

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления  
\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)  
М.А. Ваганов  
(инициалы, фамилия)  
  
(подпись)  
«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электронные промышленные устройства»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и наноэлектроника
Наименование направленности	Промышленная электроника
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)  
\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) \_\_\_\_\_  
О.А. Кононов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23  
«5» июня 2023 г, протокол № 7/23

Заведующий кафедрой № 23  
\_\_\_\_\_  
(д.т.н., проф. / уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) \_\_\_\_\_  
А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.04(06)  
\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) \_\_\_\_\_  
М.А. Ваганов  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе  
\_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание) \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) \_\_\_\_\_  
О.Л. Балышева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электронные промышленные устройства» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» направленности «Промышленная электроника». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен выполнять расчет электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием»;

ПК-4 «Способен осуществлять сквозное проектирование цифровых устройств с использованием теории сложных цифровых систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с рассмотрением принципов построения, функционирования и проектирования различных электронных устройств: аналоговых, цифровых, построенных на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и импульсных устройств, программируемых модулей промышленной автоматизации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Предназначение дисциплины «Электронные промышленные устройства» заключается в формировании у студентов профессиональной подготовки в области разработки электронных устройств на современной элементной базе, аналоговых и цифровых электронных приборов, с применением систем автоматизированного проектирования для синтеза логических схем и приобретении студентами практических навыков анализа электронных промышленных устройств, моделирования и верификации разработанных ячеек цифровых схем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять расчет электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием	ПК-1.3.1 знать принципы расчета параметров и характеристик отдельных блоков аналоговых и цифровых электронных приборов. ПК-1.У.1 уметь проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов. ПК-1.В.1 владеть навыками представления результатов расчета электронных устройств в виде таблиц, графических зависимостей и диаграмм
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять сквозное проектирование цифровых устройств с использованием теории сложных цифровых систем	ПК-4.3.1 знать элементы теории сложных цифровых систем, основные принципы сквозного проектирования, маршрут разработки и верификации цифровых устройств. ПК-4.У.1 уметь проводить описание моделей цифровых схем на поведенческом языке, осуществлять полный цикл автоматического проектирования цифровых схем. ПК-4.В.1 владеть специализированными системами автоматизированного проектирования для синтеза логических схем, моделирования и верификации разработанных ячеек схем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Электротехника»,
- «Схемотехника аналоговых электронных устройств»,

–« Схемотехника импульсных и цифровых устройств».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

– « Энергетическая электроника».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	67	67
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основы разработки электронных устройств на основе интегральных микросхем программируемой логики Тема 1.1.Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Тема 1.2. Создание проектов для ПЛИС.	4	20	0	0	20

Раздел 2. Построение устройств промышленной автоматизации на базе стандартных программируемых модулей семейства Siemens LOGO. Тема 2.1 Основные сведения о логических модулях семейства Siemens LOGO. Тема 2.2. Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort.	4	14	17	0	10
Раздел 3. Организация интерфейсного взаимодействия в распределенных электронных промышленных системах. Тема 3.1. Линии связи. Тема 3.2. Способы кодирования двоичной информации в распределенных системах. Тема 3.3. Магистральные приемники и передатчики. Тема 3.4. Схемотехника узлов гальванической развязки.	2	0	0	0	9
Раздел 4. Средства сопряжения электронных промышленных устройств с внешними устройствами. Тема 4.1. Измерительные преобразователи электронных систем. Тема 4.2. Обзор измерительных преобразователей, выпускаемых ведущими фирмами. Тема 4.3. Элементы человеко-машинного интерфейса.	2	0	0	0	10
Раздел 5. Интегральные запоминающие устройства. Тема 5.1. Классификация запоминающих устройств. Тема 5.2. Разновидности ОЗУ. Тема 5.3. Области применения запоминающих устройств.	1	0	0	0	4
Раздел 6. Информационные технологии в автоматизированном проектировании и автоматическом приборостроительном производстве Индустрии 4.0. Тема 6.1. Технологии для коммуникации киберфизических систем на производстве. Тема 6.2. Киберфизические системы промышленного назначения. Тема 6.3. Мультиагентная среда киберфизического цифрового производства Индустрии 4.0. Тема 6.4. Электронный документооборот киберфизического производства	4	0	0	0	14
Итого в семестре:	17	34	17		67
Итого	17	34	17	0	67

