

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Профиль «Промышленная электроника»
РПД Б1.О.15 «Функциональные элементы электронных устройств»



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

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
по учебно-методической работе
филиала ФГБОУ ВО
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске
В.В. Рожков
«20» _____ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Функциональные элементы электронных устройств**
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль: «Промышленная электроника»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года 11 месяцев

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

Программу составил:

доцент

«Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент

подпись

Амелин Сергей Александрович

ФИО

«24» июня 2020 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«25» июня 2020 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«02» июля 2020 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами

подпись

Зуева Елена Владимировна

ФИО

«02» июля 2020 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Функциональные элементы электронных устройств» относится к обязательной части программы.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б1.О «Правоведение».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели проекта, определяет связи между ними	<i>Знает:</i> как определять круг задач в рамках поставленной цели проекта в области систем автоматического управления, определять связи между ними. <i>Умеет:</i> определять круг задач в рамках поставленной цели проекта в области систем автоматического управления, определять связи между ними. <i>Владеет:</i> методами определения круга задач в рамках поставленной цели проекта в области систем автоматического управления, определения связи между ними.
	УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта	<i>Знает:</i> как предлагать способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты в области систем автоматического управления; оценивать предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. <i>Умеет:</i> предлагать способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты в области систем автоматического управления; оценивать предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта. <i>Владеет:</i> методами предложения способов решения поставленных задач и ожидаемых результатов; оценивания предложенных способов с точки зрения соответствия цели

	<p>УК-2.3 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм</p>	<p>проекта.</p> <p><i>Знает:</i> как планировать реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм применительно к системам автоматического управления.</p> <p><i>Умеет:</i> планировать реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм применительно к системам автоматического управления.</p> <p><i>Владеет:</i> методами планирования реализации задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм применительно к системам автоматического управления.</p>
	<p>УК-2.4 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач</p>	<p><i>Знает:</i> как выполнять задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректировать способы решения задач применительно к системам автоматического управления.</p> <p><i>Умеет:</i> выполнять задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректировать способы решения задач применительно к системам автоматического управления.</p> <p><i>Владеет:</i> методами выполнения задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, корректировки способы решения задач.</p>
	<p>УК-2.5 Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования</p>	<p><i>Знает:</i> как представлять результаты проекта, предлагать возможности их использования и/или совершенствования применительно к системам автоматического управления.</p> <p><i>Умеет:</i> представлять результаты проекта, предлагать возможности их использования и/или совершенствования.</p> <p><i>Владеет:</i> методами предложения результатов проекта, предложения возможности их использования и/или совершенствования.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Форма контроля							з.е.		-	Итого акад. часов						Курс 2									
		Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КР	Контр.	Реферат	РГР	Экспертное	Факт.		Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт. часы	СР	Контроль	Сессия 2									
																		з.е. на курсе	Итого	Лек.	Лаб.	Пр	КРП	СР	Контроль	Формы контр.	
Б1.О.15	Функциональные элементы электронных устройств	2			2				6	6	36	216	216	24	183	9	6	216	8	8	4	4	183	9	эр		

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;

ЗаО — зачет с оценкой;

За — зачет;

Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. — лекционные занятия;

Лаб. — лабораторные работы;

Пр. — практические занятия;

КРП — курсовая работа (курсовой проект);

РГР — расчетно-графическая работа (реферат);

СР — самостоятельная работа студентов;

з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	Лекционные занятия 4 шт. по 2 часа (8 час.):
2	Лабораторные работы 2 шт. по 4 часа (8 час.): 2.1. Исследование характеристик звеньев САУ (пропорционального, интегрирующего, инерционного и реального дифференцирующего). 2.6. Исследование свойств различных видов САУ.
3	Практические занятия 2 шт. по 2 часа (4 час.): 3.1. Свойства компаратора и аналогового ключа. 3.6. Использование критерия устойчивости Найквиста
4	Курсовая работа «Коррекция линейной замкнутой системы автоматического управления»
5	самостоятельная работа студентов: час. 5.1. Изучение материалов лекций 8 5.2. Подготовка к практическим занятиям 4 5.3. Подготовка к лабораторным работам 8 5.4. Курсовая работа 60 5.5 Самостоятельное изучение материалов дисциплины 103 1. Линейные аналоговые функциональные блоки. Усилитель, аттенюатор. Их основные параметры и характеристики. 2. Нелинейные и импульсные аналоговые функциональные блоки. 3. Цифровые функциональные блоки. 4. Аналого-цифровые функциональные блоки. 5. Времяимпульсные модуляторы. 6. Преобразователи неэлектрических величин в электрические. 7. Источники электропитания. Стабилизаторы тока и напряжения. 8. Звенья второго порядка. 9. Математические модели САУ. Звено чистого запаздывания. Звенья второго порядка. 10. Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор) 11. Эквивалентные преобразования структурных схем линейных САУ. Параллельное и последовательное включение звеньев, перенос через звено суммирования. 12. Передаточная функция замкнутой системы. Передаточные функции многоконтурных систем. 13. Понятие устойчивости линейных систем. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. 14. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Запасы устойчивости. 15. Показатели качества процесса регулирования. Временные и частотные критерии качества регулирования. 16. Частотные критерии качества регулирования. Интегральные критерии качества регулирования. 17. Оценка точности САУ. Стационарные режимы САУ. Передаточные функции статических и астатических систем. Ошибка по управлению и ошибка по возмущению. 18. Основные уравнения для определения в операторном виде передаточных функций замкнутой САУ по управляющему воздействию и возмущению. Системы комбинированного управления. 19. Типовой вид ЛАЧХ скорректированных систем. Последовательные и параллельные корректирующие устройства.

	20. Схемотехническая реализация корректирующих звеньев. Отличия реальных звеньев от идеальных 21. Особенности нелинейных систем и методы их анализа. Метод фазовой плоскости. Метод кусочно-линейной аппроксимации. 22. Типовые виды нелинейности электронных устройств. Метод гармонической линеаризации. Коэффициенты гармонической линеаризации типовых нелинейностей. 23. Классификация импульсных (дискретных) и цифровых САУ. 24. Структурная схема цифровой САУ. Преимущества и особенности, примеры реализации	
	Всего:	183
	5.6. Подготовка к экзамену	9

Текущий контроль: Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений.
3.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
4.	Консультации по курсовой работе (курсовому проекту)	Индивидуальные и групповые консультации.
5.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
6.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Функциональный элемент. Структурная и функциональная схема электронного устройства.
2. Параметры и характеристики функциональных блоков: Входное сопротивление, Выходное сопротивление, Коэффициент передачи, Коэффициент усиления

3. Особенности использования коэффициентов в дБ
4. Параметры и характеристики функциональных блоков: Амплитудная (или передаточная) характеристика, Амплитудно-частотная характеристика, Фазочастотная характеристика, Амплитудно-фазовая характеристика.
5. Параметры и характеристики функциональных блоков: Переходная характеристика, Внешняя характеристика, Регулировочная характеристика.
6. Первичные и вторичные источники электропитания
7. Усилитель
8. Аналоговый ключ. Общие сведения.
9. Компаратор (аналоговый). Триггер Шмитта. Отличие алгоритма работы компаратора и триггера Шмитта.
10. Принципы формирования импульсов заданной длительности
11. Генератор импульсов с триггером Шмитта Генератор импульсов на компараторах. Генератор импульсов с источниками тока
12. RS-триггер (синхронный и асинхронный)
13. D-триггер
14. T-триггер и счетчики
15. Классификация систем автоматического управления.
16. Принципы линеаризации систем автоматического управления.
17. Использование дифференциальных и операторных уравнений при описании систем автоматического управления. Основные свойства преобразования Лапласа.
18. Передаточные функции систем автоматического управления.
19. Временные характеристики систем автоматического управления.
20. Частотные характеристики систем автоматического управления.
21. Характеристики пропорционального звена
22. Характеристики идеального дифференцирующего звена.
23. Характеристики апериодического звена первого порядка.
24. Характеристики реального дифференцирующего звена.
25. Характеристики инерционного звена второго порядка.
26. Характеристики звена чистого запаздывания.
27. Характеристики интегро-дифференцирующего звена.
28. Характеристики пропорционально-интегрирующего звена.
29. Эквивалентные преобразования структурных схем линейных систем автоматического управления.
30. Понятие устойчивости линейных систем автоматического управления. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Прямой метод оценки устойчивости.
31. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
32. Частотный критерий устойчивости Михайлова. Принцип аргумента.
33. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
34. Устойчивость систем с запаздыванием.
35. Оценка качества процесса регулирования по переходной характеристике системы.
36. Частотные критерии качества.
37. Корневые критерии качества.
38. Интегральные критерии качества.
39. Оценка точности систем автоматического управления. Статические и астатические системы.
40. Коэффициенты ошибки системы.

41. Системы комбинированного управления.
42. Типы корректирующих звеньев в системах автоматического управления.
43. Частотный метод синтеза корректирующих устройств.
44. Последовательные корректирующие устройства.
45. Параллельные корректирующие устройства.
46. Техническая реализация корректирующих устройств

Контрольные вопросы по лекционному материалу дисциплины

1. Что такое входное сопротивление функционального блока?
2. Какими способами можно измерить входное сопротивление?
3. Нарисуйте схему для измерения входного сопротивления функционального элемента методом вольтметра-амперметра. Поясните метод измерения.
4. Какие требования к амплитуде входного сигнала при измерении входного сопротивления?
5. На что влияет входное сопротивление функционального элемента при подключении к его входу неидеального источника сигнала?
6. По какой формуле вычисляется среднеквадратическое (действующее) значение напряжения для синусоидального напряжения?
7. По какой формуле вычисляется коэффициент передачи схемы (по напряжению, по току) в децибеллах?
8. Что такое амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) коэффициента передачи схемы?
9. Нарисовать пример АЧХ для коэффициента передачи.
10. Что такое логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) для коэффициента передачи схемы?
11. Что такое фазочастотная характеристика коэффициента передачи функционального элемента?
12. Нарисуйте схему с источниками сигнала и измерительными приборами для снятия амплитудно-частотной характеристики коэффициента передачи по напряжению функционального элемента.
13. Что такое порог включения функционального блока «Ключ»? Как меняется состояние ключа в зависимости от напряжения на управляющем входе?
14. Чем определяется ток, протекающий через ключ во включенном состоянии?
15. Чем определяется напряжение на ключе в его разомкнутом состоянии?
16. Почему при размыкании ключа, коммутирующего активно-индуктивную нагрузку на источник ЭДС, на нём возникает выброс напряжения большой величины?
17. Что такое передаточная характеристика звена или системы?
18. Что такое переходная характеристика звена или системы?
19. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить переходную функцию (переходную характеристику)?
20. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения переходной характеристики?
21. Что такое функция веса (характеристика веса)? Какое ещё название имеет эта характеристика?
22. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить функцию веса?
23. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения функции веса?

24. Что такое амплитудно-частотная характеристика звена или системы?
25. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить амплитудно-частотную характеристику?
26. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения амплитудно-частотной характеристики?
27. Чем отличается амплитудно-частотная характеристика и логарифмическая амплитудно-частотная характеристика?
28. В каких единицах измеряется модуль коэффициента передачи при построении амплитудно-частотной характеристики и при построении логарифмической амплитудно-частотной характеристики?
29. Что такое фазо-частотная характеристика?
30. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить фазо-частотную характеристику?
31. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения фазо-частотной характеристики?
32. В каких единицах измеряется сдвиг фазы при построении фазо-частотной характеристики?
33. Что такое амплитудно-фазовая характеристика? Какие еще названия имеет эта характеристика?
34. Какой сигнал необходимо подать на вход звена или системы, чтобы получить амплитудно-фазовую характеристику?
35. Какой тип анализа используется в Micro-Cap для получения амплитудно-фазовой характеристики?
36. Что откладывают по оси X и оси Y при построении амплитудно-фазовой характеристики?
37. Записать выражение, связывающее входной и выходной сигнал пропорционального звена.
38. Записать общий вид передаточной характеристики пропорционального звена в операторной форме.
39. Нарисовать общий вид переходной характеристики пропорционального звена.
40. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики пропорционального звена.
41. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики пропорционального звена.
42. Привести пример схемотехнической реализации пропорционального звена на пассивных компонентах.
43. Привести пример схемотехнической реализации пропорционального звена на активных компонентах.
44. Записать выражение, связывающее входной и выходной сигнал интегрирующего звена.
45. Записать общий вид передаточной характеристики интегрирующего звена в операторной форме.
46. Нарисовать общий вид переходной характеристики интегрирующего звена.
47. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики интегрирующего звена.
48. На какой частоте логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) интегрирующего звена пересекает ось 0 дБ?
49. Какой наклон имеет ЛАЧХ интегрирующего звена?

50. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики интегрирующего звена.
51. Какой поворот фазы обеспечивает интегрирующее звено?
52. Записать выражение, связывающее входной и выходной сигнал идеального дифференцирующего звена.
53. Записать общий вид передаточной характеристики идеального дифференцирующего звена в операторной форме.
54. Имеет ли идеальное дифференцирующее звено схемотехническую реализацию?
55. Нарисовать общий вид переходной характеристики идеального дифференцирующего звена.
56. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики идеального дифференцирующего звена.
57. На какой частоте логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) идеального дифференцирующего звена пересекает ось 0 дБ?
58. Какой наклон имеет ЛАЧХ идеального дифференцирующего звена?
59. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики идеального дифференцирующего звена.
60. Какой поворот фазы обеспечивает идеальное дифференцирующее звено?
61. Записать общий вид передаточной характеристики аperiodического звена первого порядка в операторной форме.
62. Какое еще название имеет аperiodическое звено первого порядка?
63. Нарисовать общий вид переходной характеристики аperiodического звена первого порядка.
64. За какое время выходное напряжение аperiodического звена первого порядка достигает 0.95 от установившегося значения, если на вход подано ступенчатое воздействие?
65. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики аperiodического звена первого порядка.
66. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена первого порядка.
67. На сколько дБ уменьшается модуль коэффициента передачи на частоте сопряжения?
68. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена первого порядка?
69. Чему равна частота сопряжения асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена первого порядка?
70. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики аperiodического звена первого порядка.
71. Чему равен поворот фазы в аperiodическом звене первого порядка на частоте сопряжения?
72. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в аperiodическом звене первого порядка?
73. Привести пример схемотехнической реализации аperiodического звена первого порядка на пассивных компонентах.
74. Записать общий вид передаточной характеристики реального дифференцирующего звена в операторной форме.
75. Нарисовать общий вид переходной характеристики реального дифференцирующего звена.

76. Чему равно максимальное значение выходного напряжения при построении переходной характеристики реального дифференцирующего звена?
77. За какое время выходное напряжение реального дифференцирующего звена достигает 0.95 от установившегося значения, если на вход подано ступенчатое воздействие?
78. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики реального дифференцирующего звена.
79. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена.
80. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена?
81. Чему равен модуль коэффициента передачи на горизонтальном участке асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена?
82. Чему равна частота сопряжения асимптотической ЛАЧХ реального дифференцирующего звена?
83. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики реального дифференцирующего звена.
84. Чему равен поворот фазы в реальном дифференцирующем звене на частоте сопряжения?
85. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в реальном дифференцирующем звене?
86. Привести пример схемотехнической реализации реального дифференцирующего звена на пассивных компонентах.
87. Записать общий вид передаточной характеристики инерционного звена второго порядка в операторной форме.
88. Привести пример схемотехнической реализации инерционного звена второго порядка на пассивных компонентах.
89. При каких условиях инерционное звено второго порядка называют консервативным звеном?
90. При каких условиях инерционное звено второго порядка называют колебательным звеном?
91. При каких условиях инерционное звено второго порядка называют апериодическим звеном второго порядка?
92. Записать общий вид передаточной характеристики консервативного звена в операторной форме.
93. Нарисовать общий вид переходной характеристики консервативного звена.
94. Чему равно максимальное значение выходного напряжения при построении переходной характеристики консервативного звена?
95. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики консервативного звена.
96. Чему равен наклон участков ЛАЧХ консервативного звена?
97. Чему равна частота сопряжения ЛАЧХ консервативного звена?
98. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики консервативного звена.
99. Чему равен поворот фазы в консервативном звене на частоте сопряжения?
100. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в консервативном звене?
101. Записать общий вид передаточной характеристики колебательного звена в операторной форме.
102. Нарисовать общий вид переходной характеристики колебательного звена.

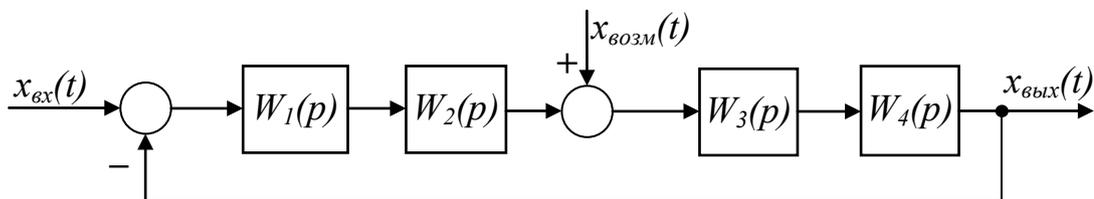
103. Как меняется общий вид переходной характеристики колебательного звена при изменении коэффициента демпфирования (коэффициента затухания) от нуля до единицы?
104. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики колебательного звена.
105. Как меняется общий вид амплитудно-частотной характеристики колебательного звена при изменении коэффициента демпфирования (коэффициента затухания) от нуля до единицы?
106. Чему равен наклон участков ЛАЧХ колебательного звена?
107. Чему равна частота сопряжения участков ЛАЧХ колебательного звена?
108. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики колебательного звена.
109. Как меняется общий вид фазо-частотной характеристики колебательного звена при изменении коэффициента демпфирования (коэффициента затухания) от нуля до единицы?
110. Чему равен поворот фазы в колебательном звене на частоте сопряжения?
111. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в колебательном звене?
112. Записать общий вид передаточной характеристики аperiodического звена второго порядка в операторной форме.
113. Нарисовать общий вид переходной характеристики аperiodического звена второго порядка.
114. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени T_1 и T_2 не равны.
115. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени T_1 и T_2 не равны.
116. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени T_1 и T_2 не равны?
117. Чему равны частоты сопряжения участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени T_1 и T_2 не равны?
118. Нарисовать общий вид амплитудно-частотной характеристики аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени $T_1=T_2=T$.
119. Нарисовать общий вид асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени $T_1=T_2=T$.
120. Чему равен наклон участков асимптотической ЛАЧХ аperiodического звена второго порядка, если постоянные времени $T_1=T_2=T$?
121. Нарисовать общий вид фазо-частотной характеристики аperiodического звена второго порядка.
122. Чему равны минимальный и максимальный повороты фазы в аperiodическом звене второго порядка?
123. Перечислить основные типы систем автоматического управления.
124. Что такое Стационарный статический режим системы?
125. Что такое Стационарный динамический режим системы?
126. Что такое ошибка регулирования?
127. В каком случае ошибка в разомкнутой системе стремится к нулю?
128. В каком случае ошибка в системе с управлением по возмущению стремится к нулю?
129. В каком случае ошибка в системе с управлением по возмущению получается такой же, как в разомкнутой системе?

130. Записать передаточную функция замкнутой системы с единичной отрицательной обратной связью.
131. Записать передаточную функция системы по ошибке для системы с единичной отрицательной обратной связью.
132. Какая замкнутая система называется статической?
133. Какая замкнутая система называется астатической?
134. От чего зависит ошибка в статической системе?
135. Что такое порядок астатизма системы?
136. Чему равна ошибка по скорости в астатической системе с астатизмом второго порядка?
137. Назовите основные методы, обеспечивающие повышение точности САУ.
138. Дайте определение устойчивости САУ
139. Как определяются запас по фазе и запас по амплитуде?
140. Как определить время регулирования?
141. Как определить перерегулирование?
142. Как связаны запас по фазе и перерегулирование?
143. Какой запас по фазе должен быть в системе для получения переходной функции близкой к апериодической с небольшим перерегулированием?
144. Как связаны частота среза и время регулирования?
145. Как могут включаться корректирующие звенья?
146. Каким требованиям должна удовлетворять желаемая ЛАЧХ в среднечастотном диапазоне?
147. Нарисовать общий вид ЛАЧХ инерционного звена.
148. Как проводится коррекция частотной характеристики инерционным звеном.
149. Какие недостатки имеет коррекция частотной характеристики инерционным звеном.
150. Как реализовать такое корректирующее звено на пассивных элементах?

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

«Коррекция линейной замкнутой системы автоматического управления»

Дана структурная схема линейной САУ. Параметры звеньев системы – в соответствии с вариантом задания. Номер варианта задания определяется по номеру в журнале посещаемости.



1. Построить структурную схему заданной линейной САУ в программе Micro-Cap. При этом использовать заданный набор функциональных блоков звеньев САУ. Файл с набором блоков размещен на сайте – [Варианты САУ](#)
2. Определить точность системы по управляющему и возмущающему воздействиям в установившемся режиме (используя средства программы Micro-Cap).
3. Получить АЧХ и ФЧХ разомкнутой некорректированной системы. Проанализировать ее устойчивость.
4. Провести коррекцию системы методом асимптотических ЛАЧХ (синтезировать идеализированное последовательное корректирующее звено (или звенья) с необходимыми

характеристиками). Получить устойчивую замкнутую систему регулирования и при этом обеспечить следующие показатели качества процесса регулирования в скорректированной системе:

- перерегулирование $\sigma \leq 25 \%$;
- длительность переходного процесса, не превышающую значения $t_{рег}$, в соответствии с вариантом задания;
- точность скорректированной системы должна быть не ниже точности нескорректированной САУ.

5. Включить в систему синтезированные корректирующие звенья (построенные на основе функциональных блоков звеньев САУ и источников Лапласа Laplace Sources) и получить АЧХ и ФЧХ разомкнутой скорректированной системы. Убедиться, что она удовлетворяет критерию устойчивости. Определить запас по фазе.

6. Замкнуть цепь обратной связи и получить переходную характеристику замкнутой системы управления, а также реакцию на возмущающее воздействие. По переходной характеристике определить время регулирования и величину перерегулирования. Проверить соответствие полученных показателей качества процесса регулирования в скорректированной системе требованиям технического задания.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

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

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему 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; проявившему 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 практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«зачтено»	заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, 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. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

Программное обеспечение: Micro-Cap.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Борисенко, А. Л. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Функциональные узлы аналоговых устройств : учебное пособие / А. Л. Борисенко. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2016. — 127 с. — ISBN 978-5-7422-4979-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/89814> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0995-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68460> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-5816-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145842> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная 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).
2. Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие для вузов / М. А. Амелина, С. А. Амелин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-6995-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153923> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Амелина М. А., Амелин С. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8. — М.: Горячая линия-Телеком, 2007. — 464 с. ил. (19 экз. на абонементе)

Список авторских методических разработок.

1. Амелин С.А, конспект лекций «Функциональные элементы электронных устройств» по дисциплине «Теория автоматического управления» расположен на сайте кафедры: <https://drive.google.com/file/d/17QRPTIbcV0kbZmiHa3ylGIpto4mkSDhY/view>
2. Методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы дисциплине «Теория автоматического управления» расположен на сайте кафедры: https://drive.google.com/file/d/1L5t10GDFbzXS3W_oL5-p5kENZOcoIIRP/view
3. Задания и методические указания по выполнению лабораторных работы по дисциплине «Теория автоматического управления» расположены на сайте кафедры: <https://drive.google.com/drive/folders/1BCcvvOhPtxRKgkv93qKkHMUPa79XjA7Q?usp=sharing>

Полный комплект авторских методических разработок по дисциплине ФЭЭУ размещен в облачном хранилище по открытой ссылке:

https://drive.google.com/drive/folders/12xQMjnLfjCirFrY8_3bs30J590jLKNe?usp=sharing

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изме- нения в данный экземпляр	Дата внесения изме- нения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	изме- ненных	замене- ных	новых	аннулиро- ванных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10