакторе *Quartus Prime* по заданной таблице истинности.
4. Компиляция проекта. Устранение ошибок.
5. Функциональное и временное моделирование схемы.
6. Загрузка выходного кода в ПЛИС.
7. Выводы по проделанной работе.

Комбинационные устройства: шифраторы, дешифраторы, сумматоры, мультиплексоры. Назначения, структура и типы дешифраторов. Дешифраторы с позиционным выходным кодом. Дешифраторы семисегментного кода.

Практическая работа 2. Синтез комбинационной схемы дешифратора семисегментного кода в программном пакете Quartus Prime:

1. Особенности таблицы истинности дешифратора семисегментного кода.
2. Минимизация выходных переменных дешифратора.
3. Определение однородных слагаемых в минимальных выходных функциях.
4. Компиляция проекта. Устранение ошибок.
5. Загрузка проекта в ПЛИС.
6. Проверка соответствия отображаемых символов семисегментного кода на индикаторах.
7. Выводы по проделанной работе.

Последовательностные цифровые устройства. Синтез триггерного устройства на логических элементах 2И-НЕ. D-защелки. D-триггер, T-триггер. Сдвиговые регистры. Параллельные регистры. Асинхронные и синхронные счетчики. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Цифро-Аналоговые преобразователи (ЦАП).

Практическая работа 3. Разработка синхронного счетчика в программном пакете Quartus Prime:

1. Создания нового проекта в пакете *Quartus Prime*.
2. Определение разрядности счетчика исходя из задания.
3. Создание проекта в схемном редакторе пакета *Quartus Prime* в базе D-триггеров.
4. Создание проекта в схемном редакторе пакета *Quartus Prime* на основе параметрических мегафункций.
5. Определение конфигурации мегафункций: выбор входных и выходных портов, задание параметров.

6. Компиляция проекта. Устранение ошибок.
7. Функциональное и временное моделирование схемы.
8. Загрузка проекта в ПЛИС.
9. Исследование работы счетчика с помощью осциллографа.
10. Выводы по проделанной работе.

Лабораторная работа 3. Исследование АЦП и ЦАП на учебном стенде:

1. Собрать схему подключения платы ЦАП на элементах R-2R.
2. Определить значения аналогового выходного сигнала ЦАП подавая на вход двоичный код.
3. Занести в таблицу полученные экспериментальные данные.
4. Построить график по полученным результатам.
5. Собрать схему подключения платы АЦП последовательного приближения.
6. С помощью ЦАП на элементах R-2R подать на вход АЦП аналоговый сигнал и зафиксировать значение цифрового двоичного кода.
7. Занести в таблицу полученные экспериментальные данные.
8. Выводы по проделанной работе.

2.3 Контрольные вопросы

1. Каковы свойства p-n перехода?
2. В чём отличие ВАХ выпрямительного диода и светодиода?
3. От чего зависит яркость свечения светодиода?
4. Какие существуют схемы включения транзисторов?
5. Что такое области активного усиления, насыщения, отсечки?
6. Что такое ключевой режим? Каковы преимущества ключевого режима?
7. Как выглядят выходные и входные статические характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером?
8. Таблицы истинности логические функции двух переменных: отрицания, логического умножения, логического сложения, сложения по модулю 2.
9. Минимизация комбинационной схемы методом Карно.
10. Карта Карно для логической функции четырех переменных.
11. Три правила построения прямоугольников Карно.
12. Что такое ПЛИС?
13. Основные этапы создания проекта в пакете *Quartus Prime*.
14. Что такое дешифратор?
15. Структура цифрового счетчика.
16. Отличия асинхронного и синхронного счетчика.
17. Что такое АЦП и ЦАП.

2.4 Литература

1. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника: учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин, П.Д. Саркисова; под ред. П.Д. Саркисова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 479 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/13474. - ISBN 978-5-16-010416-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1853549> (дата обращения: 28.04.2022). — Режим доступа: по подписке.
2. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. - 2-е изд., стер. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 768с.: ил. - ISBN 978-5-9912-0617-4. + тоже (2002 г - 1 экз.)