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Основы разработки электронных устройств на основе интегральных микросхем программируемой логики.</p> <p>Тема 1.1. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Общие принципы построения устройств на основе ПЛИС. Обзор ПЛИС, выпускаемых фирмами "Altera", "Xilinx", "Actel". Основы функционирования. Функциональные возможности. Ограничения.</p> <p>Тема 1.2. Создание проектов для ПЛИС.</p> <p>Средства разработчика. САПР "Quartus". "Аппаратный" вариант реализации проекта. Библиотеки элементов. Базовые элементы (primitives). Элементы из серии 74xxx. Элементы мегафункций. Программный вариант реализации проекта. Языки описания аппаратуры AHDL, VHDL, Verilog. Реализация булевых выражений и уравнений. Задание узлов и шин. Операторы условной логики.</p> <p>Проектирование типовых функциональных узлов цифровых устройств на ПЛИС: дешифраторы, мультиплексоры, компараторы кодов, счетчики, регистры. Проектирование цифровых узлов по заданному поведенческому описанию. Иерархические проекты. Включение в проект стандартных и пользовательских параметрических функций.</p> <p>Типовые ошибки в "аппаратных" и программных проектах на ПЛИС. Моделирование. Отладка.</p>
2	<p>Раздел 2. Построение устройств промышленной автоматизации на базе стандартных программируемых модулей семейства Siemens LOGO.</p> <p>Тема 2.1. Основные сведения о логических модулях семейства Siemens LOGO. Технические характеристики. Стандартные схемы включения. Сопряжение с датчиками и исполнительными устройствами. Функциональные возможности и ограничения. Примеры типичных применений для решения задач автоматизации.</p> <p>Тема 2.2. Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort.</p> <p>Базовые логические функции модулей семейства LOGO! Специальные функции модулей семейства LOGO!. Цифровые блоки. Релейные блоки. Таймеры. Счетчики. Счетчик рабочего времени. Сдвиговый регистр. Частотный компаратор. Генераторы импульсов. Аналоговые блоки. Усилитель. Аналоговый компаратор. Управляемый генератор линейно изменяющегося напряжения. ПИ-регулятор. Параметризация блоков. Вывод текстовых сообщений. Примеры применения модулей LOGO! в промышленности.</p>
3	<p>Раздел 3. Организация интерфейсного взаимодействия в распределенных электронных промышленных системах.</p> <p>Тема 3.1. Линии связи.</p> <p>Классификация линий связи (ЛС). Волоконно-оптические ЛС. Однопроводные ЛС: коаксиальный кабель, ЛС типа "витая пара".</p>

