

Приложение 3 РПД Б1.В.ОД.12

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТРОЙСТВА

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки: Промышленная электроника

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской, научно-исследовательской деятельности по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

ОПК-5 «способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных»;

ОПК-6 «способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий»

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы работы электронных промышленных устройств (ОПК-6);
- принципы информационного и энергетического согласования электронных узлов в устройствах (ОПК-6);
- основные параметры, характеристики, особенности использования интегральных цифровых схем, применяемых в электронных промышленных устройствах (ОПК-5);
- принципы построения и использования цифрово-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей для проведения экспериментальных исследований (ОПК-5);
- принципы построения электронных средств обработки данных и управления с использованием датчиков физических величин и исполнительных устройств (ОПК-5);

Уметь:

- анализировать параметры и характеристики элементов и узлов для их совместного использования в электронных устройствах (ОПК-5);
- производить расчет цепей согласования на основе справочных данных элементной базы и технических параметров разработки (ОПК-6);
- производить аппаратную разработку электронных промышленных устройств (ОПК-5);
- выбирать компонентную базу, необходимую для решения поставленной задачи (ОПК-6);
- использовать информационные и технические средства для получения данных при разработке электронных промышленных устройств (ОПК-6);

Владеть:

- методами разработки и оптимизации цифровых и аналоговых устройств, выбора схемотехники и комплектации электронных промышленных устройств (ОПК-5);
- методами поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Промышленная электроника», направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.9 «Информационные технологии»,

Б1.В.ОД.5 «Информатика»

Б1.Б.13 «Метрология, стандартизация и технические измерения»

Б1.В.ОД.6 «Физические измерения и обработка результатов»

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б2.П.2 «Преддипломная практика»

Б2.Н.1 «Научно-исследовательская работа»

Б1.В.ДВ.6.1 «Промышленные информационные сети»

Б1.В.ДВ.6.2 «Схемотехнические средства сопряжения информационных систем»

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	
Часть цикла:	В ОД	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.12	
Часов (всего) по учебному плану:	180	6 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах	5	6 семестр
Лекции	32	6 семестр
Практические занятия	32	6 семестр
Лабораторные работы	32	6 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану	66	6 семестр
Курсовое проектирование	18	6 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.26, 9.5
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.24, 8.5
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (лаб)	0.22, 8
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	1.11, 40
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	1.83, 66

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием ответственного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				В интерактивной форме
			лк	пр	лаб	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Информационное и энергетическое взаимодействие узлов и модулей электронных промышленных устройств	5	2	2		1	
2	Проектирование функциональных схем электронных устройств	9	2	2	4	2	
3	Согласование и модуляция сигналов в электронных устройствах.	5	2	2		1	
4	Цифровая схемотехника, цифровые сигналы	9	2	2	4	2	
5	Цифровые вентили и интегральные схемы, их использование в электронных устройствах	5	2	2		1	
6	Устройства на основе комбинационных логических схем, методы их проектирования в выбранном базисе микросхем	9	2	2	4	2	
7	Комбинационные логические схемы в интегральном исполнении и их применение в различных устройствах.	5	2	2		1	
8	Цифровые узлы с функцией сохранения состояния, триггеры, особенности использования.	9	2	2	4	2	
9	Устройства с цифровыми автоматами, классификация и методы проектирования	5	2	2		1	
10	Методы разработки и использование синхронных цифровых автоматов.	11	2	4	4	2	
11	Методы разработки и использование асинхронных цифровых автоматов.	5	2	2		1	
12	Методы разработки и использование в промышленной электронике микропрограммных автоматов	9	2	2	4	2	
13	Цифро-аналоговые преобразователи	5	2	2		1	
14	Аналого-цифровые преобразователи.	9	2	2	4	3	
15	Датчики физических величин и их использование в электронных промышленных устройствах.	12	4	2	4	4	2
16	Консультации по курсовому проектированию	18					
17	Выполнение курсового проекта (СРС)	40				40	
	ИТОГО	180	32	32	32	66	2

Содержание лекционно-практических форм обучения

Тема 1. Информационное и энергетическое взаимодействие узлов и модулей электронных промышленных устройств.

Лекция 1. Принципы функционирования электронных устройств. Сигналы, как средство передачи информации. Энергетические процессы взаимодействия узлов.

Практическое занятие 1. Представление и обработка сигналов в электронных устройствах. Решение задач согласования импедансов.

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическому занятию №1 (0.5 часа). Подготовка к лекции №1 (0.5 часа) (всего к теме №1 – 1 час).

