

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт-

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» _____ августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ»

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки: Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цели дисциплины «Цифровое проектирование приборов и систем» – формирование у студентов специальных знаний, умений и навыков по схемотехнике цифровых узлов и устройств, используемых при конструировании электронных средств.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Цифровое проектирование приборов и систем» является формирование у студентов теоретических и практических компонент детального характера в области схемотехники цифровых узлов, используемых при проектировании и оптимизации электронных устройств и систем.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Цифровое проектирование приборов и систем» относится к циклу вариативной части обязательных дисциплин (Б1.ОД.14). Дисциплина «Цифровое проектирование приборов и систем» непосредственно связана с дисциплинами «Схемотехника измерительных устройств».

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Цифровое проектирование приборов и систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

профессиональных (ПК):

– способен определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (ПК-1);

– способен разрабатывать технические требования и задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей (ПК-2);

– способен проектировать и конструировать блоки, узлы и детали приборов, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий (ПК-3);

– способен разрабатывать структурные и функциональные схемы приборных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования (ПК-5.1);

– способен разрабатывать программы и их отдельные блоки, выполнять их отладку и настройку для решения задач приборостроения (ПК-5.3);

– способен обеспечивать эксплуатацию средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты на атомных станциях (ПК-5.6);

– способен организовывать и проводить диагностику технического состояния, проверки работоспособности оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-5.7).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основы схемотехники и конструктивные особенности разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (З-ПК-1);

– электронные компоненты оптических и оптико-электронных приборов, комплексов согласно техническим условиям эксплуатации; знать принципы конструирования деталей, соединений, сборочных единиц и функциональных устройств оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей (З-ПК-2);

– принципы проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов; знать этапы и порядок разработки приборов (З-ПК-3);

– принципы разработки структурных и функциональных схем, принципиальных схем устройств, распределение функций между аппаратным и программным обеспечением (З-ПК-5.1);

– принципы разработки тестовых программ, использующих набор тестовых векторов, программ для автоматизированного измерительного оборудования (З-ПК-5.3);

– назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления, регламенты, должностные инструкции, программы, инструкции выполнения работ по диагностике и проверке работоспособности средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.6);

– регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.7);

уметь:

– выбирать оптимальные с точки зрения решения поставленной задачи типовые схемотехнические решения для разработки оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; уметь оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (У-ПК-1);

– разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов для изготовления оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей (У-ПК-2);

– анализировать техническое задание и другую информацию, необходимую для выбора конструктивных решений, выбирать оптимальные конструктивные решения и обосновывать свой выбор; уметь использовать при проектировании и конструировании метод унификации блоков, узлов и деталей (У-ПК-3);

– разрабатывать структурную схему аппаратного обеспечения, выбирать элементную базу при проектировании электронных измерительных приборов и систем, выбирать элементную базу при проектировании цифровых измерительных приборов и систем (У-ПК-5.1);

– выполнять комплексирование системы и совместную отладку аппаратного и программного обеспечения, программировать в современных операционных средах, использовать основные алгоритмы и реализовывать их в современных библиотеках программ (У-ПК-5.3);

– анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, средств измерений, систем автоматики, выполнять пусконаладочные работы, измерения параметров при регулировках и испытаниях оборудования (У-ПК-5.6);

– выполнять штатные процедуры технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (У-ПК-5.7);

владеть:

– навыками определения условий и режимов эксплуатации, разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть навыками схемотехнического моделирования и конструирования разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (В-ПК-1);

– навыками разработки технических требований и заданий на проектируемые оптические и оптико-электронные приборы, комплексы и их составные части в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования (В-ПК-2);

- навыками проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов с помощью современных методов проектирования и конструирования (В-ПК-3);
- навыками расчета параметров элементов и использования средств компьютерного проектирования для разработки принципиальных схем (В-ПК-5.1);
- навыками настройки современных операционных систем и процессорных архитектур для выполнения программного обеспечения (В-ПК-5.3);
- навыками метрологической поверки и паспортизации средств измерений и систем автоматики, проведения испытаний и настройки вводимого в эксплуатацию оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (В-ПК-5.6);
- навыками организации и контроля проведения профилактических осмотров, текущего и планово-предупредительного ремонта средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты, работ по устранению дефектов (В-ПК-5.7).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные</p>

		междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20);</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
	<p>УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»:</p> <p>- формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем (B29);</p> <p>- формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и производства точных приборов и измерительных систем посредством выполнения курсовых работ/проектов с последующей защитой их результатов.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования ", "Цифровое проектирование приборов и систем", "Компьютерное проектирование мехатронных систем" для формирования сознательного отношения к нормам и</p>

	поведения, их понимания и приятия (В30)	правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных и групповых заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий.
--	---	--

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные ед., 144 часа

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лабор. работы	Практ. занятия	Самост. работа			
7 семестр									
1	Раздел 1	1-7	10	2	9	15	T1 – 2 ЛР1-4	КР1 – 8	25
2	Раздел 2	8-14	10	2	9	15	T2 – 10 ЛР2-12	КР2 – 14	25
Итого			20	4	18	30			50
Зачет			-						50
Итого за семестр									100
Трудоемкость дисциплины в 7 семестре составляет 2 зачетные ед., 72 часа									

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лабор. работы	Практ. занятия	Самост. работа			
8 семестр									
1	Раздел 3	1-4	8	2	6	20	T3 – 2 ЛР3-3	КР3 – 4	25
2	Раздел 4	5-8	6	2	8	20	T4 – 6 ЛР4-7	КР4 – 8	10

Итого		14	4	14	40			50
Зачет с оценкой		-						50
Итого за семестр								100
Трудоемкость дисциплины в 8 семестре составляет 2 зачетные ед., 72 часа								

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Введение и основные понятия

1.1 Введение. Элементы математических основ цифровых устройств.

1.2 Цель, задачи и содержание дисциплины. Основные термины и определения. Источники для самостоятельной работы.

1.3 Представление чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды чисел.

1.4 Алгебра логики. События, представление событий бинарными состояниями.

1.5 Понятия о логических константах, переменных. Базовые функции алгебры логики, Постулаты и законы алгебры логики. Методы описания и упрощения логических функций.

1.6 Диаграммы и коды. Представление констант и переменных электрическими цифровыми сигналами.

1.7 Ключевые каскады на биполярных транзисторах. Схемы и принципы действия. Ключевые каскады на биполярных транзисторах с диодами Шоттки.

1.8 Методики расчетов. Преимущества использования их в ключевых каскадах Ключевые каскады на МОП-транзисторах.

1.9 Схемы и принципы действия. Методики расчетов.

Раздел 2. Классификация и основные требования к логическим элементам

2.1 Классификация и основные требования к логическим элементам: совместимость входных и выходных сигналов, нагрузочная способность, свойства квантования сигнала, помехоустойчивость. Характеристики логических элементов; передаточная и переходная характеристики; статические, динамические и интегральные параметры логических элементов.

2.2 Классификация и основные области применения различных БЛЭ. БЛЭ транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ и ТТЛШ); состав базовых элементов,

схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные параметры. БЛЭ эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные характеристики.

2.3 БЛЭ на МОП-транзисторах (п-МОП, р-МОП, КМОП): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, разновидности и основные характеристики. БЛЭ интегральной инжекционной логики (И2Л): схемотехника, разновидности, основные характеристики, принципы работы и построения структуры.

2.4 Элементы с открытым выходом. Элементы с трехстабильным выходом.

2.5 Шинные формирователи, двунаправленные приемопередатчики. Передача сигналов в цифровых устройствах.

2.6 Средства автоматизации функционально-логического проектирования цифровых узлов и устройств. Языки описания аппаратуры (HDL).

2.7 Функционально полные системы логических элементов. Подходы к построению комбинационных устройств Синтез комбинационных устройств в заданном базисе логических элементов.

2.8 Особенности построения логических устройств на реальной элементной базе (использование элементов с заданным числом входов).

2.9 Функциональное назначение, внешний интерфейс, внутренняя структура, особенности технической реализации, практические рекомендации по применению: шифраторов, приоритетных двоичных шифраторов, дешифраторов, мультиплексоры-селекторов, демультиплексоры-селекторов, цифровых компараторов, преобразователей кодов, многоразрядных сумматоров, матричных умножителей, схем контроля, HDL-макрофункции типовых комбинационных узлов.

2.10 Элементы теории цифровых автоматов (ЦА)- модели и их реализация. Обобщенные структурные схемы ЦА. Назначение триггеров, их классификация и методы описания. Типы триггеров: одноступенчатые триггеры (асинхронный и синхронный RS-триггер, D-триггер, T-триггер), двухступенчатые триггеры (RS-триггер, JK-триггер), триггеры с динамическими входами (RS-триггер, JK-триггер) назначение и принципы построения. Триггеры с комбинированными входам.

Раздел 3. Полупроводниковые запоминающие устройства

3.1 Методы синтеза ЦА, переход от таблицы состояния к логической схеме и обратно. Понятие о состояниях цифрового автомата (ЦА), определение объема памяти ЦА.

3.2 Счетчики - назначение, классификация, способы переноса сигнала, основные типы (двоичные, двоично-кодированные, реверсивные). Асинхронный счетчик на JK-триггерах. Синхронный последовательный счетчик на JK-триггерах. Синхронный параллельный счетчик на JK-триггерах.

3.3 Реверсивные счетчики на JK-триггерах. Программируемые счетчики на JK-триггерах. Методика синтеза счетчика с произвольным модулем счета.

3.4 Регистры - назначение, классификация, основные типы (параллельные, последовательные); организация межрегистровых связей. Регистры с параллельной записью (интерфейсные регистры). Регистры с последовательной записью.

3.5 Универсальные регистры и основы их синтеза. Структура арифметико-логического устройства. Реализация арифметических и логических операций.

3.6 Риски сбоя в цифровых устройствах. Синхронизация в цифровых устройствах. Микропрограммное управление. HDL-макрофункции автоматов.

Раздел 4. Генераторы, оперативные запоминающие устройства, постоянные запоминающие устройства

4.1 Назначение и основные характеристики, принципы построения и типы генераторов. Автогенераторы и одновибраторы на элементах ТТЛ логики, автогенераторы на элементах КМОП логики (условия генерации, расчет длительности и периода импульсов).

4.2 Интегральные таймеры: область применения и структурная схема, принцип действия, основные схемы включения (автоколебательный и заторможенный генераторы).

4.3 Основные определения и классификация. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ); структура при одномерной и двумерной организации, способы наращивания объема памяти на заданной элементной базе.

4.4 Типы элементарных запоминающих элементов на биполярных и полевых транзисторах (запоминающие элементы статических ЗУ на биполярных транзисторах с диодами Шоттки, на ЭСЛ-элементах, на структурах И2Л, на МОП и КМОП транзисторах, элементы ЗУ динамического типа).

4.5 Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ): классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Масочные, прожигаемые и репрограммируемые ПЗУ: схемотехника базовых запоминающих ячеек, принципы работы и изготовления, методы программирования и репрограммирования. HDL-мегафункции запоминающих устройств.

4.6 Назначение, основные свойства и классификация. Основные параметры и характеристики. ЦАП с суммированием токов. ЦАП с цепочками R-2R. АЦП параллельного кодирования. АЦП поразрядного взвешивания. АЦП последовательного счета. АЦП с двойным интегрированием. Области использования ЦАП и АЦП различных типов.

4.2. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Изучение принципов построения и схемотехники элементов ТТЛ.

Лабораторная работа №2. Изучение основных и базовых логических элементов.

Лабораторная работа №3. Исследование параметров и характеристик усилителя без обратной связи.

Лабораторная работа №4. Исследование параметров и характеристик усилителя с обратной связью.

4.2.1 Тематический план практических работ

1. Элементы математических основ цифровых устройств.
2. Методика расчета ключевых каскадов на биполярных и МОП-транзисторах.
3. Основные схемы включения и сравнительный анализ параметров логических элементов типа ТЛШ, ЭСЛ, И² Л, МОП, КМОП.
4. Основные схемы и алгоритмы работы комбинационных схем на основе логических элементов.
5. Элементы теории цифровых автоматов.
6. Основные схемы, алгоритмы работы и сравнительный анализ параметров триггеров на основе различных логических элементах.
7. Основные схемы включения, алгоритмы работы и сравнительный анализ параметров последовательностных схем на основе логических элементов типа.
8. Основные схемы и алгоритмы функционирования генераторных устройств.

9. Основные схемы и алгоритмы функционирования таймеров.
10. Основные схемы и алгоритмы работы полупроводниковых запоминающих устройства.
11. Основные схемы и алгоритмы работы аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей.

4.3 Самостоятельная работа студентов

1. Изучение лекционного материала по теме: «Программируемые логические интегральные схемы».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Введение в основы микропроцессорной техники».
3. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Изучение правил техники безопасности. Изучение структурной схемы лабораторных стендов и правил работы с ними. Изучение технических описаний и инструкций по эксплуатации радиоизмерительных приборов».
4. Изучение лекционного материала по теме: «Принципы функциональной организации микропроцессора».
5. Подготовка к лабораторной работе по теме: Экспериментальное тестирование параметров ключевых каскадов».
6. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Экспериментальное тестирование параметров и характеристик базовых логических элементов».
7. Изучение лекционного материала по теме: «Архитектурные особенности организации микропроцессорной системы».
8. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Программируемые логические интегральные схемы. Изучение языка и проектирование устройств».
9. Изучение лекционного материала по теме: «Микроконтроллеры: классификация, функциональная организация».

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 – «Приборостроение», реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях с применением мультимедийного проектора в виде мультимедиа-лекций. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся в компьютерных лабораториях, с разделением группы на подгруппы из 10 человек (для соблюдения принципа каждому студенту свое рабочее место). За 2 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, для отсутствующих студентов задания выкладываются на файловый сервер в методический раздел (Methodica). Перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного тестирования.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
7 семестр			
Т	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
КР	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

ЛР	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
	Лабораторная работа №2		
8 семестр			
Т	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
КР	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
ЛР	Лабораторная работа №3	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
	Лабораторная работа №4		

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ПК-1	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ
ПК-2	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ
ПК-3	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ
ПК-5.1	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ

ПК-5.3	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ
ПК-5.6	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ
ПК-5.7	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	7 семестр: Т1, Т2, КР1, КР2, ЛР1, ЛР2, 3 8 семестр: Т3, Т4., КР3, КР4, ЛР3, ЛР4, ДЗ

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
7 семестр						
Раздел 1	Введение и основные понятия	ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-5.1; ПК-5.3 ПК-5.6; ПК-5.7	3-ПК-1; 3-ПК-2; 3-ПК-3; 3-ПК-5.1; 3-ПК-5.3 3-ПК-5.6; 3-ПК-5.7	Т1	КР1	Зачет
Раздел 2	Классификация и основные требования к логическим элементам	ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-5.1; ПК-5.3 ПК-5.6; ПК-5.7	У-ПК-1; У-ПК-2; У-ПК-3; У-ПК-5.1; У-ПК-5.3 У-ПК-5.6; У-ПК-5.7	Т2	КР2	
8 семестр						

Раздел 1	Полупроводниковые запоминающие устройства	ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-5.1; ПК-5.3 ПК-5.6; ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	Т3	КР3	Зачет с оценкой
Раздел 2	Генераторы, оперативные запоминающие устройства, постоянные запоминающие устройства	ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-5.1; ПК-5.3 ПК-5.6; ПК-5.7	В-ПК-1; В-ПК-2; В-ПК-3; В-ПК-5.1; В-ПК-5.3 В-ПК-5.6; В-ПК-5.7	Т4	КР4	

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т	Тестовое задание	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<2	
КР	Контрольная работа	выставляется студенту, если все 8 задач решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 7 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	9	
		выставляется студенту, если 5 задачи решены верно, а 3 задачи не решены или решения содержат ошибки	8	
		выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, и хотя бы одна задача из 5 оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
З	Зачет	выставляется студенту при правильном ответе, при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		50
		выставляется студенту при правильном ответе и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной		40
		выставляется студенту при ответах на зачетные вопросы, допускается содержание некоторых неточностей		30
		если студент не дал ответ на вопросы и не может ответить на дополнительные вопросы		<30

30	Зачет с оценкой	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		40-50
30	Зачет с оценкой	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	50 – 30
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего контроля, аттестации разделов и промежуточной аттестации:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	A	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные

		программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	“Неудовлетворительно” - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Вопросы к зачету

1. Логические события и их бинарное описание. Элементарные логические функции и их представление.
2. Реализация элементарных логических функций на БПТ- и КМОП-ключах. Оценка входных и выходных параметров. Задержки.
3. Полная таблица логических функций. Основы и постулаты алгебры логики.
4. Логические элементы для схемотехники. ДНФ и КНФ и их минимизация. Задачи синтеза логических схем.
5. Диаграммы и коды.
6. Дешифраторы и шифраторы. Комбинационные схемы и их синтез.
7. Комбинаторная логика. Мультиплексоры-селекторы и их синтез. Демультимплексоры-селекторы и их синтез.
8. Представление чисел в цифровых устройствах. Операции с форматами двоичных чисел в цифровых устройствах.

9. Логические компараторы. Полусумматоры, сумматоры и основы синтеза АЛУ.
10. Элементы запоминания логических событий. RS-триггер. RST-триггер. Элементарный D-триггер.
11. JK- триггер.
12. Двоичные асинхронные счетчики на JK-триггерах. Синхронные счетчики на JK-триггерах.
13. Синхронные D-триггер. Регистры и основы синтеза регистров. Счетчики Джонсона.
14. Основы синтеза делителей частоты с произвольным числом деления на D-триггерах.
15. Основы синтеза делителей частоты с произвольным числом деления на JK-риггерах.
16. Система параметров логических элементов.
17. Логические элементы ТТЛ(Ш).
18. Логические элементы КМОП.
19. Элементы с трехстабильным выходом, шинные формирователи.
20. Элементы с открытым выходом.
21. Передача сигналов в цифровых устройствах.
22. Приоритетные шифраторы.
23. Двоичные дешифраторы.
24. Мультиплексоры и демультиплексоры.
25. Сумматоры (одноразрядный, многоразрядные с последовательным и параллельным переносом).
26. Арифметико-логические устройства.
27. Представьте структурную схему АЛУ и поясните принцип его действия.
28. Представьте структурную схему АЦП параллельногодействия и поясните принцип его действия.
29. Принцип действия ЦАП на цепочках R-2R.
30. Приведите состав и принципы построения средств автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем
31. Что представляет собой техническое обеспечение средств автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем?

32. Как создаются математические модели объектов автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем?
33. Сравните пакеты программ автоматизации схемотехнического проектирования
34. Компараторы.
35. Матричные умножители.
36. Схемы контроля (по модулю два, с использованием кодов Хэмминга).
37. Построение комбинационных схем на дешифраторах и мультиплексорах.
38. Построение комбинационных схем на ПЗУ.
39. Модели конечного автомата Мили и Мура.
40. Структурная модель цифрового автомата на основе логической схемы с обратными связями.
41. Асинхронные триггер и триггеры – защелки.
42. Двухступенчатые триггеры, триггеры с динамическим управлением.
43. Риски сбоя в цифровых устройствах.
44. Однофазная и двухфазная синхронизация (условия работоспособности).
45. Схемотехника системы синхронизации.
46. Микропрограммная реализация алгоритма.
47. Параллельные, сдвигающие и универсальные регистры.
48. Счетчики: классификация и основные параметры, схемотехника двоичных счетчиков с последовательным и параллельным переносом.
49. Синхронные и универсальные счетчики.
50. Классификация полупроводниковых запоминающих устройств.

Вопросы к зачету с оценкой

1. Основные структуры адресных ЗУ: 2D, 3D, 2DM, блочные.
2. Структуры последовательных и ассоциативных ЗУ.
3. Запоминающие элементы постоянных запоминающих устройств.
4. Постоянные запоминающие устройства: масочные, программируемые, репрограммируемые – УС: внешняя организация, временные диаграммы.
5. EEPROM: структура, внешняя организация, временные диаграммы.
6. Последовательные EEPROM: структура, внешняя организация, временные диаграммы.

7. Flash: структуры, режимы работы, временные диаграммы.
8. Запоминающие элементы статических ОЗУ.
9. Асинхронные статические ОЗУ: внешняя организация и временные диаграммы.
10. Синхронные статические ОЗУ: структура, внешняя организация и временные диаграммы.
11. Схемотехника запоминающих элементов и накопителя динамических ОЗУ.
12. Асинхронные динамические ОЗУ: внешняя организация и временные диаграммы.
13. Синхронные динамические ОЗУ: SDRAM, DDRx SDRAM: структура, внешняя организация и временные диаграммы
14. ПЛИС: классификация.
15. Структуры ПЛИМ, ПМЛ, PLD.
16. CPLD: архитектура, реализация макроячеек.
17. FPGA: структура, реализация конфигурируемых логических блоков и встроенных блоков памяти.
18. Автоматизация проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС: маршрут проектирования, HDL-языки, средства системы Quartus II .
19. Определение микропроцессора. Общие сведения о микропроцессорных системах. Классификация микропроцессоров.
20. RISC и CISC-архитектуры процессоров. Преимущества и недостатки. Примеры современных процессоров с RISC и CISC-архитектурой.
21. Укрупненная структурная схема элементарной микропроцессорной системы. Назначение основных функциональных узлов.
22. Функции процессора. Системная магистраль, назначение шин. Схема подключения процессора, основные выводы микросхемы процессора.
23. Внутренняя структура микропроцессора. Схема управления выборкой команд, АЛУ, регистры процессора, схема управления прерываниями, схема управления прямым доступом к памяти, логика управления.
24. Характеристики систем памяти микропроцессорных систем, методы доступа к памяти.
25. Многоуровневая иерархическая архитектура памяти: описание каждого уровня.

26. Увеличение разрядности микросхем памяти. Структура памяти на основе блочной схемы.
27. Расслоение памяти. Блочная память с чередованием адресов по циклической схеме. Блочно-циклическая схема расслоения памяти.
28. Режимы доступа к памяти: последовательный, конвейерный, регистровый; страничный; пакетный, удвоенной скорости.
29. Статическая и динамическая оперативная память, классификация. Основные функциональные характеристики.
30. Однопортовые и многопортовые запоминающие устройства. Структура двухпортовых оперативных запоминающих устройств.
31. Постоянная память. Память программ для микроконтроллеров. Микросхемы памяти.
32. Ассоциативная память. Структура ассоциативного запоминающего устройства.
33. Организация кэш-памяти. Структура микропроцессорной системы с основной и кэш-памятью. Параметры кэш-памяти.
34. Способы отображения основной памяти на кэш-память: прямое, полностью ассоциативное, частично-ассоциативное отображение. Структурные схемы, сравнительная характеристика.
35. Микроконтроллеры, классификация, структурные схемы. Принстонская и Гарвардская архитектуры. Преимущества и недостатки.
36. Типы памяти микроконтроллеров. Память программ, память данных, внешняя память, регистры МК, стек.
37. Система питания микроконтроллеров, понятие собственной мощности. Система тактирования и синхронизации микроконтроллеров, виды, преимущества и недостатки.
38. Отличительные признаки современных 8-разрядных микроконтроллеров. Модульная организация МК. Структура процессорного ядра МК и изменяемого функционального блока.
39. Организация связи МК с внешней средой и временем. Порты ввода-вывода. Типовая схема двунаправленного порта ввода-вывода.
40. Микроконтроллер , его место в современном производстве микроконтроллеров. Базовая архитектура процессора. Назначение основных

регистров. Регистры специальных функций. Регистр флагов.

41. Микроконтроллер : организация памяти программ и памяти данных. Способы адресации. Устройство управления и синхронизации.
42. Организация портов ввода-вывода микроконтроллера 8051. Устройство портов. Альтернативные функции портов.
43. Таймеры-счетчики микроконтроллеров семейства: регистр режима работы, регистр управления-статуса. Режимы работы таймеров-счетчиков.
44. . Организация прерываний микроконтроллера. Регистры прерываний.
45. Система команд микроконтроллера. Способы адресации.
46. Средства и системы разработки микроконтроллеров.
47. Системы ввода/вывода (СВВ). Способы подключения СВВ к процессору, их достоинства и недостатки.
48. Организация адресного пространства системы ввода/вывода. Совмещенное и выделенное адресное пространство, достоинства и недостатки.
49. Категории и структура внешних устройств.
50. Модули ввода-вывода. Функции модуля ввода-вывода.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

- 1 Миленина С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. А. Миленина; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492092>.
- 2 Миленина С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. А. Миленина, Н. К. Миленин; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 406 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489302>.
- 3 Миловзоров О. В. Электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / О. В. Миловзоров И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 344 с. — Текст: электронный // Образовательная

платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488848>.

- 4 Сажнев А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 139 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492264>.

7.2 Дополнительная литература

1. Евдокимов А. П. Электроника: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. П. Евдокимов, Р. А. Евдокимов. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. — 116 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/119922>.

2. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 284 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111201>.

3. Огородников И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. Н. Огородников. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 116 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492216>.

4. Проектирование и программирование микропроцессорных систем: учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ. Часть 1. [Электронный ресурс] / В.С. Циркин. — Омск: Омский гос. у-т путей сообщения, 2021. — 34 с. Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/190279#3>.

7.3 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094 – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

7.4 Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	https://urait.ru/
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	e.lanbook.com
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	https://www.iprbookshop.ru/
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	http://elibrary.ru
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	http://link.springer.com/
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ:

<http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>