

Приложение 3 РПД Б1.Б.13

**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**  
« 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория автоматического управления**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Профиль подготовки: **Промышленная электроника**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Смоленск – 2016 г.

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

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

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

Дисциплина направлена на формирование следующих *общепрофессиональных и профессиональных* компетенций в соответствии с учебным планом (УП):

- ПК-5 — готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
- ОПК-3 — способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные понятия и терминологию теории автоматического управления (ПК-5);
- классификацию систем автоматического управления (САУ) (ПК-5);
- методы математического описания линейных САУ (ОПК-3);
- характеристики типовых динамических звеньев (ПК-5, ОПК-3);
- методы анализа устойчивости и качества работы линейных САУ (ПК-5);
- основы теории нелинейных и цифровых САУ (ПК-5);
- основы синтеза САУ (ПК-5)

### **Уметь:**

- определять основные характеристики заданной САУ (ПК-5, ОПК-3);
- оценивать ее устойчивость и качество работы САУ (ПК-5);
- строить функциональные и структурные схемы систем управления (ПК-5);
- применять методы синтеза для создания САУ с заданными свойствами (ПК-5);
- использовать программные средства математического моделирования для проектирования оптимальных систем. (ПК-5).

### **Владеть:**

- математическими методами формализованного описания анализа и синтеза автоматических систем управления (ПК-5, ОПК-3);
- методами анализа и моделирования устройств автоматики (ПК-5);
- методами построения математических моделей по экспериментальным данным или технической документации (ОПК-3);
- методами обеспечения устойчивости замкнутых систем регулирования (ПК-5).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовым дисциплинам блока Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Промышленная электроника» направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

В соответствии с учебным планом по направлению 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» дисциплина Б1.Б.13 «Теория автоматического управления» базируется на следующих дисциплинах: базовое среднее образование, Б1.Б.5, Б1.Б.12, Б1.Б.16, Б1.В.ОД.4, Б1.В.ОД.6, Б1.В.ДВ.3.1.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин: Б1.Б.18, Б1.Б.19, Б1.В.ОД.8, Б1.В.ОД.12

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

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	Базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.13	
Часов (всего) по учебному плану:	216	4 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	4 семестр
Лекции (часов)	36	4 семестр
Практические занятия (часов)	18	4 семестр
Лабораторные работы (часов)	36	4 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (часов всего)	90	4 семестр
Зачет (часов)	-	4 семестр
Экзамен (часов)	36	4 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, час
Изучение материалов лекций (лж)	18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	9
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	12
Выполнение курсовой работы	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	33
Подготовка к зачету	-
Всего (в соответствии с УП):	90
Подготовка к экзамену	36

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1	2	...	лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	Тема 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.	9	4	2		3	
2	Тема 2. Элементарные звенья систем автоматического управления, их параметры и характеристики.	21	4	2	8	7	
3	Тема 3. Эквивалентные преобразования структурных схем линейных САУ.	9	4	2		3	
4	Тема 4. Анализ устойчивости линейных систем.	25	4	2	4	15	
5	Тема 5. Показатели качества процесса регулирования.	15	4	2	4	5	
6	Тема 6. Оценка точности САУ.	15	4	2	4	5	
7	Тема 7. Коррекция линейных САУ.	15	4	2	4	5	
8	Тема 8. Основные типы корректирующих звеньев в системах автоматического управления.	25	4	2	4	16	
9	Тема 9. Способы учета нелинейности системы.	12	2	2	4	4	
	Тема 10. Цифровые САУ	21	2		4	15	
<b>всего по видам учебных занятий</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>78</b>	

#### Содержание по видам учебных занятий

4-й семестр

**Тема 1.** Основные понятия и определения теории автоматического управления.

**Лекция 1.** Основные понятия и определения теории автоматического управления. Классификация САУ. Математическое описание линейных САУ.

**Лекция 2.** Основные свойства преобразования Лапласа. Операторные уравнения САУ. Передаточные функции линейных звеньев и систем.

**Практическое занятие 1.** Математическое описание линейных САУ.

**Тема 2.** Элементарные звенья систем автоматического управления, их параметры и характеристики.

**Лекция 3.** Временные и частотные характеристики звеньев и систем САУ. Элементарные звенья систем автоматического управления, их математические модели и основные характеристики.

**Лекция 4.** Математические модели САУ. Звено чистого запаздывания. Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор).

**Практическое занятие 1.** Реализация основных звеньев САУ на пассивных компонентах.

**Лабораторная работа 1.** Исследование характеристик звеньев САУ (пропорционального, интегрирующего, инерционного и реального дифференцирующего).