Тема 2. Проектирование функциональных схем электронных устройств.

Лекция 2. Общие требования к процессу разработки функциональных схем. Функциональные узлы и их схемотехническое представление. Принципы совмещения аналоговой и цифровой схемотехники в электронных устройствах.

Практическое занятие 2. Ограничение, усиление, нормирование сигналов. Расчеты параметров согласования во временной и частотной области (4 часа)

Лабораторная работа 1. Спектральный анализ сигналов с применением дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическому занятию №2 (0.5 часа). Подготовка к лекции №2 (0.5 часа). Подготовка к лабораторной работе №1 (1 час) (всего к теме №2 – 2 часа).

Тема 3. Согласование и модуляция сигналов в электронных устройствах.

Лекция 3. Представление сигналов во временной и частотной областях. Принципы и параметры модуляции. Применение модуляции в электронных промышленных устройствах.

Практическое занятие 3. Определение частотных спектров модулированных сигналов. Расчет согласующих цепей для модулированных сигналов.

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическому занятию №3 (0.5 часа). Подготовка к лекции №3 (0.5 часа) (всего к теме №3 – 1 час).

Тема 4. Цифровая схемотехника, цифровые сигналы.

Лекция 4. Принципы работы цифровых схем, использование формальных методов синтеза с учетом требований минимизации и параметров цифровых сигналов.

Практическое занятие 4. Изучение элементной базы цифровой схемотехники.

Лабораторная работа 2. Синтез комбинационных устройств на основе логических микросхем.

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическому занятию №4 (0.5 часа). Подготовка к лекции №4 (0.5 часа). Подготовка к лабораторной работе №2 (1 час) (всего к теме №4 – 2 часа).

Тема 5. Цифровые вентили и интегральные схемы, их использование в электронных устройствах

Лекция 5. Особенности параметров цифровых вентилях. Серии логических микросхем.

Практическое занятие 5. Задачи разработки комбинационных схем. Минимизация по числу вентилях, корпусов.

Самостоятельная работа 5. Подготовка к практическому занятию №5 (0.5 часа). Подготовка к лекции №5 (0.5 часа) (всего к теме №5 – 1 час).

Тема 6. Устройства на основе комбинационных логических схем, методы их проектирования в выбранном базисе микросхем

Лекция 6. Примеры использования функциональных узлов комбинационной логики в электронных промышленных устройствах.

Практическое занятие 6. Изучение влияния задержек распространения сигналов и помех на работу цифровых схем

Лабораторная работа 3. Синтез комбинационных логических устройств на мультиплексорах.

Самостоятельная работа 6. Подготовка к практическому занятию №6 (0.5 часа). Подготовка к лекции №6 (0.5 часа). Подготовка к лабораторной работе №3 (1 час) (всего к теме №6 – 2 часа).

Тема 7. Комбинационные логические схемы в интегральном исполнении и их применение в различных устройствах.

Лекция 7. Мультиплексоры, дешифраторы, компараторы кодов, полусумматоры. Использование микросхем различных серий при решении задач цифровой схемотехники.

Практическое занятие 7. Разработка цифровых комбинационных схем на микросхемах дешифраторов и мультиплексоров.

Самостоятельная работа 7. Подготовка к практическому занятию №7 (0.5 часа). Подготовка к лекции №7 (0.5 часа) (всего к теме №7 – 1 час).

Тема 8. Цифровые узлы с функцией сохранения состояния, триггеры, особенности использования.

Лекция 8. Схемотехника триггерных схем. Параметры триггеров, особенности применения триггеров различных серий.

Практическое занятие 8. Разработка схем обработки кодов.

Лабораторная работа 4. Исследование работы триггеров различных типов и серий ТТЛ, КМОП, ЭСЛ.

Самостоятельная работа 8. Подготовка к практическому занятию №8 (0.5 часа). Подготовка к лекции №8 (0.5 часа) Подготовка к лабораторной работе №4 (1 час) (всего к теме №8 – 2 часа).

Тема 9. Устройства с цифровыми автоматами, классификация и методы проектирования.

Лекция 9. Принципы проектирования устройств на основе цифровых автоматов. Формализация задачи проектирования, методы формального синтеза, реализация схемы в выбранном базисе.

Практическое занятие 9. Разработка цифровых узлов АЛУ.

Самостоятельная работа 9. Подготовка к практическому занятию №9 (0.5 часа). Подготовка к лекции №9 (0.5 часа) (всего к теме №9 – 1 час).

Тема 10. Методы разработки и использование синхронных цифровых автоматов.