3. Проектирование цифровых устройств на базе современных инструментальных средств [Текст]: Учебное пособие / А.А. Евсиков [и др.]; Рец. В.А. Сенько. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2021. - 86 с.: ил. - ISBN 978-5-89847-635-9

Преподаватель (преподаватели):

Коковин В. А. доцент, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, заведующий комплексной лабораторией филиала

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

РАЗДЕЛ 3. Основные компоненты промышленных систем управления

3.1 Учебный план

Таблица 3. Трудоемкость и содержание раздела 3

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин (модулей)	Общ. трудоёмкость	Всего ауд. час.	Аудиторные занятия, час.		Формы аттестации
		час.		ЛЗ	ПР, ЛР	
1.	Часть 1. Введение в учебный курс	1	1	1		
2.	Часть 2. Аппаратное обеспечение систем управления	4	4	2	2	Тестирование
3.	Часть 3. Основы программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК)	10	12	5	7	Тестирование
	Итого часов	17	17	8	9	

3.2 Содержание раздела

Часть 1. Введение в учебный курс

Промышленные системы управления: основные определения. Централизованные системы управления (СУ). Распределенные СУ. Информационные датчики. Исполнительные устройства. Технические средства для получения и передачи информации. Вычислительные устройства (ПЛК, промышленные компьютеры). Интегрированные пакеты для создания прикладного программного обеспечения: *MicroWin STEP7, TIA Portal, CoDeSys*

Часть 2. Аппаратное обеспечение систем управления

Оптические, индукционные, емкостные, механические датчики. Физический принцип работы датчиков. Структуры датчиков.

Лабораторная работа 1. Исследование промышленных датчиков на учебном стенде:

1. Собрать схему для исследования оптического датчика.
2. Определить расстояние срабатывания датчика при отражении светового луча от различных материалов. Выполнить три измерения.
3. Занести в таблицу полученные экспериментальные данные.
4. Собрать схему для исследования индукционного датчика.
5. Определить расстояние срабатывания датчика при приближении различных материалов из металлов. Выполнить три измерения.
6. Занести в таблицу полученные экспериментальные данные.
7. Собрать схему для исследования емкостного датчика.
8. Определить расстояние срабатывания датчика при приближении различных материалов. Выполнить три измерения.
9. Занести в таблицу полученные экспериментальные данные.
10. Для каждого датчика вычислить: среднее значение, абсолютную и относительную погрешности.

Программируемые логические контроллеры. Основные элементы структуры ПЛК: входные порты, вычислитель, выходные регистры, выходные порты, коммуникационные

порты. Гальваническая развязка входов и выходов ПЛК. Цикл работы ПЛК. Семейства ПЛК фирмы *Siemens*. Семейства ПЛК фирмы ОВЕН. Электрические характеристики ПЛК.

Принцип работы электропривода на шаговом двигателе. Принцип работы пневмопривода. Промышленный робот-манипулятор ЦПР-1П с пневмоприводом. Основные характеристики робота.

Часть 3. Программное обеспечение систем управления

Стандарт языков промышленной автоматизации МЭК-61131-2. Области памяти ПЛК. Структура памяти ПЛК: бит, байт, слово, двойное слово. Адресация бита, байта, слова, двойного слова. Основные принципы разработки программ для ПЛК в пакете *MicroWin STEP7*.

Лабораторная работа 2. Разработка и исследование программы для ПЛК «Управление двигателем постоянного тока».

1. Разработать таблицы соответствия и состояний, согласно заданного алгоритма.
2. Разработать программу управления двигателем в пакете *MicroWin STEP7* на языке *LD*.
3. Выполнить компиляцию программы и при необходимости исправить ошибки.
4. Выполнить коммутацию входов и выходов ПЛК *CPU-221*.
5. Загрузить программу в ПЛК.
6. Выполнить запуск программы и проверить ее работу, согласно заданного алгоритма.

Лабораторная работа 3. Разработка и исследование программы для ПЛК «Управление промышленным роботом».

1. Разработать таблицы соответствия и состояний, согласно заданного алгоритма.
2. Разработать программу управления двигателем в пакете *MicroWin STEP7* на языке *LD*.
3. Выполнить компиляцию программы и при необходимости исправить ошибки.
4. Проверить по манометру компрессора заданное давление в пневмомагистрали.
5. Выполнить коммутацию входов и выходов ПЛК *CPU-221*.
6. Загрузить программу в ПЛК.
7. Выполнить запуск программы и проверить ее работу, согласно заданного алгоритма.

3.3 Контрольные вопросы

1. Объекты управления в автоматизации.
2. Назначение промышленных датчиков.
3. Принцип работы оптических датчиков.
4. Принцип работы индукционных датчиков.
5. Принцип работы емкостных датчиков.
6. Промышленные роботы. Назначение и основные характеристики.
7. Рабочий цикл ПЛК.
8. Выполнение логики управления с помощью ПЛК семейства *S7-200*.
9. Косвенная адресация областей памяти *S7-200* с помощью указателей.
10. Обращение к данным в области памяти *M, SM, V* в формате байта, слова, двойного слова контроллеров *S7-200*.
11. Обращение к данным в области памяти счетчиков контроллеров *S7-200*.
12. Обращение к данным в области памяти таймеров контроллеров *S7-200*.
13. Особенности проектирования систем управления электроавтоматикой.
14. Методика загрузки программ в ПЛК семейства *S7-200* фирмы *Siemens*.

3.4 Литература

1. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.: ил.
2. Коковин В.А. Лабораторные работы по дисциплине "Автоматизация технологических процессов и производств" : электронное методическое пособие / В.А. Коковин; Рец. А.П.Леонов; А.Н.Сытин. - Протвино : Филиал "Протвино" государственного университета "Дубна", 2017. - 67с. : ил. - Текст : электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
3. Олссон Г. и Пиани Дж. Цифровые системы автоматизации и управления. - 3-е изд. перераб. и доп. - СПб.: Невский Диалект, 2001. - 557 с.: ил.

Преподаватель (преподаватели):

Коковин В. А. доцент, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, заведующий комплексной лабораторией филиала

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

РАЗДЕЛ 4. Разработка и защита проектов

4.1 Учебный план

Таблица 4. Трудоемкость и содержание раздела 4

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин (модулей)	Общ. трудоёмкость	Всего ауд. час.	Экскурсии, час. ЛЗ	Формы аттестации
		час.			
1.	Часть 1. Экскурсии на предприятия	6	-	6	-
2.	Часть 2. Разработка проектов	8	8	-	-
3.	Часть 3. Защита проектов	3	3	-	Представление для экспертной оценки проекта
	Итого часов	17	11	6	

4.2 Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническая база

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима следующая материально-техническая база:

1. Мультимедийный проектор (демонстрация таблиц, схем и других визуальных средств на лекциях и видеоматериалов на семинарах);
2. Ноутбук (демонстрация таблиц, схем и других визуальных средств на лекциях и видеоматериалов на семинарах, проблемный поиск информации в Интернете);
3. Проекционный экран (демонстрация таблиц, схем и других визуальных средств на лекциях и видеоматериалов на семинарах);
4. Учебная аудитория, оснащенная компьютерами с выходом в Интернет (проблемный поиск информации, коллективное составление графических схем, таблиц и пр.).
5. Лаборатория электротехники и электроники с набором учебных стендов и измерительных приборов.
6. Лаборатория автоматизации с учебными стендами.
7. Лаборатория мехатроники с учебными стендами.

Преподаватели:

Евсиков А.А. доцент, к.т.н., заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов и производств»

Коковин В. А. доцент, к.т.н., доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, заведующий комплексной лабораторией филиала

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись