

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Теория автоматического управления»

Специальность

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

Основная профессиональная образовательная программа

«Системы контроля и управления атомных станций»

Квалификация выпускника

Инженер-физик

Форма обучения

Очная

Балаково

Цель освоения учебной дисциплины

Изучение и получение практических навыков использования методов автоматического управления для повышения эффективности производства продукции с оптимальными техническими показателями путем применения средств автоматизации.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ автоматического управления;
- принципов построения систем автоматического управления (САУ);
- методов анализа и синтеза САУ;
- методов математического формализации статических и динамических характеристик САУ и элементов систем;
- формирование практических знаний по построению и исследованию процессов САУ;
- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ в соответствии с профессиональным стандартом «24.062. Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии»

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для изучения дисциплины «Теория автоматического управления» студент должен: знать основные законы естественнонаучных дисциплин, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности, уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, владеть методикой поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Изучение дисциплины «Теория автоматического управления» необходимо для освоения следующих учебных дисциплин: «Управление ядерными энергетическими установками», «Системы управления», «Проектирование систем управления», «АСУ технологическими процессами АЭС», «Автоматизация ЯЭУ», «Современные системы управления ЯЭУ» и других дисциплин профессионального модуля ООП «Системы контроля и управления атомных станций»; при прохождении производственной (технологической) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины: В. 7. Разработка проекта по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятель-	З-УК-8 Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем

	ности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	месте У-УК-8 Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте В-УК-8 Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

общефессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов
ОПК-5	Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.	З-ОПК-5 Знать: требования к оформлению результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ У-ОПК-5 Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ В-ОПК-5 Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ

Профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Разработка проектной и рабочей	Современная электронная схемотехника,	ПК-5 Способен формулировать	З-ПК-5 знать методологию проектной

чей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.	электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно - физическими установками. Ядерно- энергетическое, тепломеханическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.	цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач	деятельности; жизненный цикл проекта, основные критерии и показатели эффективности и безопасности; У-ПК-5 уметь формулировать цели и задачи проекта; В-ПК-5 владеть методами анализа результатов проектной деятельности
--------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственности отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

		- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина изучается студентам в 6 и 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 ак. часа.

Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттес тация разде ла (форма)	Макси маль ный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
6 семестр									
1	1-4	Основные понятия и ма тематическое описание линейных САУ	46	16	4	14/12	12	Т1	35
2	5-8	Анализ и синтез линей ных систем автоматиче ского управления	62	16	12	18/12	16	Т2	25
Вид промежуточной аттестации			108	32	16	32/24	28	З	40
7 семестр									
3	9-11	Нелинейные системы ав томатического управле ния	60	20	8	16/12	16	КЛ1	25
4	12-14	САР с усложненной структурой, цифровые, оптимальные системы	84	28	8	16/12	32	КЛ2	25
Вид промежуточной аттестации			144	48	16	32/24	48	Э	50
Всего часов			252	80	32	64	76		

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
КЛ	Коллоквиум
З	Зачет
Э	Экзамен

Содержание лекционного курса

Темы лекций. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Тема 1. Постановка задачи управления. Алгоритм управления по ОС. Основные элементы, функциональные схемы САУ. Структурные схемы системы, сигналы, действующие в системах. Принципы управления. Классификация АСУ. Примеры АСУ.	4	1-14
Тема 2. Математические модели элементов, систем. ДУ. Примеры описания элементов систем. Линеаризация ДУ. Методы решения ДУ. Операторный метод. Понятие о $W(p)$. Получение $W(p)$ из ДУ. Методы прямого, обратного преобразования Лапласа. Метод вычетов.	4	1-14
Тема 3. Типовые сигналы, модели сигналов. Временные характеристики. Переходная, весовая характеристика. Уравнение свертки. Частотные характеристики. Логарифмические частотные х-ки.	4	1-14
Тема 4. Типовые звенья систем управления. Математические модели, переходные, весовые, частотные характеристики. Примеры звеньев, моделей.	4	1-14
Тема 5. Структурные соединения звеньев. Структурные схемы САУ, приведение к типовой схеме. Передаточные функции разомкнутой, замкнутой АСУ по всем входам и выходам.	4	1-14
Тема 6. Устойчивость элементов, систем. Виды переходных процессов, Свободное, вынужденное движение. Понятие об устойчивости. Связь устойчивости с полюсами системы. Критерии устойчивости Михайлова, Найквиста, логарифмический. Д-разбиение. Анализ устойчивости систем в математических пакетах.	4	1-14
Тема 7. Показатели качества систем управления. Точность установившегося режима, переходного режима. Ошибки систем при типовых входных сигналах.	2	1-14
Тема 8. Синтез линейных систем управления. Синтез систем с заданной структурой. Корректирующие устройства систем управления. Типовые корректирующие звенья. Структура регуляторов, назначение составляющих регулятора. Синтез САУ методом математического моделирования. Построение корректирующих звеньев методом ЛЧХ.	6	1-14
Тема 9. Основные сведения о нелинейных системах управления. Структура нелинейной системы. Классификация характеристик нелинейных звеньев. Статические и переходные характеристики нелинейных систем. Типовые нелинейные звенья	8	1-14
Тема 10. Анализ нелинейных систем управления. Фазовое пространство. Фазовые траектории систем. Особые точки фазовых траекторий линейных и нелинейных систем. Метод изоклин. Метод фазовой плоскости. Гармоническая линеаризация нелинейностей. Алгебраический метод определения автоколебаний в нелинейных системах. Метод гармонического баланса. Запаздывание гистерезисного реле.	10	1-14
Тема 11. Коррекция нелинейных систем. Коррекция линейной части системы. Применение компенсирующих и форсирующих устройств. Введение дополнительных обратных связей. Обеспечение заданного закона управления с помощью логических корректирующих устройств	6	1-14