Лекция 10. Особенности реализации схем синхронных цифровых автоматов. Интегральные схемы счетчиков, регистров, наращивание разрядности в синхронных цифровых автоматах.

Практическое занятие 10. Разработка устройств на базе синхронных цифровых автоматов. Базис цифровых синхронных автоматов (по справочным данным), сравнение возможностей. Разработка схем типовых автоматов на примере счетчиков и регистров. (4 часа)

Лабораторная работа 5. Синтез последовательностных логических устройств.

Самостоятельная работа 7. Подготовка к практическому занятию №10 (0.5 часа). Подготовка к лекции №10 (0.5 часа). Подготовка к лабораторной работе №5 (1 час) (всего к теме №10 – 2 час).

Тема 11. Методы разработки и использование асинхронных цифровых автоматов.

Лекция 11. Особенности реализации схем асинхронных цифровых автоматов. Интегральные схемы для реализации автоматов, противогоночное кодирование.

Практическое занятие 11. Изучение видов представления работы цифровых автоматов. Построение графов, таблиц переходов, минимизация, синтез.

Самостоятельная работа 11. Подготовка к практическому занятию №11 (0.5 часа).
Подготовка к лекции №11 (0.5 часа) (всего к теме №11 – 1 час).

Тема 12. Методы разработки и использование в промышленной электронике микропрограммных автоматов.

Лекция 12. Особенности реализации схем микропрограммных автоматов на базе ПЗУ и ПЛИС. Формирование последовательности выполнения микропрограммных функций.

Практическое занятие 12. Разработка устройств на базе микропрограммных автоматов. Базис цифровых синхронных микропрограммных автоматов (по справочным данным), сравнение возможностей. Разработка схем микропрограммных автоматов по таблицам микропрограмм.

Лабораторная работа 6. Исследование работы регистров различных типов и серий ТТЛ, КМОП, ЭСЛ.

Самостоятельная работа 12. Подготовка к практическому занятию №12 (0.5 часа).
Подготовка к лекции №12 (0.5 часа). Подготовка к лабораторной работе №6 (1 час) (всего к теме №12 – 2 часа).

Тема 13. Цифро-аналоговые преобразователи.

Лекция 13. Подходы к построению узлов цифро-аналогового преобразования. Шкала преобразования, линейные и нелинейные законы преобразования. Построение матриц ЦАП.

Практическое занятие 13. Определение параметров цифро-аналоговых преобразователей. Рассмотрение структуры ЦАП, расчеты параметров резистивных матриц.

Самостоятельная работа 13. Подготовка к практическому занятию №13 (0.5 часа).
Подготовка к лекции №13 (0.5 часа) (всего к теме №13 – 1 час).

Тема 14. Аналого-цифровые преобразователи.

Лекция 14. Подходы к построению узлов аналого-цифрового преобразователя. Структуры АЦП параллельного типа, с последовательным и поразрядным уравниванием, на основе дельта-сигма узлов.

Практическое занятие 14. Определение параметров аналого-цифровых преобразователей. Рассмотрение структуры АЦП. Расчеты параметров элементов.

Лабораторная работа 7. Исследование процессов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований.

Самостоятельная работа 14. Подготовка к практическому занятию №14 (1 час).
Подготовка к лекции №14 (1 час). Подготовка к лабораторной работе №7 (1 час) (всего к теме №14 – 3 часа).

Тема 15. Датчики физических величин и их использование в электронных промышленных устройствах.

Лекция 15. Принципы работы датчиков и их виды.

Лекция 16. Преобразование информации в процессе определения физической величины.

Практическое занятие 14. Изучение работы датчиков, преобразователей и интерфейсов.

Лабораторная работа 8. Временная дискретизация аналоговых сигналов.

Самостоятельная работа 15. Подготовка к практическому занятию №15 (1 час).
Подготовка к лабораторной работе №8 (1 час) Подготовка к лекции №15-16 (2 часа) (всего к теме №15 – 4 часа).

Тема 16. Выполнение курсового проекта.

Курсовой проект выполняется согласно индивидуальным заданиям, которые выдаются на первой учебной неделе. В ходе проектирования производится анализ задания, разрабатываются функциональная схема устройства, электрическая принципиальная

схема, проводятся расчеты номиналов элементов, режимов, имитационное моделирование, подтверждающее заявленные параметры и характеристики. Оформление проекта предполагает оформление расчетно-пояснительной записки и чертежей в соответствии с правилами ЕСКД. Примеры заданий для проектирования.

1. Разработать функциональный генератор, обеспечивающий формирование сигнала заданной формы. Регулирование параметров сигнала должна осуществляться путем изменения управляющих напряжений. Дается диапазон регулирования и соответствующий диапазон изменения управляющего напряжения. Варьируются параметры нагрузки и требования по ее согласованию.

2. Разработать микропрограммный автомат, состояния которого реализует заданный алгоритм (граф). В соответствии с микропрограммой осуществить опрос датчиков. Сформировать управляющее воздействие на заданные исполнительные устройства. Варьируются алгоритмы, типы датчиков, параметры исполнительных устройств.

3. Разработать устройство аналого-цифрового преобразователя с автоматическим выбором пределов измерения. Варьируются виды входной физической величины, диапазон измерений, параметры дискретизации, количество каналов.

Рекомендации по выполнению курсового проекта доступны по ссылке

<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/epu/kursovoj-proekt>

Консультации по курсовому проектированию проводятся согласно учебному расписанию в общем объеме 18 часов. В процессе консультаций проверяется текущее состояние выполнения курсового проекта и разбор возникших у студентов вопросов.

Самостоятельная работа 16. Выполнение заданий курсового проекта (40 часов). (всего к теме №16 – 40 часов).

Текущий контроль – контрольные проверки выполнения проектных работ, контроль графика выполнения курсового проекта.

Все практические занятия могут проводиться в интерактивной форме с привлечением перекрестных опросов и обсуждений. Варианты решений, полученные студентами, выносятся на общее обсуждение. Используется метод «решения с продолжением», когда решение текущей задачи передается от студента к студенту у доски. Планируемый объем занятий в интерактивной форме 2 часа.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся на кафедральном сайте размещены: расширенный план лекций по курсу, материалы лекций, описания практических занятий и лабораторных работ, задания и методические указания для курсового проектирования, а также теоретические и методические материалы. Доступ к этим материалам возможен с любых компьютеров, подключенных к сети Интернет (адрес сайта <http://www.eimt.ru> или <https://sites.google.com/site/kafeimt>) Указанные материалы находятся в разделе «Учебные дисциплины бакалавриата».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-5 «способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных»;

ОПК-6 «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий»

Указанная компетенция формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование теоретических знаний, предусмотренных компетенциями (лекционные и практические занятия, самостоятельная работа).

2. Приобретение и развитие практических умений и навыков, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, выполнение курсового проекта, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, результатов курсового проектирования, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;

- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;

- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-6** «способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам. В ходе обязательных защит результатов лабораторных работ студенту задаются вопросы из числа приведенных в методических указаниях. Учитываются также от-

веты студента на вопросы при текущем контроле – устных опросах, ответах «у доски» при выполнении заданий на практических занятиях, выполнении и защите курсового проекта.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

принципов работы электронных промышленных устройств, принципов информационного и энергетического согласования электронных узлов в устройствах

наличие **умения**:

производить расчет цепей согласования на основе справочных данных элементной базы и технических параметров разработки, выбирать компонентную базу, необходимую для решения поставленной задачи, использовать информационные и технические средства для получения данных при разработке электронных промышленных устройств;

присутствие **навыка**:

использования методов поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-6** в процессе выполнения практических занятий и защиты курсового проекта.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию. В ходе защиты курсового проекта студенту задаются вопросы, касающиеся компетентного использования методов согласования, преобразования и использования информации в разработанном устройстве, оценивается обоснованность технических решений.

Способность различать при устном ответе терминологические особенности предметной области электронных промышленных устройств, информационного обмена и управления в них, формулировать требования к средствам информационного согласования и обмена, уметь использовать информационные ресурсы при поиске проектных данных, ориентироваться в методах представления информации в электронных устройствах и при их взаимодействии: соответствует пороговому уровню освоения компетенции на данном этапе ее формирования;

в дополнение к пороговому способность решать проблемы информационного согласования с использованием изученных методик – соответствует продвинутому уровню;

в дополнении к продвинутому наличие умения анализировать процессы, происходящие в электронных промышленных устройствах в процессе их функционирования и взаимодействия – соответствует эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-5** «способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам. В ходе обязательных защит результатов лабораторных работ студенту задаются вопросы из числа приведенных в методических указаниях. Учитываются также ответы студента на вопросы при текущем контроле – устных опросах, ответах «у доски» при выполнении заданий на практических занятиях, выполнении и защите курсового проекта.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

основных параметров, характеристик, особенностей использования интегральных цифровых схем, применяемых в электронных промышленных устройствах, принципов построения и использования и цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей для

проведения экспериментальных исследований, принципов построения электронных средств обработки данных и управления с использованием датчиков физических величин и исполнительных устройств