	<p>Многопроводные ЛС: жгутовые ЛС, шлейфные соединители, печатный монтаж. Экранированные ЛС. Сравнительные характеристики пропускной способности.</p> <p>Тема 3.2. Интерфейсы передачи данных. Стандарты асинхронной последовательной передачи данных. Внутриплатаые интерфейсы. Шина информационного обмена интегральных схем 1С. Шина информационного обмена интегральных схем SMBus. Однопроводный интерфейс I-Wire. Низковольтный интерфейс LVDS. Промышленные интерфейсы RS-232, RS-422A, RS-485.</p> <p>Код "Манчестер-II". Биполярный фазоманипулированный код с пассивной паузой. Системы передачи двоичной информации с преобразованием: частотная и фазовая манипуляция.</p> <p>Тема 3.3. Магистральные приемники и передатчики. Электрические характеристики: входное и выходное сопротивления. Особенности интерфейсных микросхем, выполненных по технологии КМОП, ТТЛ и ЭСЛ. Статические и динамические параметры. Буферные элементы и шинные формирователи. Нагрузочная способность передатчика. Помехоустойчивость приемника. Дифференциальный приемник. Приемник с гистерезисом. Преобразователи уровней цифровых сигналов. Примеры отечественных и зарубежных интегральных преобразователей уровней: КМОП – ТТЛ, ЭСЛ – ТТЛ, LVDS – ТТЛ, RS-232 – ТТЛ. Схемотехника преобразователей уровней на транзисторах.</p> <p>Тема 3.4. Схемотехника узлов гальванической развязки. Проблема уравнивающих токов. Трансформаторная развязка. Применение оптоэлектронных устройств. Токовая петля. Анализ функционирования элементов гальванической развязки при передаче импульсных сигналов/ Промышленные модули гальванической развязки.</p>
4	<p>Раздел 4. Средства сопряжения электронных промышленных устройств с внешними устройствами.</p> <p>Тема 3.1. Измерительные преобразователи электронных систем. Разновидности средств автоматического ввода и вывода данных в системах сбора и обработки информации. Датчики первичной информации. Интерфейсы. Элементная база аналоговых устройств средств сопряжения.</p> <p>Преобразователи напряжения в код (аналого-цифровые преобразователи, АЦП). Основные характеристики АЦП. Статические и динамические характеристики. Типовой интерфейс АЦП. Основные структуры АЦП. Параллельные АЦП. АЦП последовательных приближений. Интегрирующие АЦП. Сигма-дельта АЦП. АЦП на переключаемых конденсаторах. Видео-АЦП. Сравнительные характеристики АЦП: диаграмма "разрядность – быстродействие". Интегрирующие преобразователи напряжения – время, напряжение – частота.</p> <p>Преобразователи кода в напряжение (цифроаналоговые преобразователи, ЦАП). Основные характеристики ЦАП. Статические и динамические характеристики. Структура ЦАП с резистивной матрицей. Видео-ЦАП. Сравнительные характеристики ЦАП: диаграмма "разрядность – быстродействие".</p>

	<p>Функциональные узлы обработки аналоговых сигналов на базе ЦАП: усилитель с переменным коэффициентом усиления, перестраиваемый фильтр.</p> <p>Тема 3.2. Обзор измерительных преобразователей, выпускаемых ведущими фирмами.</p> <p>Измерительные преобразователи и датчики фирм "Analog Devices", "Linear Technologies", "Microchip", "Maxim", "Texas Instruments", "Sony", "STMicroelectronics". Сопряжение со стандартными микропроцессорными интерфейсами.</p> <p>Тема 3.3. Элементы человеко-машинного интерфейса.</p> <p>Полупроводниковые индикаторы. Расчет балластных сопротивлений.</p> <p>Семисегментные цифровые полупроводниковые, вакуумно-люминесцентные и жидкокристаллические (ЖК) индикаторы. Принцип динамической индикации. Подключение многоуровневого семисегментного цифрового индикатора к цифровым и микропроцессорным устройствам.</p> <p>Алфавитно-цифровые и графические ЖК-индикаторы фирм "Hitachi" и "Powertip". Интерфейс контроллера графических ЖК-индикаторов.</p>
5	<p>Раздел 5. Интегральные запоминающие устройства.</p> <p>Тема 5.1. Классификация запоминающих устройств. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ). Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Стандартные интерфейсы микросхем ПЗУ, статических и динамических ОЗУ.</p> <p>Тема 5.2. Разновидности ОЗУ.</p> <p>Статическое ОЗУ (SRAM). Динамическое ОЗУ (DRAM). Разновидности ПЗУ. Электрически программируемые ПЗУ (EPROM), ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием (UF-EPROM). Flash-память. Модули DiskOnChip фирмы "M-Systems" (Израиль). Примеры микросхем. Энергонезависимые оперативные запоминающие устройства. Ферроэлектрическая память (FRAM). Магниторезистивная память (MRAM). Память фирмы "Ovonix" (OUM). Память nvRAM.</p> <p>Архитектуры запоминающих устройств. Запоминающее устройство с произвольной выборкой. LIFO-, FIFO-буферы. Каскадирование микросхем памяти. Построение модулей памяти.</p> <p>Тема 5.3. Области применения запоминающих устройств. Примеры микросхем памяти, выпускаемых ведущими фирмами: "Alliance Semiconductor", "Cypress", "Toshiba" и др.</p>
6	<p>Раздел 6. Информационные технологии в автоматизированном проектировании и автоматическом приборостроительном производстве Индустрии 4.0.</p> <p>Тема 6.1. Технологии для коммуникации киберфизических систем на производстве.</p> <p>Технологии хранения и обработки больших массивов производственных данных Технологии выполнения технологических операций в киберфизических системах.</p> <p>Технологии межмашинного взаимодействия киберфизических систем. Технологии человеко-машинного взаимодействия для киберфизического производственного комплекса.</p>