Тема 12. САР с усложненной структурой. Каскадные системы регулирования. САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины. Системы связанного регулирования. Регулирование объектов с чистым запаздыванием. Упредитель Смита.	8	1-14
Тема 13. Дискретные, цифровые системы управления. Функциональная схема цифровой системы. Математические модели дискретных сигналов. Дискретные модели элементов, взаимные преобразования. Влияние дискретизации на качество систем управления. Модели цифровых регуляторов. Синтез цифровой системы управления.	10	1-14
Тема 14. Оптимальные САУ. Задачи оптимального управления. Вариационное исчисление, метод Белмана, принцип Максимума Понтрягина. Модели пространства состояния. Модальное управление.	6	1-14
Всего часов	80	

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
6 семестр		
Составление функциональных схем систем автоматического управления.	4	1-14
Преобразование структурных схем САУ	4	1-14
Расчет временных и частотных характеристик	2	1-14
Построение асимптотических ЛАЧХ	4	1-14
Интегральные оценки качества САУ	2	1-14
Синтез желаемой ЛАЧХ. Расчет последовательного и параллельного корректирующего устройства	4	1-14
Расчет активных и пассивных четырехполюсников	4	1-14
Расчет параметров регуляторов каскадной системы управления	4	1-14
Синтез систем, инвариантных к воздействиям	4	1-14
Всего часов	32	
7 семестр		
Построение фазового портрета нелинейной системы методом изоклин с использованием Mathcad	6	1-14
Метод фазовой плоскости для исследования нелинейных САУ	6	1-14
Алгебраический метод определения автоколебаний в нелинейных системах	4	1-14
Расчет параметров регуляторов каскадной системы управления	6	1-14
Цифровые системы управления. Прямое, обратное Z-преобразование сигналов.	4	1-14
Решение задач оптимального управления с помощью принципа максимума Понтрягина	6	1-14
Всего часов	32	

Перечень лабораторных работ

Тема лабораторной работы.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
6 семестр		
Типовые звенья систем автоматического управления	4	1-14
Анализ устойчивости системы автоматического управления	4	1-14
Анализ качества систем автоматического управления	4	1-14
Исследование точности САУ в статическом режиме. Повышение точности САУ	4	1-14
7 семестр		
Моделирование типовых нелинейных элементов	4	1-14
Анализ нелинейной системы методом математического моделирования.	4	1-14
Анализ цифровой системы управления	8	1-14
Всего часов	32	

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
6 семестр		
Линейные математические модели. Представление линейных математических моделей объектов управления в виде дифференциальных, разностных уравнений, моделей пространства состояния.	4	1-14
Линеаризация нелинейных моделей объектов управления. Основные положения линеаризации моделей элементов систем автоматического управления. Линеаризация статических, динамических моделей.	4	1-14
Типовые звенья САУ. Реальное интегрирующее звено. Изотропное интегрирующее звено. Интегро-дифференцирующие, дифференциально-интегрирующие звенья. Звено чистого запаздывания.	6	1-14
Устойчивость систем. Устойчивость систем с запаздыванием. Основные способы оценки устойчивости систем автоматического управления с запаздыванием.	4	1-14
Оценка качества САУ. Статические, астатические системы. Корневые методы оценки качества. Частотные показатели качества.	4	1-14
Синтез линейных систем управления. Настройка систем на технический и симметричный оптимум.	6	1-14
Всего	28	
7 семестр		
SimInTech: возможности, принципы работы.	6	ИР 5
Нелинейные системы управления. Математические модели нелинейных элементов. Модели систем в форме КОПИ. Анализ нелинейных систем на фазовой плоскости. Анализ нелинейных систем методом мате-	6	1-14

матического моделирования.		
Исследование влияния параметров нелинейных элементов на качественные показатели систем управления	6	1-14
Вибрационная линеаризация нелинейных систем. Создание автоколебаний в нелинейной системе. Анализ релейной системы, линеаризованной методом вибрационной линеаризации.	6	1-14
Метод статистической линеаризации. Прохождение случайного сигнала через нелинейное звено. Преобразование функции распределения нелинейным звеном. Преобразование среднего значения, дисперсии. Исследование нелинейных систем методом статистической линеаризации.	6	1-14
Статистические системы управления. Характеристики случайных сигналов. Определение характеристик случайных сигналов по экспериментальным данным. Закономерности прохождения случайных сигналов через динамические звенья. Постановка и решение задачи синтеза оптимальной системы с заданной структурой.	6	1-14
Оптимальные САУ. Модели пространства состояния. Задачи оптимального управления. Задача аналитического синтеза регуляторов. Модальное управление. Задача синтеза ЛКГ-регулятора. Синтез ЛКГ-регулятора для детерминированного объекта управления.	12	1-14
Всего 7 семестр	48	
Всего часов	76	

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа

Рабочим учебным планом предусмотрены две курсовые работы: 6 семестр – по линейной теории ТАУ, 7 семестр – по линейным и нелинейным системам управления.

План выполнения курсовой работы 1.

Срок выполнения по неделям	Выполненная работа по проекту
1	2
2	Техническое задание на курсовую работу.
4	Анализ техпроцесса как объекта управления. Обзор основных систем управления. Функциональная схема системы управления по ТЗ.
6	Построение структурной схемы с заданными диапазонами изменения параметров.
8	Построение математических моделей элементов системы на основании исходных и литературных данных. Построение математической модели объекта управления на основании заданных данных переходного процесса
10	Постановка задачи синтеза системы управления с заданной структурой. Анализ и выбор модели возмущающих воздействий.
12	Построение таблицы (программы) моделирования системы на основании разностных уравнений в Excel. Динамический синтез системы управления методом математического моделирования. Анализ качественных показателей системы управления по задающему воздействию и по возмущению.
14	Динамический синтез системы управления методом математического моделирования в MatLab. Анализ логарифмических частотных характеристик и устойчивости системы по годографу Найквиста.
15	Оформление пояснительной записки и графической части работы. Представление курсовой работы к защите.
16	Защита курсовой работы

План выполнения курсовой работы 2.