наличие **умения:**

анализировать параметры и характеристики элементов и узлов для их совместного использования в электронных устройствах, • производить аппаратную разработку электронных промышленных устройств

присутствие **навыка:**

использования методов разработки и оптимизации цифровых и аналоговых устройств, выбора схемотехники и комплектации электронных промышленных устройств.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-5** в процессе выполнения практических занятий.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность различать при устном ответе терминологические особенности предметной области электронных промышленных устройств, применимость различных методов представления экспериментальных данных в зависимости от особенностей устройств, ориентироваться в средствах, обеспечивающих техническую реализацию этих методов, ограничения на их применение при выборе элементной базы и технических решений: **соответствует пороговому уровню освоения компетенции на данном этапе ее формирования;**

в дополнение к пороговому способность решать проблемы оптимизации приемов обработки данных для получения оптимальных целевых результатов – **соответствует продвинутому уровню;**

в дополнении к продвинутому наличие умения анализировать процессы, происходящие в электронных промышленных устройствах в процессе их функционирования и взаимодействия для выбора оптимальных приемов обработки данных – **соответствует эталонному уровню).**

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Электронные промышленные устройства» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безусловно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и приложению к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 6 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные вопросы по дисциплине

1. Как определить количество гармонических составляющих, достаточное для восстановления исходной формы сигнала?
2. Что происходит со спектром импульсного сигнала при уменьшении ширины импульса?
3. Как распределяется мощность по гармоническим составляющим сигнала и как можно ее определить?
4. Какие виды представления сигналов вы знаете?
5. Как определить достаточную частоту верхней гармоники ряда, корректно отражающего импульсный сигнал заданной формы?
6. Чем отличаются цифровые и аналоговые сигналы, как с их помощью передается информация?
7. Нарисуйте функциональные элементы «Сумматор», «Двухсторонний ограничитель», «Усилитель», «Компаратор напряжения».
8. Что такое нормирование сигнала?
9. Что такое согласование по уровням сигнала?
10. Что такое согласование сигналов по времени и синхронизация?
11. Как осуществляется частотное согласование цепей?
12. Какие виды согласования по импедансу вы знаете?
13. Что такое волновое сопротивление и какое значение оно имеет при согласовании высокочастотных цепей?
14. Какие виды согласования импеданса применяются для низкочастотных цепей?

15. В чем отличия между идеализированным и реальным цифровым сигналом?
16. Сформулируйте требования к цифровому вентилю исходя из необходимости согласования сигналов.
17. Какое напряжение питания используется для вентиля ТТЛ и ТТЛШ?
18. Чем определяется входной ток логической 1 ТТЛ вентиля?
19. Чем определяется входной ток логического 0 ТТЛ вентиля?
20. Вентиль какого типа является базисным для ТТЛ и почему?
21. Какие факторы влияют в наибольшей степени на быстродействие ТТЛ вентиля?
22. Что такое транзистор Шоттки и за счет чего происходит его быстрое запираение?
23. Помехоустойчивость каких вентилях лучше ТТЛ или ТТЛШ, ответ обоснуйте?
24. Назовите диапазоны уровней помехоустойчивости по 0 и 1 для ттл и ттлш.
25. В чем причина образования импульсных пиков тока при переключении вентиля ТТЛ и какие требования по применению они диктуют?
26. Что такое нагрузочная способность вентиля, чем она определяется?
27. Почему вентиля на ЭСЛ структуре являются одними из самых быстродействующих?
28. Как меняется ток потребления ЭСЛ вентиля при переключении?
29. Назовите уровни 0 и 1 для ЭСЛ?
30. Какие уровни питания используются для ЭСЛ вентилях?
31. Какие преимущества имеет использование МДП транзисторов в схемотехнике вентилях?
32. Чем определяются пороги переключения вентиля на n-канальных транзисторах?
33. Чем определяется быстродействие вентиля на n-канальных транзисторах?
34. Возможно ли образование сквозных импульсных токов по цепи питания при переключении вентиля на n-канальных транзисторах?
35. Чем определяется помехоустойчивость вентиля на n-канальных транзисторах?
36. Возможно ли совместное использование ТТЛ и вентилях на n-канальных транзисторах по входам, по выходам?
37. Что такое выход вентиля с открытым коллектором и для чего он предназначен?
38. Что такое вентиль с тремя состояниями и для чего он предназначен?
39. Можно ли оставлять не подключенными входы ТТЛ вентилях?
40. Можно ли соединять выходы ТТЛ вентилях?
41. Можно ли оставлять не подключенными входы вентилях на n-канальных транзисторах?
42. Нарисуйте схему инвертирующего вентиля КМДП (на 2 транзисторах).
43. Чем определяются пороги переключения 0 и 1 для КМДП вентилях?
44. В чем отличия между транзисторами высоковольтных и низковольтных КМДП вентилях?
45. Если вентиль КМДП способен работать при напряжениях от 3 до 15 В, при каком напряжении его быстродействие будет выше?
46. Можно ли совместно использовать КМОП вентиля с питанием 3.3 В и 1.7 В?
47. Можно ли совместно использовать вентиля ТТЛ и КМОП при питании 5В, если да, то с какими ограничениями?
48. Почему при переключении КМОП вентилях по цепи питания образуются импульсные токи большой амплитуды?
49. Что делается для предотвращения нежелательного действия импульсных токов по питанию?
50. Почему в ТУ на применение КМОП микросхем оговариваются величины емкостей, которые можно подключать на входы и выходы вентилях?
51. Какие методы используются для проектирования схем на цифровых автоматах?

52. Перечислите известные Вам типы триггеров, используемых в схемах цифровых автоматов.
53. В чем отличия работы идеального и реального триггера, какие допущения применимы при использовании формальных методов проектирования цифровых автоматов?
54. Нарисуйте схемы известных Вам триггеров с использованием различных базисов элементов.
55. Какую роль играет временная задержка переключения и чем она обусловлена?
56. Приведите примеры негативного влияния «гонок» при реализации схем триггеров и автоматов на их основе.
57. Назовите недостатки асинхронных цифровых автоматов.
58. Как учитывают возможность возникновения «гонок» при проектировании устройств на асинхронных триггерах?
59. Что такое синхронизация и как она обеспечивается в устройствах на цифровых автоматах?
60. Приведите примеры наращивания разрядности сдвигового регистра.
61. Приведите пример реализации передатчика с функцией скремблирования.
62. Приведите пример реализации передатчика с функцией скремблирования.
63. Приведите примеры наращивания разрядности счетчиков.
64. В чем различие работы многоразрядных счетчиков при их последовательном и синхронном включении?
65. Приведите пример двоично-десятичного счетчика.
66. Приведите пример счетчика с кодом Грея.
67. Параметры и особенности элементной базы серий ТТЛ и ТТЛШ для реализации схем цифровых автоматов.
68. Параметры и особенности элементной базы серий КМОП для реализации схем цифровых автоматов.
69. Параметры и особенности элементной базы серий ЭСЛ для реализации схем цифровых автоматов.
70. На какой элементной базе реализуют микропрограммные автоматы (МПА)?
71. Назовите достоинства и недостатки схем микропрограммных автоматов на ПЗУ.
72. Назовите достоинства и недостатки схем микропрограммных автоматов на ПЗУ.
73. Как совместить работу МПА и АЛУ?
74. Чем определяется выбор методов разработки при проектировании цифровых устройств на различном базисе.
75. Приведите примеры быстродействующих микросхем счетчиков и регистров.
76. Перечислите известные Вам преобразователи температуры в сопротивление (Т/R).
77. Перечислите известные Вам преобразователи температуры в электрический ток (Т/I).
78. Перечислите известные Вам преобразователи температуры в напряжение (Т/U).
79. Перечислите известные Вам преобразователи температуры в емкость (Т/C)
80. Достоинства и недостатки преобразователей температуры в электрические величины, область их применения.
81. Перечислите известные Вам преобразователи давления в электрические величины.
82. Перечислите известные Вам преобразователи влажности в электрические величины.
83. Перечислите известные Вам преобразователи механической силы в электрические величины
84. Перечислите известные Вам преобразователи линейного перемещения в электрические величины.

85. Перечислите известные Вам преобразователи скорости перемещения в электрические величины.
86. Какие датчики углового положения Вам известны?
87. Какие датчики используют для определения скорости вращения?
88. Что такое электро-химические датчики?
89. Приведите пример электрохимического датчика, опишите особенности его включения и использования.
90. Приведите примеры датчиков для определения уровней освещенности.
91. Приведите примеры датчиков для определения уровней радиации.
92. Приведите пример использования датчиков с выходом по току для получения заданной характеристики с выходом по напряжению.
93. Как обеспечить гальваническую развязку сигналов при использовании датчиков? Приведите пример.
94. Перечислите известные Вам типы аналого-цифровых преобразователей.
95. Перечислите известные Вам типы цифро-аналоговых преобразователей.
96. Нарисуйте структуру АЦП последовательного приближения.
97. Нарисуйте структуру АЦП поразрядного уравнивания.
98. Нарисуйте структуру параллельного АЦП.
99. Поясните работу схемы выборки-хранения при использовании АЦП.
100. Приведите примеры специальных АЦП с нелинейными характеристиками.
101. Приведите пример использования дельта-сигма преобразователей в схеме АЦП.