	<p>Тема 6.2. Киберфизические системы промышленного назначения. Киберфизические системы (КФС) аддитивного производства. 3D-принтинг. Киберфизические системы поверхностного монтажа электрорадиокомпонентов. Киберфизические системы транспортной инфраструктуры умной фабрики. Киберфизические системы производственного контроля.</p> <p>Тема 6.3. Мультиагентная среда киберфизического цифрового производства Индустрии 4.0.</p> <p>Киберфизическая система как агент мультиагентной среды. Мультиагентная среда цифрового производства. Топологии КФС в составе умной фабрики Индустрии 4.0.</p> <p>Тема 6.4. Электронный документооборот киберфизического производства. Цифровые формы описания объектов Индустрии 4.0. Информационно-телекоммуникационная среда цифровой фабрики и умной фабрики Индустрии 4.0. Клиент-серверные технологии на предприятиях Индустрии 4.0. Облачная инфраструктура как сервис для производства Индустрии 4.0.</p>
--	---

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Изучение среды разработчика цифровых функциональных блоков на ПЛИС Quartus	компьютерное моделирование	2	1	2
2	Разработка комбинационного устройства на основе ПЛИС в среде Quartus	компьютерное моделирование	2	1	2
3	Разработка счетчика с заданным основанием счета на Т-триггерах в среде Quartus	компьютерное моделирование	4	2	2
4	Разработка счетчика с заданным основанием счета на JK-триггерах в среде Quartus	компьютерное моделирование	4	2	2
5	Разработка формирователя импульсной последовательности с заданными свойствами	компьютерное моделирование	4	2	2
6	Разработка формирователя импульсов, управляемого цифровым кодом	компьютерное моделирование	4	2	2
7	Изучение базовых логических и специальных функций программируемых логических модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort.	компьютерное моделирование	4	2	5

8	Разработка устройства логического управления на базе программируемого логического модуля LOGO! Siemens.	компьютерное моделирование	2	1	5
9	Разработка проекта устройства управления светотехническим оборудованием на базе модуля промышленной автоматизации	компьютерное моделирование	4	2	5
10	Разработка проекта устройства управления электротехническим промышленным оборудованием на основе модуля LOGO! Siemens	компьютерное моделирование	4	2	5
Всего			34	17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Измеритель длительности импульса на базе программируемого логического модуля LOGO! Siemens	4	2	5
2	Измеритель периода следования импульсов на базе программируемого логического модуля LOGO! Siemens	4	2	5
3	Управление электродвигателем постоянного тока посредством программируемого логического модуля LOGO! Siemens	4	2	5
4	Управление шаговым электродвигателем посредством программируемого логического модуля LOGO! Siemens	5	2	5
Всего		17	8	

4.4. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	37	37
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	67	67