**Лабораторная работа 2.** Исследование характеристик звеньев САУ (инерционного звена второго порядка и пропорционально-интегрального регулятора).

**Тема 3.** Эквивалентные преобразования структурных схем линейных САУ.

**Лекция 5.** Эквивалентные преобразования структурных схем линейных САУ. Параллельное и последовательное включение звеньев, перенос через звено суммирования.

**Лекция 6.** Передаточная функция замкнутой системы. Передаточные функции многоконтурных систем.

**Практическое занятие 3.** Характеристики многозвенных САУ.

**Тема 4.** Анализ устойчивости линейных систем.

**Лекция 7.** Понятие устойчивости линейных систем. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица

**Лекция 8.** Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Запасы устойчивости.

**Практическое занятие 4.** Оценка устойчивости САУ по логарифмическим амплитудно- и фазо-частотным характеристикам

**Лабораторная работа 3.** Анализ устойчивости замкнутых САУ.

**Самостоятельная работа 1.** Устойчивость систем с запаздыванием.

**Тема 5.** Показатели качества процесса регулирования.

**Лекция 9.** Показатели качества процесса регулирования. Временные и частотные критерии качества регулирования.

**Лекция 10.** Частотные критерии качества регулирования. Интегральные критерии качества регулирования.

**Практическое занятие 5.** Получение временных критериев качества регулирования.

**Лабораторная работа 4.** Исследование основных типов САУ на предмет качества регулирования.

**Тема 6.** Оценка точности САУ.

**Лекция 11.** Оценка точности САУ. Стационарные режимы САУ. Передаточные функции статических и астатических систем. Ошибка по управлению и ошибка по возмущению.

**Лекция 12.** Основные уравнения для определения в операторном виде передаточных функций замкнутой САУ по управляющему воздействию и возмущению. Системы комбинированного управления.

**Практическое занятие 6.** Оценка точности различных типов САУ

**Лабораторная работа 5.** Исследование статических и астатических САУ

**Тема 7.** Коррекция линейных САУ.

**Лекция 13.** Коррекция линейных САУ. Цели и виды коррекции. Частотный метод синтеза корректирующих устройств.

**Лекция 14.** Типовой вид ЛАЧХ скорректированных систем. Последовательные и параллельные корректирующие устройства.

**Практическое занятие 7.** Частотный метод синтеза корректирующих устройств.

**Лабораторная работа 6.** Анализ устойчивости замкнутых САУ и их коррекция.

**Тема 8.** Основные типы корректирующих звеньев в системах автоматического управления.

**Лекция 15.** Основные типы корректирующих звеньев в системах автоматического управления.

**Лекция 16.** Схемотехническая реализация корректирующих звеньев. Отличия реальных звеньев от идеальных.

**Практическое занятие 8.** Расчет параметров корректирующих звеньев на пассивных и активных компонентах.

**Лабораторная работа 7.** Исследование ПИД-регулятора.

**Самостоятельная работа 2.** Техническая реализация корректирующих звеньев. Пассивные четырехполюсники постоянного тока. Активные четырехполюсники постоянного тока.

**Тема 9.** Способы учета нелинейности системы.

**Лекция 17.** Особенности нелинейных систем и методы их анализа. Метод фазовой плоскости. Метод кусочно-линейной аппроксимации.

**Практическое занятие 9.** Анализ устойчивости САУ, содержащих нелинейности типа ограничения.

**Лабораторная работа 8.** Исследование свойств нелинейных САУ.

**Самостоятельная работа 3.** Типовые виды нелинейности электронных устройств. Метод гармонической линеаризации. Коэффициенты гармонической линеаризации типовых нелинейностей.

**Тема 10.** Импульсные и цифровые САУ.

**Лекция 18.** Классификация импульсных (дискретных) и цифровых САУ. Структурная схема цифровой САУ. Преимущества и особенности, примеры реализации.

**Лабораторная работа 8.** Исследование свойств релейной САУ.

### Расчетное задание

В ходе выполнения расчетного задания необходимо проанализировать заданную преподавателем электронную схему, по этой схеме получить структуру замкнутой системы автоматического управления, заданной в виде линейной модели, рассчитать ее основные характеристики и на основе анализа этих характеристик графоаналитическим способом получить параметры корректирующих звеньев, которые обеспечат устойчивость замкнутой САУ, а также необходимые статические и динамические показатели качества регулирования. Достоверность результатов аналитического синтеза проверяется моделированием в программе Micro-Cap.

### Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

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

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся разработаны и размещены на кафедральном сайте: конспект лекций по курсу, демонстрационные слайды лекций, описания практических занятий и лабораторных работ, а также дополнительные 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».

Конспект лекций по дисциплине – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/mmeu>

Демонстрационные слайды лекций – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/mmeu>

Методические указания по выполнению практических занятий –

<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/mmeu>

Методические указания по выполнению лабораторных работ –

<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/mmeu>

## 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:

- ПК-5 — готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.
- ОПК-3 – способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи зачета (*экзамена*).

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

Сформированность каждой 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 представлено различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции *ПК-5 — готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования* преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента *по лабораторным работам, практическим занятиям и расчетно-графической работе*. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – *защитах лабораторных работ, проверке выполнения индивидуальных заданий по практическим занятиям*.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- терминологии в области теории автоматического управления;
- классификацию систем автоматического управления;
- характеристики типовых динамических звеньев;

- основ синтеза САУ;
- возможностей программ схемотехнического моделирования в плане анализа САУ.

наличие **умения(й)**:

- определять основные характеристики заданной;
- оценивать ее устойчивость и качество работы;
- строить функциональные и структурные схемы систем управления (ПК выбирать методы анализа и моделирования, необходимые для решения поставленной задачи);
- собирать и анализировать исходные данные для решения математических задач теории автоматического управления с использованием современных методов поиска и обработки информации;
- проводить анализ процессов, протекающих в устройствах автоматики, с использованием современных компьютерных технологий и программ схемотехнического анализа;
- использовать результаты анализа и моделирования при проектировании электронных устройств и в научных исследованиях.

присутствие **навыков**:

- владения математическими методами формализованного описания анализа и синтеза автоматических систем управления
- владения методами анализа переходных процессов в линейных, нелинейных и импульсных электрических цепях;
- владения методами анализа устойчивости электронных устройств с обратными связями
- владения методами обеспечения устойчивости замкнутых систем регулирования

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-5 в процессе проверки индивидуальных заданий практических работ, как формы текущего контроля:

При проверке индивидуальных заданий практических работ (<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/mmeu>) проверяется полнота и правильность выполненного задания. Если правильно выполнено 41%–59% задания, то это соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; 60%–79% — продвинутому уровню; 80%–100% — эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-5 в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля:

На защите лабораторных работ (<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/mmeu>) задается 2 вопроса из перечня: (см. п. 6.3).

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй — продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса — эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-5 в процессе проверки расчетно-графической работы (РГР). При этом итоговая оценка выставляется с учетом следующих составляющих:

- полноты выполнения задания на РГР;
- соблюдения утвержденного графика работы;
- содержания расчетно-пояснительной записки;
- оформления расчетно-пояснительной записки;

Оценка «отлично» соответствует эталонному уровню освоения компетенции. Такой оценки заслуживают РГР, в которых полно и всесторонне раскрыто теоретическое содержание темы, проведен глубокий анализ технического задания, творчески были решены проблемные вопросы, сде-

ланы технически обоснованные предложения. Студент показал свою способность и умение, опираясь на полученные знания самостоятельно решить задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать научную или техническую информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

Оценки «хорошо» соответствует продвинутому уровню освоения компетенции. Такую оценку заслуживают РГР работы, в которых содержания изложено на достаточно высоком теоретическом уровне, правильно сформулированы выводы и даны технически обоснованные предложения, но студент не проявил творческие способности. Студент неуверенно демонстрировал свою способность и умение, опираясь на полученные знания самостоятельно решить задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать научно-техническую информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

Оценки «удовлетворительно» соответствует базовому уровню формирования компетенции. Такой оценки заслуживают работы, в которых теоретические вопросы в основном раскрыты, практическая часть не имеет глубокой аналитической обоснованности, выводы в основном правильны, предложения представляют интерес, но недостаточно убедительно аргументированы. Студент более нет, чем да демонстрировал свою способность и умение, опираясь на полученные знания решить задачи своей профессиональной деятельности, плохо владеет терминологией в предметной области.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции • *ОПК-3 – способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных* преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента *по лабораторным работам, практическим занятиям и расчетно-графической работе*. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – *защитах лабораторных работ, проверке выполнения индивидуальных заданий по практическим занятиям..*

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- терминологии в области экспериментальной обработки данных;
- общих принципов снятия экспериментальных характеристик систем автоматического управления;
- характеристики типовых динамических звеньев САУ;

наличие **умения(й)**:

- экспериментально определять основные характеристики заданной САУ;
- собирать и анализировать исходные данные для решения задач анализа и синтеза линейной САУ
- грамотно интерпретировать результаты анализа;

присутствие **навыков**:

- владения методами экспериментального получения характеристик систем автоматического управления;
- владения методами построения математических моделей САУ по экспериментальным данным или технической документации;
- владения методами проверки адекватности математических моделей САУ;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-3 в процессе проверки индивидуальных заданий практических работ, как формы текущего контроля:

При проверке индивидуальных заданий практических работ (проверяется полнота и правильность выполненного задания. Если правильно выполнено 41%–59% задания, то это соответст-

вует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; 60%–79% — продвинутому уровню; 80%–100% — эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-3 в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля:

На защите лабораторных работ задается 2 вопроса из перечня: (см. п. 6.3).

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй — продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса — эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-3 в процессе проверки расчетно-графической работы (РГР), как формы текущего контроля:

При проверке РГР итоговая оценка выставляется с учетом следующих составляющих:

- полноты выполнения задания на РГР;
- соблюдения утвержденного графика работы над РГР в течение семестра;
- содержания расчетно-пояснительной записки;
- оформления расчетно-пояснительной записки;

Оценка «отлично» соответствует эталонному уровню освоения компетенции. Такой оценки заслуживают РГР, в которых полно и всесторонне раскрыто теоретическое содержание темы, проведен глубокий анализ технического задания, творчески были решены проблемные вопросы, сделаны технически обоснованные предложения. Студент показал свою способность и умение, опираясь на полученные знания самостоятельно решить задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать научную или техническую информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

Оценки «хорошо» соответствует продвинутому уровню освоения компетенции. Такую оценку заслуживают РГР работы, в которых содержания изложено на достаточно высоком теоретическом уровне, правильно сформулированы выводы и даны технически обоснованные предложения, но студент не проявил творческие способности. Студент неуверенно демонстрировал свою способность и умение, опираясь на полученные знания самостоятельно решить задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать научно-техническую информацию, аргументировать и защищать свою точку зрения.

Оценки «удовлетворительно» соответствует базовому уровню формирования компетенции. Такой оценки заслуживают работы, в которых теоретические вопросы в основном раскрыты, практическая часть не имеет глубокой аналитической обоснованности, выводы в основном правильны, предложения представляют интерес, но недостаточно убедительно аргументированы. Студент более нет, чем да демонстрировал свою способность и умение, опираясь на полученные знания решить задачи своей профессиональной деятельности, плохо владеет терминологией в предметной области.

Сформированность уровня компетенций ПК-5 и ОПК-3 не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является устный экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23).

Критерии оценивания:

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, реко-

мендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно 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, рекомендованную 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 выносятся оценка экзамена по дисциплине за 4 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**

(примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Что такое передаточная характеристика звена или системы?
2. Что такое переходная характеристика звена или системы?
3. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить переходную функцию (переходную характеристику)?
4. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения переходной характеристики?
5. Что такое функция веса (характеристика веса)? Какое ещё название имеет эта характеристика?
6. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить функцию веса?
7. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения функции веса?
8. Что такое амплитудно-частотная характеристика звена или системы?
9. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить амплитудно-частотную характеристику?
10. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения амплитудно-частотной характеристики?

11. Чем отличается амплитудно-частотная характеристика и логарифмическая амплитудно-частотная характеристика?
12. В каких единицах измеряется модуль коэффициента передачи при построении амплитудно-частотной характеристики и при построении логарифмической амплитудно-частотной характеристики?
13. Что такое фазо-частотная характеристика?
14. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить фазо-частотную характеристику?
15. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения фазо-частотной характеристики?
16. В каких единицах измеряется сдвиг фазы при построении фазо-частотной характеристики?
17. Что такое амплитудно-фазовая характеристика? Какие еще названия имеет эта характеристика?
18. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить амплитудно-фазовую характеристику?
19. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения амплитудно-фазовой характеристики?
20. Что откладывают по оси X и оси Y при построении амплитудно-фазовой характеристики?
21. Записать выражение, связывающее входной и выходной сигнал пропорционального звена.
22. Записать общий вид передаточной характеристики пропорционального звена в операторной форме.
23. Нарисовать общий вид переходной характеристики пропорционального звена.
24. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики пропорционального звена.
25. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики пропорционального звена.
26. Привести пример схемотехнической реализации пропорционального звена на пассивных компонентах.
27. Привести пример схемотехнической реализации пропорционального звена на активных компонентах.
28. Записать выражение, связывающее входной и выходной сигнал интегрирующего звена.
29. Записать общий вид передаточной характеристики интегрирующего звена в операторной форме.
30. Нарисовать общий вид переходной характеристики интегрирующего звена.
31. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики интегрирующего звена.
32. На какой частоте логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) интегрирующего звена пересекает ось 0 дБ?
33. Какой наклон имеет ЛАЧХ интегрирующего звена?
34. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики интегрирующего звена.
35. Какой поворот фазы обеспечивает интегрирующее звено?
36. Записать выражение, связывающее входной и выходной сигнал идеального дифференцирующего звена.
37. Записать общий вид передаточной характеристики идеального дифференцирующего звена в операторной форме.
38. Имеет ли идеальное дифференцирующее звено схемотехническую реализацию?
39. Нарисовать общий вид переходной характеристики идеального дифференцирующего звена.
40. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики идеального дифференцирующего звена.
41. На какой частоте логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) идеального дифференцирующего звена пересекает ось 0 дБ?
42. Какой наклон имеет ЛАЧХ идеального дифференцирующего звена?
43. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики идеального дифференцирующего звена.

44. Какой поворот фазы обеспечивает идеальное дифференцирующее звено?
45. Записать общий вид передаточной характеристики апериодического звена первого порядка в операторной форме.
46. Какое еще название имеет апериодическое звено первого порядка?
47. Нарисовать общий вид переходной характеристики апериодического звена первого порядка.
48. За какое время выходное напряжение апериодического звена первого порядка достигает 0.95 от установившегося значения, если на вход подано ступенчатое воздействие?
49. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики апериодического звена первого порядка.
50. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ апериодического звена первого порядка.
51. На сколько дБ уменьшается модуль коэффициента передачи на частоте сопряжения?
52. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ апериодического звена первого порядка?
53. Чему равна частота сопряжения асимптотической ЛАЧХ апериодического звена первого порядка?
54. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики апериодического звена первого порядка.
55. Чему равен поворот фазы в апериодическом звене первого порядка на частоте сопряжения?
56. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в апериодическом звене первого порядка?
57. Привести пример схемотехнической реализации апериодического звена первого порядка на пассивных компонентах.
58. Записать общий вид передаточной характеристики реального дифференцирующего звена в операторной форме.
59. Нарисовать общий вид переходной характеристики реального дифференцирующего звена.
60. Чему равно максимальное значение выходного напряжения при построении переходной характеристики реального дифференцирующего звена?
61. За какое время выходное напряжение реального дифференцирующего звена достигает 0.95 от установившегося значения, если на вход подано ступенчатое воздействие?
62. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики реального дифференцирующего звена.
63. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена.
64. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена?
65. Чему равен модуль коэффициента передачи на горизонтальном участке асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена?
66. Чему равна частота сопряжения асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена?
67. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики реального дифференцирующего звена.
68. Чему равен поворот фазы в реальном дифференцирующем звене на частоте сопряжения?
69. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в реальном дифференцирующем звене?
70. Привести пример схемотехнической реализации реального дифференцирующего звена на пассивных компонентах.
71. Записать общий вид передаточной характеристики инерционного звена второго порядка в операторной форме.
72. Привести пример схемотехнической реализации инерционного звена второго порядка на пассивных компонентах.
73. При каких условиях инерционное звено второго порядка называют консервативным звеном?
74. При каких условиях инерционное звено второго порядка называют колебательным звеном?

75. При каких условиях инерционное звено второго порядка называют аperiodическим звеном второго порядка?
76. Записать общий вид передаточной характеристики консервативного звена в операторной форме.
77. Нарисовать общий вид переходной характеристики консервативного звена.
78. Чему равно максимальное значение выходного напряжения при построении переходной характеристики консервативного звена?
79. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики консервативного звена.
80. Чему равен наклон участков ЛАЧХ консервативного звена?
81. Чему равна частота сопряжения ЛАЧХ консервативного звена?
82. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики консервативного звена.
83. Чему равен поворот фазы в консервативном звене на частоте сопряжения?
84. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в консервативном звене?
85. Записать общий вид передаточной характеристики колебательного звена в операторной форме.
86. Нарисовать общий вид переходной характеристики колебательного звена.
87. Как меняется общий вид переходной характеристики колебательного звена при изменении коэффициента демпфирования (коэффициента затухания) от нуля до единицы?
88. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики колебательного звена.
89. Как меняется общий вид амплитудно-частотной характеристики колебательного звена при изменении коэффициента демпфирования (коэффициента затухания) от нуля до единицы?
90. Чему равен наклон участков ЛАЧХ колебательного звена?
91. Чему равна частота сопряжения участков ЛАЧХ колебательного звена?
92. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики колебательного звена.
93. Как меняется общий вид фазо-частотной характеристики колебательного звена при изменении коэффициента демпфирования (коэффициента затухания) от нуля до единицы?
94. Чему равен поворот фазы в колебательном звене на частоте сопряжения?
95. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в колебательном звене?
96. Записать общий вид передаточной характеристики аperiodического звена второго порядка в операторной форме.
97. Нарисовать общий вид переходной характеристики аperiodического звена второго порядка.
98. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1$  и  $T_2$  не равны.
99. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1$  и  $T_2$  не равны.
100. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1$  и  $T_2$  не равны?
101. Чему равны частоты сопряжения участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1$  и  $T_2$  не равны?
102. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1=T_2=T$ .
103. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1=T_2=T$ .
104. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени  $T_1=T_2=T$ ?
105. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики аperiodического звена второго порядка.
106. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в аperiodическом звене второго порядка?
107. Перечислить основные типы систем автоматического управления.

108. Что такое Стационарный статический режим системы?
109. Что такое Стационарный динамический режим системы?
110. Что такое ошибка регулирования?
111. В каком случае ошибка в разомкнутой системе стремится к нулю?
112. В каком случае ошибка системе с управлением по возмущению стремится к нулю?
113. В каком случае ошибка системе с управлением по возмущению получается такой же, как в разомкнутой системе?
114. Записать передаточную функция замкнутой системы с единичной отрицательной обратной связью.
115. Записать передаточную функция системы по ошибке для системы с единичной отрицательной обратной связью.
116. Какая замкнутая система называется статической?
117. Какая замкнутая система называется астатической?
118. От чего зависит ошибка в статической системе?
119. Что такое порядок астатизма системы?
120. Чему равна ошибка по скорости в астатической системе с астатизмом второго порядка?
121. Назовите основные методы, обеспечивающие повышение точности САУ.
122. Дайте определение устойчивости САУ
123. Как определяются запас по фазе и запас по амплитуде?
124. Как определить время регулирования?
125. Как определить перерегулирование?
126. Как связаны запас по фазе и перерегулирование?
127. Какой запас по фазе должен быть в системе для получения переходной функции близкой к апериодической с небольшим перерегулированием?
128. Как связаны частота среза и время регулирования?
129. Как могут включаться корректирующие звенья?
130. Каким требованиям должна удовлетворять желаемая ЛАЧХ в среднечастотном диапазоне?
131. Нарисовать общий вид ЛАЧХ инерционного звена.
132. Как проводится коррекция частотной характеристики инерционным звеном.
133. Какие недостатки имеет коррекция частотной характеристики инерционным звеном.
134. Как реализовать такое корректирующее звено на пассивных элементах?

#### Примерное задание для РГР

Необходимо проанализировать заданную преподавателем структуру САУ, получить ее основные характеристики и на основе анализа этих характеристик спроектировать корректирующие звенья, которые обеспечат устойчивость замкнутой САУ, а также необходимые статические и динамические показатели качества регулирования.

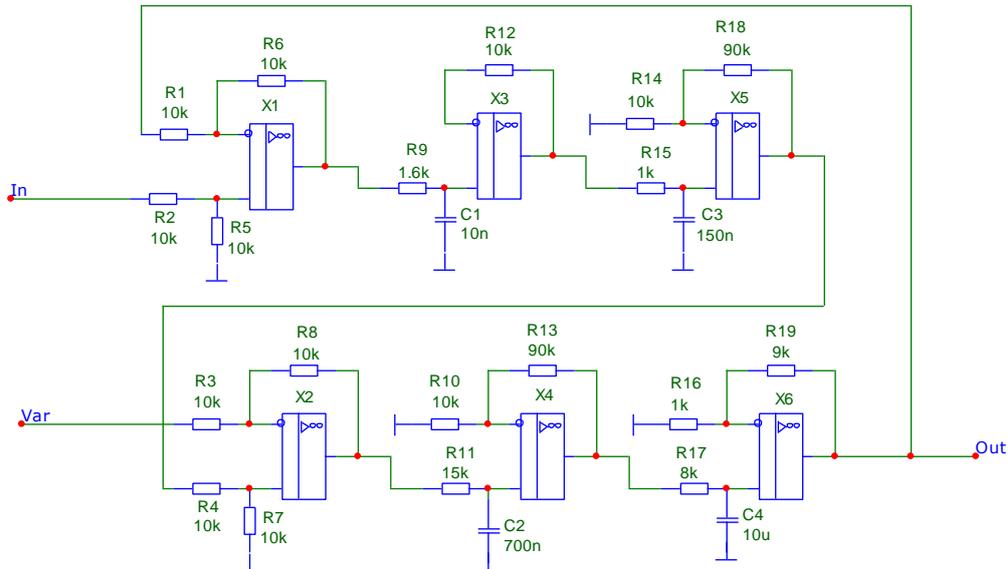
В первой части проводится анализ принципиальной схемы устройства управления и построение на ее основе функциональной схемы САУ. Используя полученную схему, проводится расчет точности по управляющему и возмущающему воздействиям, а также анализ устойчивости системы методом асимптотических ЛАЧХ. После этого с использованием программы Micro-Cap строятся частотные характеристики схемы и проверяются выводы, полученные при использовании метода асимптотических ЛАЧХ. Определяется запас по фазе (для устойчивых систем). Формулируется вывод о динамических свойствах замкнутой системы регулирования и необходимости её коррекции.

Во второй части проводится синтез корректирующих звеньев. Достоверность результатов аналитического синтеза проверяется моделированием в программе Micro-Cap.

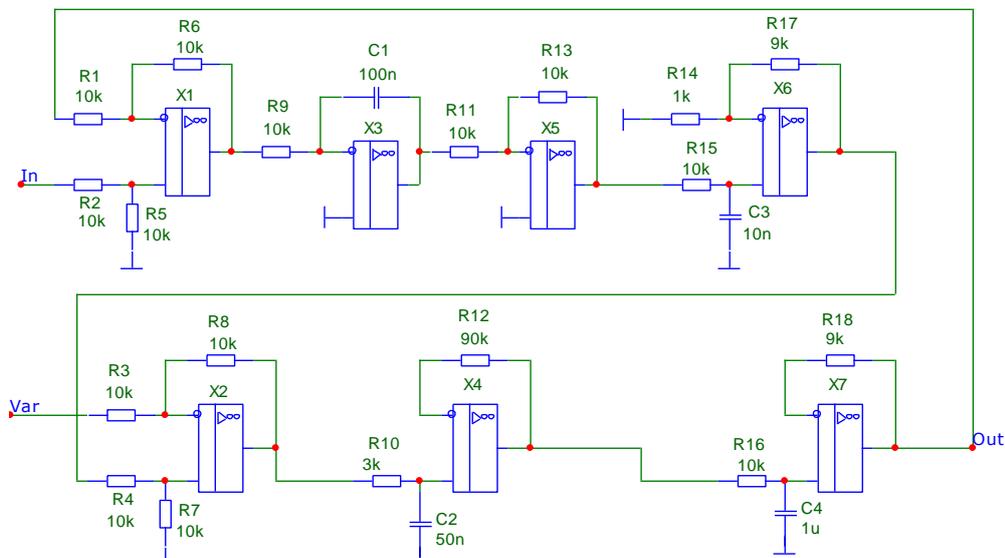
В третьей части проводится схемотехническая реализация полученной скорректированной САУ. Достоверность результатов схемотехнической реализации проверяется моделированием в программе Micro-Cap.

Пример схем для анализа:

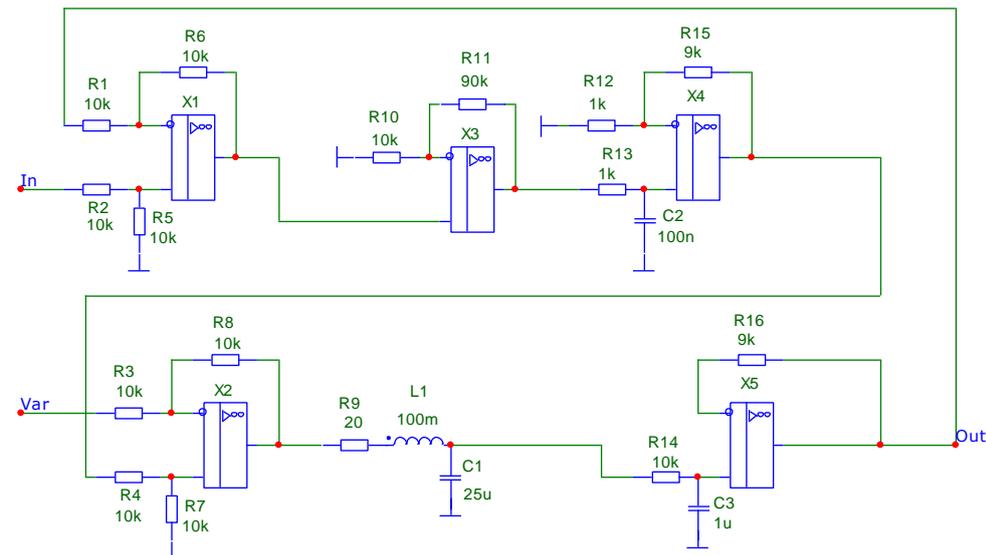
Вариант 1 Время регулирования 35мс Перерегулирование не более 25%



Вариант 2 Время регулирования 7мс Перерегулирование не более 25%



Вариант 3 Время регулирования 14мс Перерегулирование не более 25%



### Вопросы к экзамену

1. Классификация систем автоматического управления.
2. Принципы линеаризации систем автоматического управления.
3. Использование дифференциальных и операторных уравнений при описании систем автоматического управления. Основные свойства преобразования Лапласа.
4. Передаточные функции систем автоматического управления.
5. Временные характеристики систем автоматического управления.
6. Частотные характеристики систем автоматического управления.
7. Характеристики пропорционального звена
8. Характеристики идеального дифференцирующего звена.
9. Характеристики апериодического звена первого порядка.
10. Характеристики реального дифференцирующего звена.
11. Характеристики инерционного звена второго порядка.
12. Характеристики звена чистого запаздывания.
13. Характеристики интегро-дифференцирующего звена.
14. Характеристики пропорционально-интегрирующего звена.
15. Эквивалентные преобразования структурных схем линейных систем автоматического управления.
16. Понятие устойчивости линейных систем автоматического управления. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Прямой метод оценки устойчивости.
17. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
18. Частотный критерий устойчивости Михайлова. Принцип аргумента.
19. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
20. Устойчивость систем с запаздыванием.
21. Оценка качества процесса регулирования по переходной характеристике системы.
22. Частотные критерии качества.
23. Корневые критерии качества.
24. Интегральные критерии качества.
25. Оценка точности систем автоматического управления. Статические и астатические системы.
26. Коэффициенты ошибки системы.
27. Системы комбинированного управления.
28. Типы корректирующих звеньев в системах автоматического управления.
29. Частотный метод синтеза корректирующих устройств.
30. Последовательные корректирующие устройства.
31. Параллельные корректирующие устройства.
32. Техническая реализация корректирующих устройств

### **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, выполнению расчетных заданий и заданий на самостоятельную работу, подготовке, оформлению и защите курсовых проектов (работ), подготовке и проведению зачетов и экзаменов.

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная литература

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления : учеб. для вузов / 4-е изд., стер. — М. : МЭИ, 2007. — 399 с. : ил. (9 экз. на абонементе).  
. Амелина М. А., Амелин С. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. — М.: Горячая линия-Телеком, 2007. — 464 с. ил. (19 экз. на абонементе)
2. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10. [электронный ресурс]: учебное пособие / Амелина М.А. – Электронные текстовые данные. – С-Пб: Лань, 2014 г., 2-е изд., испр. и доп. – 632 с. ил. Режим доступа [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53665](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53665)

3

### б) дополнительная литература

1. Амелина М.А., Амелин С.А. Магнитные элементы электронных устройств : учебное пособие по курсу "Магнитные элементы электронных устройств", напр. 210100 "Электроника и микроэлектроника", спец. 210106 "Промышленная электроника" / СФ МЭИ;.— Смоленск : СФ МЭИ, 2011. — 191, [2] с. : ил. (10 экз. на абонементе).
2. Амелина М.А. Моделирование магнитных элементов устройств силовой электроники : метод. указ. к практическим занятиям по курсу " Магнитные элементы электронных устройств" / СФ МЭИ ; Смоленск ;, 2007. — 64 с. : ил. (15 экз. на абонементе)
3. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде MATLAB-SIMULINK : учебник / С.Г. Герман-Галкин. — СПб. [и др.] : Лань, 2013. — 442, [6] с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — (Учебники для вузов. Специальная литература)

## 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 неделю, практические занятия раз в две недели 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.

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

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

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 имеется у преподавателя (*либо прилагается к настоящей программе*).

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

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделывать 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.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпрета-

ции полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. 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.

При подготовке к экзамену необходимо 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.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

Необходимо понимать, 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 в формате PDF и схемных файлов в формате CIR. Для показа слайдов в формате PDF используется свободно распространяемый и не требующий лицензирования программный продукт Adobe Reader, а для демонстрации режимов работы, параметров и характеристик электронных схем — свободно распространяемая демонстрационная версия программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 9 Demo.

При проведении **практических** занятий и **лабораторных работ** 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.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Операционная система MS Windows;
2. Текстовый редактор MS Word.

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

### **Лекционные занятия:**

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

### **Практические занятия:**

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

### **Лабораторные работы:**

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

Автор, канд. техн. наук, доцент



С.А. Амелин

Зав. кафедрой, д-р техн. наук, доцент



И.В. Якименко

Программа утверждена на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 12.10.2016 года, протокол №2.