Примеры типовых задач

1. Разработать схему, реализующую заданную цифровую функцию в выбранном базисе и серии ИС.
2. Разработать схему, реализующую заданный граф переходов в выбранном базисе и серии ИС.
3. Разработать микропрограммный автомат, реализующий заданную функцию в отношении двух двухразрядных чисел.
4. Рассчитать резисторы матрицы R-2R при заданном резисторе обратной связи ОУ и опорном напряжении цифро-аналогового преобразователя.
5. Рассчитать параметры узла согласования для условия передачи максимальной мощности.
6. Рассчитать номиналы элементов для подключения индикаторных диодов к выходам цифрового устройства.
7. Рассчитать нормирующий усилитель для подключения датчика с заданной характеристикой преобразования к входу АЦП.
8. Разработать счетчик с недвоичным коэффициентом пересчета в заданном базисе.
9. Разработать устройство скремблирования и дескремблирования линейного кода.
10. Разработать асинхронный автомат по заданным временным диаграммам сигналов.

Вопросы к экзамену

1. Информационное и энергетическое взаимодействие узлов и модулей электронных промышленных устройств.
2. Сигналы и их представление в электронных устройствах.
3. Задачи проектирования функциональных схем электронных устройств
4. Согласование сигналов в электронных устройствах.
5. Модуляция сигналов в электронных устройствах

6. Задачи цифровой схемотехники, представление цифровых сигналов
7. Цифровые вентили и интегральные схемы ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ.
8. Цифровые вентили и интегральные схемы на МОП транзисторах.
9. Комбинационные логические схемы, методы их проектирования в выбранном базисе микросхем
10. Комбинационные логические схемы в интегральном исполнении и их применение в электронных устройствах.
11. Преобразователи и компараторы кодов комбинационного типа.
12. Цифровые узлы с функцией сохранения состояния, триггеры.
13. Цифровые автоматы, их классификация и методы проектирования, выбор элементной базы.
14. Синхронные цифровые автоматы и их применение в электронных устройствах.
15. Счетчики и регистры, особенности их реализации.
16. Асинхронные цифровые автоматы.
17. Микропрограммные автоматы.
18. Принципы действия цифро-аналоговых преобразователей, особенности структур ЦАП.
19. Примеры реализации интегральных ЦАП, их параметры и характеристики. Применение в электронных промышленных устройствах.
20. Принципы действия аналого-цифровых преобразователей, особенности структур АЦП.
21. АЦП поразрядного уравнивания, примеры реализации.
22. ЦАП и АЦП с нелинейными характеристиками.
23. Высокоточные АЦП.
24. Задачи преобразования физических величин в электронных датчиках.
25. Датчики температуры, давления, влажности.
26. Датчики скорости, ускорения, перемещения, механической силы.
27. Задачи согласования датчиков.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по выполнению и защите лабораторных работ, подготовке, оформлению и защите курсовых проектов, подготовке и проведению экзаменов. Все эти методические материалы размещены на сайте кафедры. Доступ к этим материалам возможен с любых компьютеров, подключенных к сети Интернет (адрес сайта <http://www.eimt.ru> или <https://sites.google.com/site/kafeimt>)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: Учебное пособие. — Электрон. текстовые дан. — 2-е изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 496 с: ил. — Режим доступа: URL http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12948
2. Амелина М. А., Амелин С. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 [Электронный ресурс]: Учебное пособие. — Электрон. текстовые дан.

— 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2014.— 632с: ил.— Режим доступа: URL http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53665