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004.31(075)/У27.	Цифровая схемотехника: учебное пособие/ Е. П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ - Петербург, 2007. - 782с	80
621.38(075)/О-60	Аналоговая и цифровая электроника: полный курс : учебник / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Ред. О. П. Глудкин. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 768 с.	67
<a href="http://e.lanbook.com/book/4141">http://e.lanbook.com/ book/4141</a>	Аверченков, О.Е. Схемотехника: аппаратура и программы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 588 с. — Режим доступа:	
<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=180301">https://znanium.com/ catalog/document?id=1 80301</a>	Титце, У. Полупроводниковая схемотехника. Том II [Электронный ресурс] / У. Титце, К. Шенк; Пер. с нем - 12-е изд. - Москва : ДМК Пресс : Додэка, 2009. - 942 с.	
004 С 92	Схемотехника ЭВМ. Имитационное моделирование операционных элементов : методические указания к выполнению лабораторных работ. / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: О. И.	80

	Курсанов, А. А. Кузнецова, А. В. Аксенов. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015.	
<a href="http://e.lanbook.com/book/60977">http://e.lanbook.com/book/60977</a>	Бабич, Н.П. Основы цифровой схемотехники: Учебное пособие. [Электронный ресурс] / Н.П. Бабич, И.А. Жуков. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 480 с.	
<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=346727">https://znanium.com/catalog/document?id=346727</a> .	Немировский, А.Е. Электроника : учеб. пособие / А.Е. Немировский [и др.] - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с.	
<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=342318">https://znanium.com/catalog/document?id=342318</a>	Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис ; пер. с англ. Imagination Technologies. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 792 с.	

### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="https://kpfu.ru/staff_files/F1473892315/Osnovy_raboty_v_srede_Quartus_II.pdf">https://kpfu.ru/staff_files/F1473892315/Osnovy_raboty_v_srede_Quartus_II.pdf</a>	Акчурина А.Д., Юсупов К.М., Колчев А.А. ОСНОВЫ РАБОТЫ В СРЕДЕ QUARTUS II. – Казань: КФУ, 2017. – 49 с.

### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Quartus Prime software Lite edition. Доступен для загрузки //URL: <a href="http://dl.altera.com/?edition=lite">http://dl.altera.com/?edition=lite</a>
2	Свободно распространяемый программный продукт LOGO! Soft Comfort концерна Siemens GmbH. // URL: <a href="http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/demo-software/Pages/Default.aspx">http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/demo-software/Pages/Default.aspx</a>

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): номенклатура функциональные возможности, методология разработки устройств на их основе.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.В.1
2	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: логические схемы.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.В.1
3	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: счетчики с заданным основанием счета на основе Т-триггеров.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.В.1
4	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: счетчики с заданным основанием счета на основе JK-триггеров.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.В.1
5	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: генераторы импульсных последовательностей с заданными характеристиками.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.В.1
6	Помехоустойчивость линий связи	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
7	Основные виды микросхем современных ОЗУ	ПК-1.3.1
8	Архитектуры преобразователей данных. АЦП. Примеры.	ПК-1.3.1, ПК-4.У.1
9	Архитектуры преобразователей данных. ЦАП. Примеры.	ПК-1.3.1, ПК-4.У.1
10	Характеристики преобразователей данных (АЦП и ЦАП)	ПК-1.3.1, ПК-4.У.1, ПК-1.В.1
11	Интерфейсы преобразователей данных (АЦП и ЦАП)	ПК-1.3.1, ПК-4.3.1, ПК-4.У.1
12	Методы проектирования аппаратуры сбора и обработки данных	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.В.1
13	Однопроводный интерфейс I-Wire.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1