Неделя	Выполненная работа
1	Техническое задание на курсовую работу.
2	Описание системы автоматического регулирования ... (указывается наименование системы согласно полученному варианту). В этой главе описывается принципиальная схема выданной САР, на основании чего разрабатывается функциональная схема САР.
3-4	Выбор и расчет элементов САР. В главе осуществляется выбор и расчет элементов системы, описываются их дифференциальные уравнения, составляются их передаточные функции и разрабатывается структурная схема САР.
5	Анализ устойчивости системы. В данной главе дается определение устойчивости и проводится обзор известных алгебраических и частотных критериев. Далее, разделяя на подпункты, проводят исследование с помощью: <ul style="list-style-type: none"> - критерия устойчивости по Ляпунову; - критерия Гурвица; - критерия Михайлова; - критерия Найквиста; - логарифмических критериев с определением запасов устойчивости по амплитуде и фазе.
6	Анализ качества системы. Определяются прямые показатели качества по переходному процессу и косвенные показатели по амплитудно-частотной характеристике. В случае неустойчивой системы переходный процесс и АЧХ строятся, но показатели не определяются.
7,8	Синтез желаемой системы методом логарифмических характеристик. Дается определение желаемой системы, приводятся известные методы ее построения. Для выбранных желаемых параметров строится желаемая ЛАЧХ: в низкочастотной области с использованием метода запретных зон, в среднечастотной области – по номограммам Солодовникова, в высокочастотной области – исходя из наклонов реальной системы.
9,10	Расчет корректирующего устройства. Выполняется построение ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства путем графического вычитания из ЖЛАЧХ исходной ЛАЧХ системы. Записывается передаточная функция корректирующего устройства. Выполняется расчет параметров РС-цепи, с помощью которой технически реализуется корректирующее устройство.
11,12	Анализ скорректированной системы. Проводится исследование скорректированной системы с использованием среды моделирования Simintech или математического редактора Mathcad. Выполняется сравнение заданных при синтезе желаемой системы показателей и полученных в результате моделирования. По графику переходного процесса определяются прямые показатели качества, по АЧХ – косвенные, по ЛАЧХ – запасы устойчивости.
13,14	Анализ нелинейной системы автоматического регулирования. Описание функциональной схемы нелинейной системы. Определения амплитуды и частоты автоколебаний метод гармонического баланса.
15	Заключительная часть курсовой работы представляется выводами, которые в сжатом виде отражают содержание всей работы. Оформление пояснительной записки и графической части
16	Защита курсовой работы

Курсовая работа оценивается отдельно, исходя из 100 баллов. Тема курсовых работ выбирается самостоятельно. Это может быть регулирование таких параметров любого объекта регулирования, как: давление, уровень, температура, расход, концентрация, частота вращения и т.д.

Примерные темы курсовой работы

- 1) Система управления напряжением генератора постоянного тока с ЭМУ.
- 2) Система управления напряжением генератора постоянного тока с электромагнитом.
- 3) Система автоматического регулирования температуры в помещении.
- 4) Система автоматического регулирования температуры в печи.
- 5) Система автоматического регулирования угловой скорости электропривода постоянного тока.
- 6) Система автоматического регулирования температуры теплоносителя.
- 7) Система автоматического регулирования частоты синхронного генератора.
- 8) Система автоматического регулирования температуры воздуха, подаваемого в ОУ.
- 9) Система автоматического регулирования температуры в атмосфере ОУ.
- 10) Система автоматического регулирования давления в ресивере.
- 11) Система автоматического регулирования угловой скорости гидротурбины.
- 12) Система автоматического регулирования температуры в камере.
- 13) Система автоматического управления загрузки дробилки.
- 14) Система автоматического регулирования уровня в баке.
- 15) Система автоматического регулирования расхода в трубопроводе.
- 16) Система управления рукой робота.
- 17) Дистанционная следящая система с синусно-косинусными вращающимися трансформаторами.
- 18) Гидравлический серводвигатель.

Критерии оценивания курсовой работы

Оценка по 100- бальной системе	Оценка курсового проекта (в 5-бальной системе оценки)	Требования к знаниям
1	2	3
90-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко знает материал курсовой работы, обосновывая принятые конструктивные решения и принятые критерии при расчете. Свободно отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения. Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Расчеты выполнены без ошибок, графический материал выполнен в соответствии с ГОСТ.
75-89	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он допускает неточности непринципиального характера (например, ошибка при выборе допускаемых напряжений в пределах 10%). Также студент выполнял курсовую работу с отставанием от графика по неубажительной причине.
60-74	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, не усвоил особенностей анализа и синтеза системы управления. Допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении методики выполнения расчетов.

0-59	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части курсовой работы, допускает существенные ошибки, самостоятельность выполнения курсовой работы не подтверждается. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по дисциплине.
------	-----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических и лабораторных занятий, с использованием ПК при проведении расчетов и моделировании. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к практическим занятиям.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Основные понятия и математическое описание линейных САУ	ОПК-1, ПК-5	ПР1-4, ЛР1, Т1
3	Анализ и синтез линейных систем автоматического управления	ОПК-1, ОПК-5, ПК-5, УК-8	ПР5-9, ЛР2-4, Т2
4	Нелинейные системы автоматического управления	ОПК-1, ПК-5	ПР10-12, ЛР5,6, КЛ1
5	САР с усложненной структурой, цифровые, оптимальные системы	ОПК-1, ОПК-5, ПК-5, УК-8	ПР13-15, ЛР7, КЛ2
Промежуточная аттестация			
6	Курсовая работа	ОПК-1, ОПК-5, ПК-5, УК-8	Защита
7	Зачет	ОПК-1, ОПК-5, ПК-5, УК-8	Вопросы к зачету (письменно)

8	Курсовая работа	ОПК-1, ОПК-5, ПК-5, УК-8	Защита
9	Экзамен	ОПК-1, ОПК-5, ПК-5, УК-8	Вопросы к экзамену (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме, а также ряд типовых задач.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических и лабораторных заданий и устный опрос по результатам их выполнения.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются тесты и теоретические вопросы коллоквиумов.

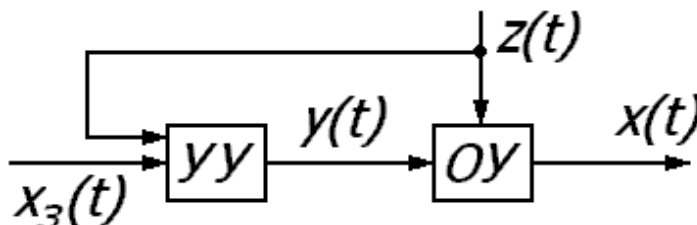
Вопросы входного контроля

1. Математический смысл операции дифференцирования. Показать на графиках.
2. Физический смысл операции дифференцирования. Показать на примерах.
3. Математический смысл операции интегрирования. Показать на графиках.
4. Физический смысл операции интегрирования. Показать на примерах.
5. Графическое дифференцирование функции.
6. Графическое интегрирование функции.
7. Классический метод решения дифференциальных уравнений.
8. Свободная и вынужденная составляющие решения дифференциального уравнения.
9. Операторный метод решения дифференциальных уравнений.
10. Описание процессов с помощью дифференциальных уравнений. Примеры описания процессом с помощью дифференциальных уравнений.

Вопросы к аттестации раздела 1 (6 семестр)

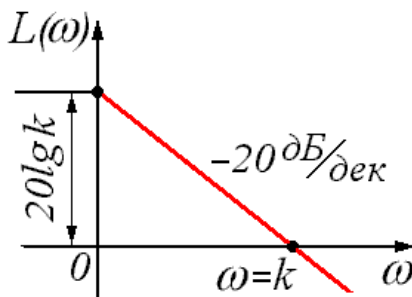
Тестовые задания 1 (Т1)

1. На рисунке представлена...



- А) Система управления по отклонению
- Б) Система управления по возмущению
- В) Комбинированная система
- Г) Замкнутая система управления

2. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



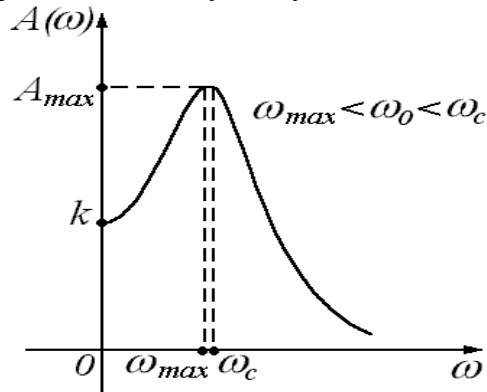
- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;

- В) АЧХ усилительного звена;
 Г) переходный процесс колебательного звена.

3. Система, алгоритм функционирования которой содержит предписание поддерживать значение управляемой величины постоянным:

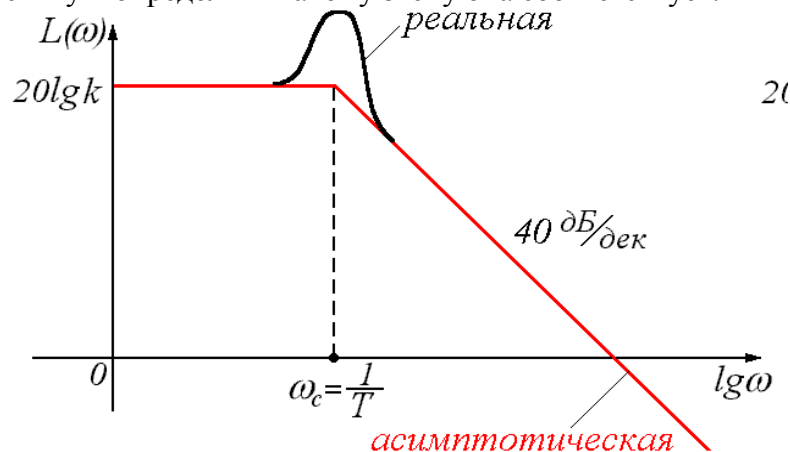
- А) следящая
 Б) стабилизирующая
 В) адаптивная
 Г) экстремальная

4. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



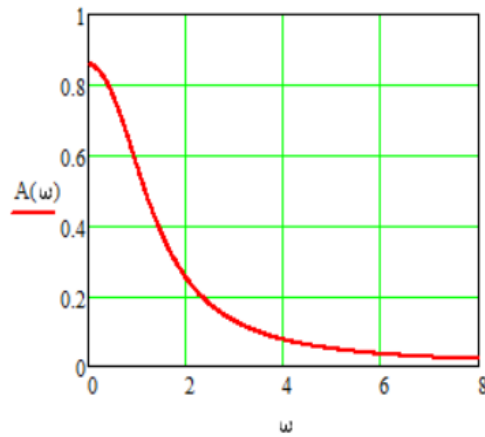
- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
 Б) АЧХ колебательного звена;
 В) АЧХ усилительного звена;
 Г) переходный процесс колебательного звена.

5. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



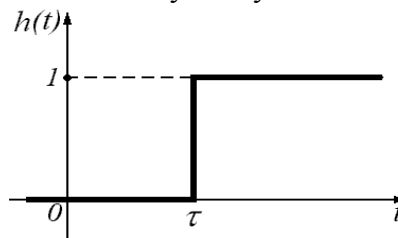
- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
 Б) ЛАЧХ колебательного звена;
 В) АЧХ усилительного звена;
 Г) переходный процесс аperiodического звена.

6. Чему равен коэффициент усиления аperiodического звена 1 порядка, если его АЧХ имеет вид:



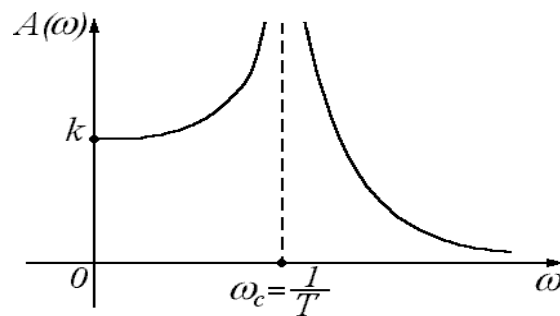
- А) 0,8;
- Б) 0,85;
- В) 1;
- Г) 8.

7. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



- А) импульсная характеристика интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
- В)) переходный процесс звена с запаздыванием;
- Г) переходный процесс колебательного звена.

8. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



- А) АЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) АЧХ консервативного звена.

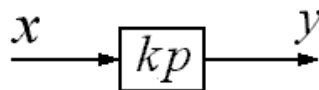
9. Если в дифференциальном уравнении $\xi > 1$, то оно описывает звено

$$T^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2T\xi \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t)$$

- А) интегрирующее звено;
- Б) апериодическое звено 2 порядка;

- В) апериодическое звено 1 порядка;
 Г) колебательное звено.

10. Назвать звено, структурная схема которого представлена на рисунке.



- А) идеальное интегрирующее звено;
 Б) идеальное дифференцирующее звено;
 В) апериодическое звено 1 порядка;
 Г) колебательное звено.

Критерии оценки тестового задания 1:

Количество правильных ответов равно количеству баллов.

Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 3 балла Практическая работа 2 – 3 балла Практическая работа 3 – 3 балла Практическая работа 4 – 3 балла Лабораторная работа 1 – 3 балла	Тест 1 - 10 б.	25 баллов / 15 баллов

Тестовые задания 2 (Т2)

1. Недостатком линейной интегральной оценки является
 А) Возможность применения только для монотонных (апериодических) процессов
 Б) Возможность применения только для колебательных процессов
 В) Отсутствие недостатков
 Г) Возможность применения для систем с колебательностью менее 20%

2. Что описывает данная формула?

$$J_3 = \int_0^{\infty} \left\{ [\varepsilon(t)]^2 + T^2 \left(\frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \right\} dt.$$

- А) линейная интегральная оценка;
 Б) интеграл ошибки;
 В) улучшенная квадратичная интегральная оценка;
 Г) кубическая интегральная оценка

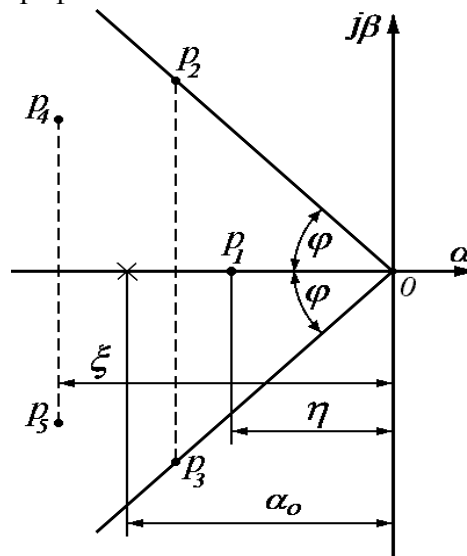
3. Что описывает данная формула?

$$? = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{P(\omega)}{\omega} \sin \omega t d\omega$$

- А) h(t);
 Б) A(ω);
 В) L(ω);

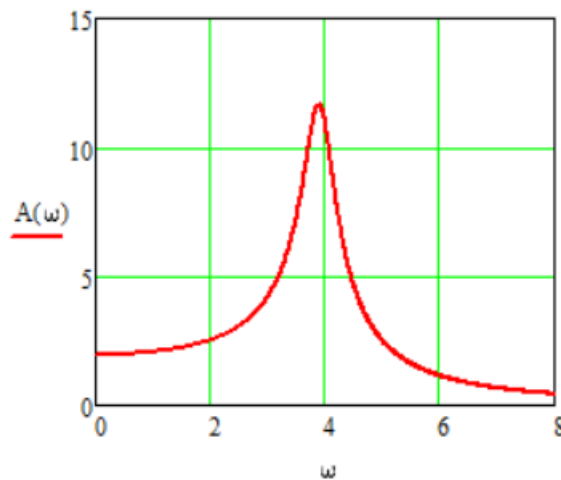
Г) $P(\omega)$.

4. Какие корни на приведенном графике отвечают за колебательность системы?



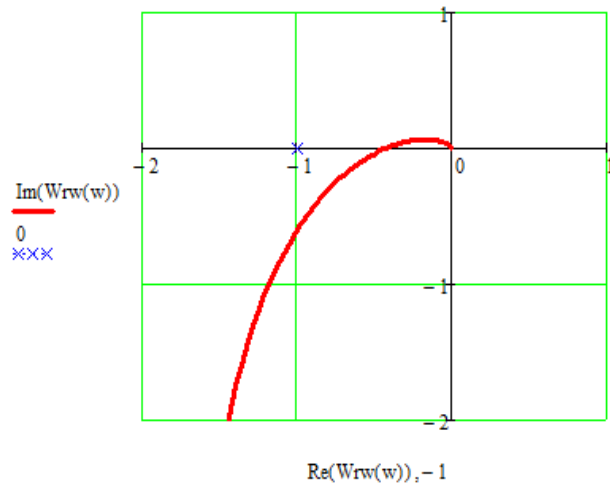
- А) никакой;
- Б) p_1 ;
- В) p_2, p_3 ;
- Г) p_4, p_5 .

5. Чему равен показатель колебательности?



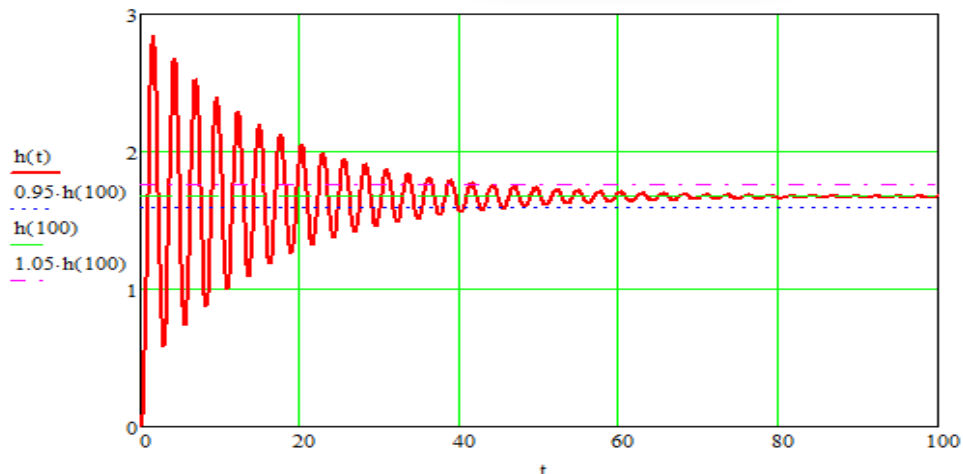
- А) 2,5;
- Б) 12;
- В) 8;
- Г) 5.

6. Годограф Найквиста для некоторой системы представлен на рисунке. Является ли система устойчивой?



- А) да;
- Б) нет;
- В) нельзя определить;
- Г) на границе устойчивости.

7. Чему равно перерегулирование и время регулирования системы?



- А) $t_p=60$ с, $\sigma=60\%$;
- Б) $t_p=100$ с, $\sigma=28\%$;
- В) $t_p=80$ с, $\sigma=40\%$;
- Г) $t_p=42$ с, $\sigma=65\%$.

8. Какой критерий устойчивости формулируется следующим образом:

Автоматическая система управления, описываемая уравнениями n -го порядка, будет устойчивой, если при изменении частоты от 0 до ∞ характеристический вектор системы повернется против часовой стрелки на угол $n\pi/2$ не обращаясь при этом в нуль.

- А) логарифмический критерий;
- Б) критерий Михайлова;
- В) критерий Найквиста;
- Г) критерий Гурвица.

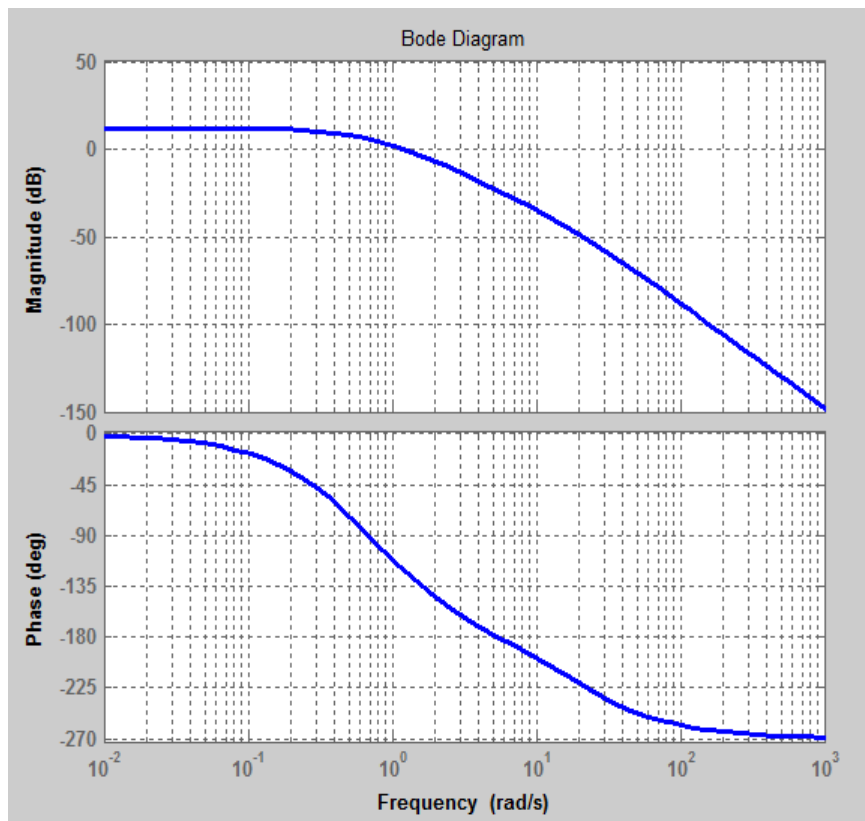
9. Как называется свойство системы возвращаться в исходное состояние равновесия после прекращения воздействия, выведшего систему из этого состояния?

- А) равновесность;
- Б) устойчивость;
- В) робастность;

Г) управляемость.

10. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде для системы, логарифмические характеристики которой представлены на рисунке, составляют.

- А) 23 дБ и 70 градусов;
- Б) 10 дБ и 270 градусов;
- В) 50 дБ и 180 градусов;
- Г) 50 дБ и 50 градусов.



Критерии оценки тестового задания 2:

Количество правильных ответов равно количеству баллов.

Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 5- 3 балла Практическая работа 6 - 3 балла Практическая работа 7- 3 балла Практическая работа 8- 3 балла Практическая работа 9 - 3 балла Лабораторная работа 2 – 3 балла Лабораторная работа 3 – 3 балла Лабораторная работа 4 – 4 балла	Тест 2 - 10 б.	35 баллов / 21 балл

Теоретические вопросы на зачет (6 семестр)

1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.
2. Основные характеристики объекта управления.
3. Типовая функциональная схема системы автоматического управления.
4. Классификация по характеру динамических процессов в системе (Непрерывность и линейность)
5. Классификация по характеристикам управления по принципу управления.
6. Классификация по характеристикам управления. По управляющему воздействию (задающее воздействие). Свойства в установившемся режиме.
7. Классификация САУ по другим признакам. Временные характеристики САУ
8. Уравнения динамики и статики. Линеаризация
9. Основные свойства преобразования Лапласа
10. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Передаточные функции
11. Структурные схемы линейных систем и их преобразования
12. Основные (типовые) управляющие воздействия САУ.
13. Частотные динамические характеристики (передаточная функция, АЧХ, ФЧХ, АФХ, логарифмические характеристики).
14. Безынерционное звено
15. Апериодическое звено 1 порядка
16. Колебательное звено (обзор четырех типов). Колебательное звено.
17. Колебательное звено (обзор четырех типов). Апериодическое звено II порядка.
18. Колебательное звено (обзор четырех типов). Консервативное звено.
19. Идеальное интегрирующее звено
20. Идеальное дифференцирующее звено
21. Понятие устойчивости. Устойчивость по Ляпунову.
22. Критерий Гурвица
23. Критерий Михайлова
24. Критерий Найквиста
25. Логарифмический критерий устойчивости. Запасы устойчивости.
26. Прямые показатели качества.
27. Частотный косвенный метод оценки качества.
28. Интегральный метод оценки показателей качества
29. Показатели качества управления в статическом режиме работы САУ.

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 4 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (10 баллов за каждый вопрос).

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтингов ой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	«зачтено» 24 - 40 баллов	– Оценка «зачтено» если студент имеет знания основного материала, прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой.

		– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
0-59	«не зачтено» 0 - 24 баллов	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Вопросы коллоквиума 1 к аттестации раздела 3 (7 семестр)

1. Основные виды нелинейностей.
2. Модели нелинейных элементов.
3. Структурные схемы нелинейных систем.
4. Методы анализа нелинейных систем.
5. Метод фазовой плоскости.
6. Анализ релейных систем управления.
7. Построение уравнений фазовой плоскости.
8. Решение уравнений графическим методом.
9. Метод изоклин.
10. Анализ фазовых траекторий и получение выводов по работе системы.
11. Метод гармонической линеаризации. Идея метода.
12. Определение коэффициентов гармонической линеаризации для различных нелинейностей.
13. Выявление наличия предельного цикла.
14. Вибрационная линеаризация нелинейных систем.
15. Создание автоколебаний в нелинейной системе.
16. Анализ релейной системы, линеаризованной методом вибрационной линеаризации.
17. Прохождение случайного сигнала через нелинейное звено.
18. Преобразование функции распределения нелинейным звеном.
19. Преобразование среднего значения, дисперсии.
20. Исследование нелинейных систем методом статистической линеаризации.

Студент на коллоквиуме дает ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 3

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 10 - 3 балла Практическая работа 11 – 3 балла Практическая работа 12 – 3 балла Лабораторная работа 5 – 3 балла Лабораторная работа 6 – 3 балла	Коллоквиум 1 - 10 б.	25 баллов / 15 баллов

Вопросы коллоквиума 2 к аттестации раздела 4 (7 семестр)

1. Характеристики случайных сигналов.
2. Определение характеристик случайных сигналов по экспериментальным данным.

3. Закономерности прохождения случайных сигналов через динамические звенья.
4. Функциональная схема цифровой системы.
5. Математические модели дискретных сигналов.
6. Дискретные модели элементов, взаимные преобразования.
7. Модели цифровых регуляторов.
8. Синтез дискретной системы управления.
9. Модели пространства состояния.
10. Задачи оптимального управления.
11. Задача аналитического синтеза регуляторов.
12. Модальное управление.
13. Задача синтеза ЛКГ-регулятора.
14. Синтез ЛКГ-регулятора для детерминированного объекта управления.

Студент на коллоквиуме дает ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

Шкала оценивания раздела 4

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 13 - 3 балла Практическая работа 14 – 3 балла Практическая работа 15 – 3 балла Лабораторная работа 7 – 6 балла	Коллоквиум 1 - 10 б.	25 баллов / 15 баллов

Теоретические вопросы на экзамен (7 семестр)

1. Основные сведения о нелинейных системах
2. Структура нелинейной системы
3. Классификация характеристик нелинейных элементов
4. статические характеристики и уравнения типовых нелинейностей. Однозначные нелинейности.
5. статические характеристики и уравнения типовых нелинейностей. Неоднозначные нелинейности.
6. Статический режим нелинейной САУ. Последовательное соединение.
7. Статический режим нелинейной САУ. Параллельное соединение.
8. Статический режим нелинейной САУ. Соединение звена, охваченного обратной связью
9. Переходный режим нелинейной САУ.
10. Обзор методов анализа нелинейных систем управления
11. Фазовое пространство
12. Фазовые траектории систем
13. Особые точки фазовых траекторий линейных и нелинейных систем. Центр, фокус, узел,
14. Особые точки фазовых траекторий линейных и нелинейных систем. Седло, особые траектории, предельный цикл
15. Особые точки фазовых траекторий линейных и нелинейных систем. Линии переключения, бифуркация.
16. Метод изоклин
17. Метод фазовой плоскости. Общие положения.
18. Метод фазовой плоскости для НС с релейной характеристикой «трехпозиционное реле с гистерезисом»
19. Метод фазовой плоскости для НС с релейной характеристикой «идеальное трехпозиционное реле»
20. Гармоническая линеаризация нелинейностей

21. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации
22. Алгебраический метод определения автоколебаний в нелинейных системах. Теория
23. Алгебраический метод определения автоколебаний в нелинейных системах. Пример для нелинейной системы с «насыщением».
24. Метод гармонического баланса.
25. Устойчивость или неустойчивость автоколебательного процесса.
26. Пример метода гармонического баланса.
27. Запаздывание гистерезисного реле
28. Коррекция нелинейных систем управления
29. Каскадные системы регулирования.
30. САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины. Системы связанного регулирования.
31. Регулирование объектов с чистым запаздыванием.
32. Упредитель Смита.
33. Функциональная схема цифровой системы.
34. Математические модели дискретных сигналов.
35. Дискретные модели элементов, взаимные преобразования.
36. Влияние дискретизации на качество систем управления.
37. Модели цифровых регуляторов.
38. Синтез цифровой системы управления.
39. Задачи оптимального управления.
40. Вариационное исчисление.
41. Метод Белмана
42. Принцип Максимума Понтрягина.
43. Модели пространства состояния.
44. Модальное управление.

Шкалы оценки образовательных достижений

Критерии начисления баллов студенту по результатам сдачи зачета

Баллы (итоговой рейтингов ой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	<i>«зачтено» 24 - 40 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Оценка «зачтено» если студент имеет знания основного материала, прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
0-59	<i>«не зачтено» 0 - 24 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Критерии начисления баллов студенту по результатам сдачи экзамена

Баллы (рейтин- говой оценки)	Оценка экзамена (стандарт- ная)	Требования к знаниям
45 - 50	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
38 - 45	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
30 - 38	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
Менее 30	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Шкала итоговой оценки по дисциплине

№№	Наименование этапа	Максимальное количество баллов
6 семестр		
1.	Раздел 1	35
2.	Раздел 2	25
3.	Курсовая работа	100
4.	Зачет	40
	Итого за 6 семестр	200
7 семестр		
5.	Раздел 3	25
6.	Раздел 4	25
7.	Курсовая работа	100
8.	Экзамена	50
Итого за 6 семестр		200
Итого по дисциплине		400

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-2161-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75516>
2. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : учебное пособие для вузов / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко. — 4-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-5520-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166342>
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>

Дополнительная литература:

4. Журомский, В. М. Линейные системы автоматического управления. Частотные методы. Инженерно-физические основы : учебное пособие / В. М. Журомский. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 156 с. — ISBN 978-5-7262-2183-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119481>
5. Казанцев, В. П. Теория автоматического управления. Линейные системы управления : учебное пособие / В. П. Казанцев. — Пермь : ПНИПУ, 2007. — 166 с. — ISBN 978-5-88151-687-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160419> .
6. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления: учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1034-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71753>
7. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления линейными одноканальными непрерывными системами : учебное пособие / О. В. Нос, Л. В. Старостина. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 202 с. — ISBN 978-5-7782-3536-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118276>
8. Журомский, В. М. Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие / В. М. Журомский. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 56 с. — ISBN 978-5-7262-1665-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75709> .
9. Васильев, Е. М. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие / Е. М. Васильев, В. Г. Коломыцев. — Пермь : ПНИПУ, 2011. — 115 с. — ISBN 978-5-398-00562-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160329> .
10. Васильев, Е. М. Теория автоматического управления. Дискретные системы: учебное пособие / Е. М. Васильев, В. Г. Коломыцев. — Пермь : ПНИПУ, 2012. — 152 с. — ISBN 978-5-398-00865-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160328> .

11. Сердобинцев, Ю. П. Оптимальное и адаптивное управление : учебное пособие / Ю. П. Сердобинцев, М. П. Кухтик. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 112 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/157184/#3>
12. Пен, Р. З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов : учебное пособие / Р. З. Пен, В. Р. Пен. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4926-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142356>.
13. Пашенко, Ф. Ф. Основы моделирования энергетических объектов / Ф. Ф. Пашенко, Г. А. Пикина. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 464 с. — ISBN 978-5-9221-1367-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5284>
14. Барметов, Ю. П. Теория автоматического управления. Лабораторный практикум : учебное пособие / Ю. П. Барметов, Е. А. Балашова, В. К. Битюков. — Воронеж : ВГУИТ, 2017. — 204 с. — ISBN 978-5-00032-293-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106781>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. «Word».
2. «Mathcad».
3. «SimInTech».
4. <http://tau-predmet.narod.ru/> - сайт о ТАУ.
5. https://help.simintech.ru/#o_simintech/o_simintech.html - справочная система SimInTech.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием (проектором, доской, компьютером) для проведения занятий с помощью презентаций.

Практические и лабораторные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением практического занятия уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, являе-

ниях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания для проведения лабораторных занятий

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил доцент

Рецензент: доцент



Мефедова Ю.А.

Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 15.11.2021 года, протокол №2.

Председатель учебно-методической комиссии



Ляпин А.С.