б) дополнительная литература

1. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы / О. Е. Аверченков. — С. : ДМК пресс, 2012. — 587 с. : ил (22 экземпляров на абонементе)
2. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие для вузов по напр. 200100- Приборостроение и спец. 200101- Приборостроение / Л. Г. Муханин.— СПб; М.; Краснодар : Лань, 2009. — 281с (4 экземпляра на абонементе),
3. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств : учебное пособие для вузов по спец. "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / Н.П. Ямпурин, А.В Баранова, под ред. Н. П. Ямпурин .— М. : "Академия", 2010. (10 экземпляров на абонементе).
4. Топильский В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей : [учеб. пособие] / В.Б. Топильский .— М. : Техносфера, 2014. — 286с. (3 экземпляра в библиотеке)
5. Новожилов О. П. Основы цифровой техники : учеб. пособие / О. П. Новожилов .— Изд.2-е,стер. — М. : ИП РадиоСофт, 2013. — 526 с. (1 экземпляр в библиотеке)
6. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств: учебное пособие для вузов по напр. подготовки 210300- Радиотехника в УрФО / Г.И. Волович.— 3-е изд. — М. : Додэка-XXI, 2011. — 527 (1 экземпляр на абонементе)
7. Ямпурин Н. П., Баранова А. В., Обухов В. И. Электроника : учебное пособие для вузов по напр. "Телекоммуникации"/ Н.П. Ямпурин, А.В. Баранова, В.И. Обухов .— М.: Академия, 2011. — 236, [2] с. : ил. (10 экземпляров на абонементе).
8. Лаврентьев Б. Ф. Схемотехника электронных средств : учебное пособие для вузов по направлению "Проектирование и технология электронных средств" / Б. Ф. Лаврентьев .— М. : Академия, 2010. — 333, [1]с. (5 экземпляров в библиотеке)
9. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. Учебник для вузов /Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров: Под ред. О.П. Глудкина. — М.: Радио и связь, 2005 (24 экземпляр на абонементе).

б) электронные ресурсы

1. Компоненты и технологии. [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые дан. 2011-2015. - Режим доступа: URL <http://elibrary.ru/issues.asp?id=9938>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Раздел «Учебные дисциплины бакалавриата» сетевого образовательного ресурса кафедры ЭИМТ, содержащий учебные и методические материалы. Адрес сайта <http://www.eimt.ru> или <https://sites.google.com/site/kafeimt>. Сайт зарегистрирован в каталоге электронных образовательных ресурсов НИУ «МЭИ», регистрационный номер 1451 (<http://ctl.mpei.ru/RDsc.aspx?p=1451>)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции раз в две недели, практические занятия каждую неделю и лабораторные работы раз в две недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект либо делать пометки в предварительно распечатанном учебном пособии по курсу (электронный вариант учебного пособия размещен на кафедральном сайте).

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета размещен на кафедральном сайте.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Курсовое проектирование требует систематической работы в соответствии с календарным планом выполнения. После получения темы проекта и оформления задания на проектирование, необходимо прежде всего составить представление о проектируемом устройстве, разобраться в технических вопросах, уточнить непонятные моменты с преподавателем. Затем требуется составить алгоритмическое описание работы устройства и согласовать его. Далее проектирование проходит по этапам – от простого к сложному (элементы-узлы устройства). Правильность выполнения по каждому этапу проверяется в среде имитационного моделирования, что важно для самопроверки. Следует помнить, что оформление проекта тоже требует времени, к защите требуется подготовить расчетно-пояснительную записку, комплект чертежей и слайды. Защита проходит в форме доклада с презентацией перед комиссией.

сией. Качество выполнения проекта, проработка всех вопросов задания, способность студента ответить на вопросы определяют итоговую оценку.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, размещенных на сайте кафедры необходимо пользоваться учебной литературой. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Помните, что к современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лекционных и практических занятиях, при выполнении расчетных заданий. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса. В современных условиях именно самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, учебной и научной литературой, иной информацией, в том числе из сети Интернет, является основной формой обучения.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование слайд-проектора для демонстрации предварительно подготовленных слайдов, а также свободно распространяемой демонстрационной версии программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 9 Demo для демонстрации режимов работы, параметров и характеристик электронных схем.

При проведении **практических** занятий и **лабораторных работ** предполагается использование ПЭВМ и свободно распространяемой демонстрационной версии программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 9 Demo.

В ходе **курсового проектирования** предполагается использование ПЭВМ и свободно распространяемой демонстрационной версии программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 9 Demo.

Во время **самостоятельной работы** и **подготовке к экзамену** студенты могут пользоваться учебной и методической литературой, размещенной на кафедральном сайте.

Для **консультирования** по непонятным вопросам курса лекций, практических и лабораторных работ студенты используют средства электронной почты.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, аудиосистема).

Практические занятия:

Компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) для преподавателя и ПЭВМ для студентов.

Лабораторные работы:

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ для студентов.

Автор, к.т.н., доцент

Н.Н. Строев

Зав. кафедрой, д.т.н., доцент

И.В. Якименко

Программа утверждена на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 10.06.2015 года, протокол №10.

Программа переутверждена в связи с изменением названия вуза на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 10.09.2015 года, протокол №1.