14	Интерфейс последовательного порта SPI	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
15	Интерфейсы RS-232 и RS-485	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
16	Низковольтная дифференциальная передача сигналов LVDS.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
17	Принцип построения и работы АЦП последовательных приближений	ПК-1.3.1, ПК-4.У.1, ПК-1.В.1
18	Обобщенная структура и функциональные возможности модулей промышленной автоматизации LOGO! Siemens.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1, ПК-4.У.1
19	Стандартные схемы включения. логических модулей семейства LOGO! Siemens	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
20	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Базовые логические функции.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
21	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. Релейные блоки.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
22	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. Таймеры.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1,
23	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. Счетчики.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
24	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. Частотный компаратор.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
25	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. Аналоговый компаратор.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
26	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. Управляемый генератор линейно изменяющегося напряжения.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
27	Программирование модулей Siemens LOGO в среде LOGO! Soft Comfort. Специальные функции. ПИ-регулятор.	ПК-4.3.1, ПК-4.У.1, ПК-4.У.1
28	Преобразователи уровней цифровых сигналов. Схемотехника преобразователей уровней на транзисторах	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
29	Преобразователи уровней цифровых сигналов. Схемотехника трансформаторных преобразователей уровней	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
30	Анализ функционирования трансформаторной гальванической развязки при передаче импульсных сигналов	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
31	Интерфейс “токовая петля”	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
32	Принцип динамической индикации. Подключение многоразрядного семисегментного цифрового индикатора к цифровым и микропроцессорным устройствам	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1
33	Алфавитно-цифровые и графические ЖК-индикаторы фирм. Интерфейс контроллера графических ЖК-индикаторов.	ПК-1.3.1, ПК-1.У.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.



- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Анализ актуальности проблемы. Определение терминов. Постановка задач.
- Анализ существующих подходов к решению поставленных задач.
- Рассмотрение решений поставленных задач на конкретных примерах.
- Анализ типовых ошибок, возникающих при решении аналогичных задач с другими исходными данными.
- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов
- Ответы на вопросы слушателей.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Учебно-методические материалы для проведения практических работ утверждаются на заседании кафедры и выкладываются преподавателем в начале семестра в систему LMS и в личный кабинет студента.

Проведение практических работ предполагает выполнение обучающимися работ по созданию проектов в компьютерных средах Quartus и Siemens LOGO Soft в соответствии с поставленной задачей и осуществление компьютерного моделирования с целью верификации полученного результата.

Для проведения занятий по выполнению практических работ можно также рекомендовать следующие учебно-методические издания:

1) Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контроллеры. Практическое руководство для начинающего инженера. Ставрополь: АГРУС, 2009. – 100 с. //URL: <http://padabum.com/d.php?id=15345>

2) Цифровые устройства на ПЛИС: методические указания к лабораторным работам / сост.: Н.Г. Захаров, Н.В. Субботин, А.А. Казанков, А.С. Савалев. – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 68 с. // URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2015/132.pdf>

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Учебно-методические материалы для проведения лабораторных работ утверждаются на заседании кафедры и выкладываются преподавателем в начале семестра в систему LMS и в личный кабинет студента.

Проведение лабораторных работ предполагает выполнение обучающимися программирования модуля LOGO! Siemens в соответствии с поставленной задачей и наблюдение за поведением оборудования.

Для проведения занятий по выполнению лабораторных работ можно также рекомендовать следующее учебно-методическое издание:

Знакомство с основными принципами работы программируемого логического контроллера Siemens LOGO. Методическое пособие к выполнению лабораторной работы. // Ижевский государственный технический университет, Ижевск, 2007. // URL: <http://www.studfiles.ru/preview/1979050/>

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель и задачи работы.
3. Теоретические сведения о методах решения поставленных задач.
4. Схема проекта в используемой системе САПР LOGO Soft Comfort.
5. Результаты моделирования.
6. Выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет предоставляется индивидуально студентом. Должен соответствовать принятой структуре и форме. Должна быть представлена схема моделирования и результаты в наглядной форме.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Одним из методов текущего контроля успеваемости является отслеживание выполнения требований к своевременности представления обучающимся в своем личном кабинете результатов выполнения полученных заданий по практическим и лабораторным работам. При нарушении заранее установленных предельных дат выполнения работ, начисляются штрафные баллы, которые снижают общее количество набранных за семестр рейтинговых баллов, по сумме которых производится промежуточная аттестация.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен проводится в устной форме в виде ответа на вопросы экзаменационного билета. Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положения «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования»

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой