Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 06.10.2023 15:59:32
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В.Сафонов/
«13» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления»

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботы и робототехнические устройства»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Москва 2022

Программа дисциплины «Теория автоматического управления» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»** и профилю подготовки **«Роботы и робототехнические устройства».**

Программу составил

_____ В.В. Матросова, ст. пр.

Программа дисциплины «Теория автоматического управления» по направлению **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»** и профилю подготовки **«Роботы и робототехнические устройства»**
утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«31» 7 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
доцент, к.т.н. /А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»** и профилю подготовки **«Роботы и робототехнические устройства»**

_____ /В.В Матросова
«31» 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Машиностроения

Председатель комиссии _____ / М Васильев /

«13» 09 2022 г. Протокол: 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**15.03.04.01/01.2022.** *021*

1. Цель освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Теория автоматического управления» следует отнести:

- формирование знаний о принципах построения и математических моделях автоматических систем управления техническими системами, методах анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ) объектами промышленного назначения, обеспечивающих их работоспособность и требуемое качество управления;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теория автоматического управления» следует отнести:

- овладение методами математического описания систем автоматического управления в дифференциальной и операторной форме;
- овладение методиками составления структурных схем САУ, подлежащих анализу;
- овладение методами исследования работоспособности систем автоматического управления;
- овладение методами синтеза автоматических систем с заданными показателями качества;

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль «Роботы и робототехнические устройства» очной формы обучения.

Дисциплина «Теория автоматического управления» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- высшая математика;
- введение в проектную деятельность;
- управление электромеханическими системами;
- схемотехника электронных устройств автоматики.

В части блока формируемого участниками образовательных отношений:

- проектная деятельность;
- промышленные роботы и робототехнические комплексы.

В части элективных дисциплин:
- управление цикловой автоматикой.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-13	ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;	**знать:** • принципы построения систем автоматического управления; • методы математического описания элементов САУ и систем в целом; • критерии устойчивости САУ; • методы оценки показателей качества управления; • основы расчета и исследования САУ • основные законы управления и регулирования. **уметь:** • анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; • по функциональной схеме составить структурную схему исследуемой или проектируемой системы; • выполнять синтез САУ; • применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы; • грамотно составить задание на разработку САУ. **владеть:** • математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; • методикой получения временных и частотных характеристик САУ.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8** зачетных единицы, т.е**. 288** академических часов (из них 180 часов – самостоятельная работа студентов).

На втором курсе в **третьем** семестре выделяется **4** зачетные единицы, т.е. **54** академических часа (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).
На втором курсе в **четвертом** семестре выделяется **4** зачетные единицы, т.е. **54** академических часа (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).
Разделы дисциплины «Теория автоматического управления» изучаются на втором курсе.
Третий семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.
Четвертый семестр: лекции– 1 часа в неделю (18 часов) лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля - экзамен.
Структура и содержание дисциплины «Теория автоматического управления» по срокам и видам работы отражены в Приложении.

Содержание разделов дисциплины
Третий семестр

Введение

Предмет и задачи теории автоматического управления. Теория управления как основа автоматизации деятельности человека. Механизация и автоматизация. История становления и развития теории управления. Значение автоматизации в развитии науки, техники и технологии.

Основные определения и понятия, используемые в теории автоматического управления (ТАУ).

Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы построения систем автоматического управления, их достоинства и недостатки. Обобщенная блок-схема САУ.

Уравнения динамики и статики.

Линеаризация статических характеристик и дифференциальных уравнений. Описание элементов и систем линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами. Модели вход-выход. Передаточная функция в символической форме и в форме преобразования Лапласа. Основные законы регулирования. Статические и астатические системы. Частотные и временные характеристики, способы их построения, их информативность.

Классификация типовых звеньев.

Пропорциональное звено, его характеристики. Примеры элементов. Апериодическое звено, его частотные и временные характеристики, примеры элементов. Колебательное звено, его частотные и временные характеристики,

примеры. Форсирующие звенья и их характеристики. Дифференцирующие и интегрирующие звенья и их частотные и временные характеристики, примеры элементов. Звено чистого запаздывания и минимально-фазовые звенья, их характеристики.

Структурные схемы линейных САУ и их преобразования.
Получение передаточных функций по отношению к управляющему воздействию, возмущающему воздействию. Передаточные функции ошибок.

Четвертый семестр

Понятие устойчивости САУ.
Суждение об устойчивости САУ на основе теорем Ляпунова А.М. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица и его модифицированный вариант. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста, его логарифмический аналог. Управляемость и наблюдаемость.

Показатели качества САУ и их оценка.
Частотные методы оценки качества. Корневые методы оценки качества. Интегральные оценки качества.

Корректирующие устройства и их виды.
Оценки влияния корректирующих устройств на параметры звеньев и их структуру.

Методы синтеза корректирующих устройств.
Основы частотного метода синтеза корректирующих устройств с помощью логарифмических частотных характеристик (ЛЧХ). Формирование желаемых ЛЧХ, их типы. Синтез последовательного корректирующего устройства. Синтез параллельного корректирующего устройства.

Дискретные САУ. Классификация. Импульсные САУ. Передаточные функции импульсных САУ. Теорема Котельникова.
Дискретные САУ, определения, классификация. Импульсные САУ. Приведенная непрерывная часть импульсной САУ. Описание экстраполятора нулевого порядка и его частотная характеристика. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых импульсных систем. Сравнение непрерывных и импульсных систем. Теорема Котельникова В.А.

Устойчивость импульсных САУ.
Оценка устойчивости на основе Z- преобразования; критерий Гурвица с использованием билинейного преобразования; логарифмический метод оценки устойчивости импульсных систем.

Методы оценки качества импульсных САУ.

Установившаяся ошибка импульсной системы при типовых воздействиях.

Синтез корректирующих устройств импульсных САУ.

Непрерывные и дискретные корректирующие устройства.

Нелинейные системы.

Характерные типы статических и динамических нелинейностей; их описание. Задачи и методы исследования нелинейных САУ.

Фазовое пространство.

Фазовая плоскость, фазовый портрет. Особые точки и виды фазовых траекторий. Фазовые портреты линейных систем. Фазовые портреты линейных систем. Автоколебания. Скользящий режим.

Частотные методы анализа нелинейных САУ.

Метод гармонической линеаризации(метод гармонического баланса). Частотные методы исследования абсолютной устойчивости: критерий Попова И.М. и Чо-Нарендры.

Линейные стохастические системы.

Модели и характеристики случайных сигналов: законы распределения; математическое ожидание; дисперсия; среднее квадратичное отклонение; корреляционная функция; эргодичность; спектральная плотность. Анализ и синтез линейных стохастических систем.

Оптимальное управление. Критерии и методы.

Задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Методы оптимального управления: вариационное исчисление; принцип максимума, динамическое программирование.

Робастные системы и адаптивые системы управления.

Типовые примеры систем с неполной информацией и методы управления. Адаптивные системы, экстремальные и самонастраивающиеся САУ.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Теория автоматического управления» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм

проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсовой работы;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теория автоматического управления» и в целом по дисциплине составляет 50 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 30% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В третьем семестре:

- контрольная работа по методам математического описания автоматических систем;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;
- проведение тестирования по материалам изученных в семестре разделов дисциплины.

В четвертом семестре:

- выполнение курсовой работы (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося);
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;
- проведение тестирования по материалам изученных в семестре разделов дисциплины.

Курсовая работа посвящена частотным методам синтеза последовательного корректирующего устройства, что предусматривает реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по направлению.

Образцы тестовых заданий, контрольных работ, заданий курсовых работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- в процессе обучения предусмотрена курсовая работа (КР);
- индивидуальный опрос;
- экзамен по материалам третьего и четвертого семестров.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме компьютерного тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

В процессе обучения предусмотрена курсовая работа. Для конкретной системы автоматического управления необходимо:

- проанализировать исходные данные;
- построить логарифмическую амплитудно-частотную характеристику исходной системы и проанализировать ее;
- построить «желаемую» ЛАЧХ;
- проверить основные показатели качества «желаемой» системы методом математического моделирования;
- получить ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства;
- выбрать практическую реализацию корректирующего устройства.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-13	ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	3	4	5
знать: методы математического описания элементов САУ и систем в целом; критерии устойчивости САУ; методы оценки показателей качества управления; принципы построения систем автоматического управления; основные законы управления и регулирования;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы математического описания элементов САУ и систем в целом; критерии устойчивости САУ; методы оценки показателей качества управления; принципов построения САУ, основных законов управления и регулирования.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы математического описания элементов САУ и систем в целом; критерии устойчивости САУ; методы оценки показателей качества управления; принципов построения САУ, основных законов управления и регулирования.Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы математического описания элементов САУ и систем в целом; критерии устойчивости САУ; методы оценки показателей качества управления; прннциповпостроения САУ, основных законов управления и регулирования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы математического описания элементов САУ и систем в целом; критерии устойчивости САУ; методы оценки показателей качества управления; прннциповпостроения САУ, основных законов управления и регулирования, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: по функциональной схеме составить структурную схему исследуемой или	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: по функциональной	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих

проектируемой системы; выполнять синтез САУ; применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы. анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; грамотно составить задание на разработку САУ; применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы	схеме составлять структурную схему исследуемой или проектируемой системы; анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; грамотно составить задание на разработку САУ; выполнять синтез САУ; применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы.	по функциональной схеме составлять структурную схему исследуемой или проектируемой системы; анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; грамотно составить задание на разработку САУ; выполнять синтез САУ; применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	по функциональной схеме составлять структурную схему исследуемой или проектируемой системы; анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; грамотно составить задание на разработку САУ; выполнять синтез САУ; применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы.Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	умений: по функциональной схеме составлять структурную схему исследуемой или проектируемой системы; анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; грамотно составить задание на разработку САУ; выполнять синтез САУ; применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; методикой получения временных и частотных характеристик САУ.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; методикой получения временных и частотных характеристик САУ.	Обучающийся владеет математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; методикой получения временных и частотных характеристик САУ в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; методикой получения временных и частотных характеристик САУ, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; методикой получения временных и частотных характеристик САУ,свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория автоматического управления» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы, выполнили и защитили курсовую работу).

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная:

1. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 624 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/68460 — Загл. с экрана.

2.Лебедев, Ю.М. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс] / Ю.М. Лебедев, Б.И. Коновалов. — Электрон.дан. — М. : ТУСУР, 2010. — 162 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/4947 — Загл. с экрана.

3. Бобцов, А.А. Адаптивное и робастное управление с компенсацией неопределенностей. [Электронный ресурс] / А.А. Бобцов, А.А. Пыркин. — Электрон.дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2013. — 135 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/43806 — Загл. с экрана.

б) дополнительная:

1.Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5848 — Загл. с экрана.

2.Рачков М.Ю. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами : учеб.пособие для вузов. - М.: МГИУ, 2005 **Гриф УМО**

3. Рубцов, В.И. Методические указания к ЛР по курсу Теория автоматического управления (линейные системы). [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 40 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52202 — Загл. с экрана.

4.Синтез корректирующих устройств систем автоматического управления : метод.ук. к выполнению курсовой работы по теории автоматического управления 33-4. / Сост. Мартяков А.И. - М.: МГИУ, 2006

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://www.edu.ru

8.Материально – техническое обеспечение дисциплины

Специализированные компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление» ав2614 и ав2507.

Оборудование и аппаратура:

- сетевые компьютерные классы, программное обеспечение которых включает программы МВТУ и SIAM, а также контрольные тесты для текущего контроля;
- мультимедийный проектор с подборкой материалов для лекций, практических занятий и лабораторных работ.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов теории автоматического управления, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсовой работы;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

3 семестр

Основные определения и понятия, используемые в теории автоматического управления (ТАУ)ОПК-4).

Уравнения динамики и статики (0ПК-4).

Классификация типовых звеньев и их временные и частотные характеристики (ОПК-4).

Структурные схемы линейных САУ и их преобразования(ОК-4).

4 семестр

Понятие устойчивости САУ.Критерии устойчивости (ОПК-4).

Показатели качества САУ и их оценка (ОПК-4).

Корректирующие устройства и их виды (ОПК-4).

Методы синтеза корректирующих устройств (ОПК-4).

Дискретные САУ. Классификация. Импульсные САУ. Передаточные функции импульсных САУ. Теорема Котельникова (ОПК-4).

Устойчивость импульсных САУ (ОПК-4).

Методы оценки качества импульсных САУ (ОПК-4).

Синтез корректирующих устройств импульсных САУ (ОПК-4).

Нелинейные системы и методы их исследования (ОПК-4).

Фазовое пространство, фазовая плоскость (ОПК-4).

Частотные методы исследования нелинейных систем (ОПК-4).

Линейные стохастические системы. Характеристики случайных сигналов (ОПК-4).

Оптимальные системы, критерии оптимальности (ОПК-4).

Робастные и адаптивные системы (ОПК-4).

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Теория автоматического управления» в четвертом семестре следует уделять изучению различных видов математического описания автоматических систем, обращая постоянно внимание

обучающихся на их взаимосвязи и возможности перехода от одних видов математического описания к другим.

При изучении дисциплины в пятом семестре ключевыми являются вопросы анализа устойчивости и качества линейных систем, а также методы их синтеза.

В шестом семестре следует сконцентрироваться на изучении нелинейных систем автоматического управления, обращая особое внимание на присущие им специфические особенности.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:15.03.04Автоматизация технологических процессов и производств

ОП (профиль): «Роботы и робототехнические устройства»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

производственно-конструкторская

Кафедра: Автоматика и управление

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория автоматического управления

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
варианты экзаменационного билета
перечень вопросов на экзамены
образцы контрольной работы
образцы вопросов из фонда тестовых заданий
задание на выполнение курсовой работы
перечень лабораторных работ

Составители:

Ст. преп. Матросова В.В.

Москва, 2022год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ					
ФГОС ВО **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-13	ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств;	**Знать:** • принципы построения методы математического описания элементов САУ и систем в целом; • принципы построения систем автоматического управления;; • основные законы управления и регулирования; • критерии устойчивости САУ; • методы оценки показателей качества управления; • основы расчета и исследования САУ **Уметь:** • по функциональной схемесоставить структурную схему	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, с еминарские занятия курсовое проектирование	Э,Э,З Т, ЛР, КР, К.р.	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при

		исследуемой или проектируемой системы; • анализировать динамику процессов как в отдельных элементах системы, так и во всей САУ; • грамотно составить задание нп разработку САУ; • выполнять синтез САУ; • применять для анализа и синтеза САУ необходимые прикладные программы. **Владеть:** • математическим аппаратом для анализа устойчивости САУ; • методикой получения временных и частотных характеристик САУ			недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Теория автоматического управления»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э -экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов, вопросы к экзамену
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющаяавтоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фондтестовыхзаданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение
4	Курсовая работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Комплект заданий для выполнения курсовой работы
5	Контрольная работа (к,р,)	Средство проверки умений студента применять полученные знания при решении стандартных задач	Фонд вариантов контрольных работ

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Автоматика и управление»
Дисциплина «Теория автоматического управления»
Образовательная программа 15.03.04Автоматизация технологических процессов и производств
Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Инвариантность к возмущающему воздействию.
2. Экстраполятор нулевого порядка
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры «29»декабря 2017 г., протокол №5.

Зав. кафедрой _____ /А.В.Кузнецов/

Перечень вопросов к зачету (3 семестр)

Вопросы к зачету	Код компетенции
Линеаризация уравнений САУ	**ОПК-13**
Преобразование Лапласа	**ОПК-13**
Свойства преобразования Лапласа	**ОПК-13**
Передаточная функция	**ОПК-13**
Структурные схемы	**ОПК-13**
Правила преобразования структурных схем	**ОПК-13**
Переходная функция	**ОПК-13**
Весовая функция	**ОПК-13**
Частотные характеристики.	**ОПК-13**
Типовые звенья.	**ОПК-13**
Пропорциональное звено (уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, определение параметров по графику переходной функции).	**ОПК-13**
Апериодическое звено (уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, определение параметров по графику переходной	**ОПК-13**

функции)	
Колебательное звено (уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, определение параметров по графику переходной функции).	**ОПК-13**
Интегрирующее звено (уравнение, передаточная функция, временные и частотные характеристики, определение параметров по графику переходной функции).	**ОПК-13**
Дифференцирующее звено (уравнение, передаточная функция, временные и частотные временные и частотные6характеристики).	**ОПК-13**
Форсирующие звенья (уравнение, передаточная функция, временные и частотные временные и частотные характеристики).	**ОПК-13**
Понятие статической и астатической систем.	**ОПК-13**
Определение установившейся ошибки от задающего воздействия.	**ОПК-13**
Определение установившейся ошибки от возмущающего воздействия.	**ОПК-13**

вопросов на экзамен (4 семестр)

Вопросы к экзамену	**Код компетенции**
Понятие устойчивости	**ОПК-13**
Понятие устойчивости по А.М.Ляпунову	**ОПК-13**
Формулировка и толкование основных теорем Ляпунова А. М	**ОПК-13**
Алгебраический критерий устойчивости Гурвица	**ОПК-13**
Принцип аргумента	**ОПК-13**
Частотный критерий устойчивости Михайлова А.В.	**ОПК-13**
Критерий устойчивости Найквиста для случая устойчивой разомкнутой системы	**ОПК-13**
Критерий Найквиста, разомкнутая САУ неустойчивая	**ОПК-13**
Критерий устойчивости Найквиста для астатических САУ	**ОПК-13**
Правило построения ЛЧХ сложной системы	**ОПК-13**
Логарифмический аналог критерия Найквиста	**ОПК-13**
Понятие о запасах устойчивости, их определение по ЛЧХ и АФЧХ	**ОПК-13**
Диаграмма Вышнеградского	**ОПК-13**
Показатели качества управления	**ОПК-13**
Точность в установившихся режимах	**ОПК-13**
Метод коэффициентов ошибок	**ОПК-13**

Оценка установившейся точности САУ при гармоническом воздействии	**ОПК-13**
Точностьв установившихся режимах статической и астатической САУ при воздействиях: g(t) = 1(t) и g(t) = к·t.	**ОПК-13**
Инвариантность системы к изменению задающих и возмущающих воздействий	**ОПК-13**
Корректирующие устройства	**ОПК-13**
Синтез последовательного корректирующего устройства	**ОПК-13**
Синтез параллельного корректирующего устройства	**ОПК-13**
Дискретные системы, классификация	**ОПК-13**
Решетчатые функции	**ОПК-13**
Разностные уравнения	**ОПК-13**
Импульсные системы, методы их анализа	**ОПК-13**
Корневой метод оценки показателей качества	**ОПК-13**
Частотный метод оценки показателей качества	**ОПК-13**
Интегральные оценки качества	**ОПК-13**
Улучшенная интегральная квадратичная оценка качества	**ОПК-13**
Дискретное преобразование Лапласа	**ОПК-13**
Обратное дискретное преобразование Лапласа	**ОПК-13**
Теоремы D-преобразования	**ОПК-13**
Теоремы z-преобразования	**ОПК-13**
Экстраполятор нулевого порядка	**ОПК-13**
Теорема Котельникова	**ОПК-13**
Устойчивость импульсных систем	**ОПК-13**
Точность импульсных систем	**ОПК-13**
Виды модуляторов	**ОПК-13**
Методы импульсной модуляции	**ОПК-13**
Типы статических нелинейностей	**ОПК-13**
Типы динамических нелинейностей	**ОПК-13**
Задачи и методы исследования нелинейных САУ	**ОПК-13**
Фазовая плоскость, фазовый портрет	**ОПК-13**
Особые точки и виды фазовых траекторий	**ОПК-13**
Фазовые портреты линейных систем	**ОПК-13**
Фазовые портреты нелинейных систем	**ОПК-13**
Автоколебания	**ОПК-13**
Понятие устойчивости автоколебаний	**ОПК-13**
Скользящий режим	**ОПК-13**

Системы с переменной структурой	**ОПК-13**
Методы анализа нелинейных систем	**ОПК-13**
Метод гармонической линеаризации	**ОПК-13**
Устойчивость нелинейных систем	**ОПК-13**
Прямой метод оценки устойчивости А.М.Ляпунова	**ОПК-13**
Критерий абсолютной устойчивости Попова И.М.	**ОПК-13**
Модели и характеристики случайных сигналов:	**ОПК-13**
Законы распределения	**ОПК-13**
Математическое ожидание; дисперсия	**ОПК-13**
Среднее квадратичное отклонение	**ОПК-13**
Корреляционная функция	**ОПК-13**
Гипотеза эргодичности	**ОПК-13**
Спектральная плотность	**ОПК-13**
Анализ линейных стохастических систем	**ОПК-13**
Основы синтеза линейных стохастических систем	**ОПК-13**
Нечувствительность нелинейных систем	**ОПК-13**
Насыщение нелинейных систем	**ОПК-13**
Релейные характеристики	**ОПК-13**
Понятие об оптимальных системах	**ОПК-13**
Задачи оптимального управления	**ОПК-13**
Критерии оптимальности	**ОПК-13**
Методы оптимального управления	**ОПК-13**
Вариационное исчисление	**ОПК-13**
Принцип максимума Л. Понтрягина	**ОПК-13**
Динамическое программирование Р.Беллмана.	**ОПК-13**
Понятие робастной системы	**ОПК-13**
Типовые примеры систем с неполной информацией	**ОПК-13**
Методы робастного управления	**ОПК-13**
Адаптивные системы	**ОПК-13**
Системы с переменными параметрами	**ОПК-13**
Системы с переменной структурой	**ОПК-13**
Принцип экстремально управления	**ОПК-13**
Виды экстремальных САУ	**ОПК-13**
Самонастраивающиеся САУ	**ОПК-13**

Образцы вопросов из фонда контрольных работ (ОПК-4)
Третий семестр

Вариант 1

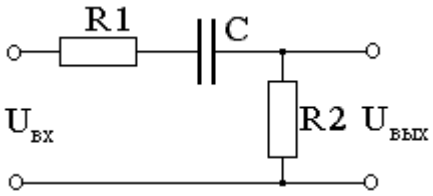
Получить изображениефункции: $f(t)= t^2 \cdot \sin\omega t$;

Получить оригинал функции:

$$F(s)=\frac{5(s-2)}{(s-2)^2+9};$$

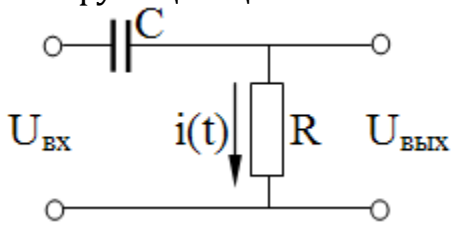
Решить уравнение:$x'' + 8x' + 7x= \delta(t–3)$;

Получить передаточную функцию:



Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ОПК-4)

Третий семестр
Тест 1.

Текст вопроса	Ответы
Какой вид имеет передаточная функция цепочки? 	W(s) = 1/(T·s + 1), где T = R/C
	W(s) = s/(T·s - 1), где T = RC
	W(s) = T·s/(T·s + 1), где T = RC
	W(s) = T/s ,где T = RC
	W(s) = 1/(T·s – 1), где T = RC

Задание на выполнение курсовой работы

Курсовая работа как элемент учебной дисциплины должна способствовать формированию **компетенции ОПК-4.**

Целью выполнения курсовой работы является закрепление теоретических сведений по синтезу корректирующих устройств, обеспечивающих определенные динамические показатели системы.

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются функциональная схема системы автоматического регулирования, параметры элементов исходной системы, вид задающего воздействия, а также требования к качеству управления скорректированной системы.

Задание на курсовую работу формулируется следующим образом:

1) Используя функциональную схему, составить структурную схему системы управления по исходным данным;
2) По заданным параметрам построить ЛАЧХ исходной системы;
3) В соответствии с рекомендациями построить асимптотическую ЛАЧХ желаемой системы первого приближения и записать ее передаточную функцию;
4) Методом математического моделирования, используя программный комплекс МВТУ, проверить соответствие желаемой системы управления требуемым показателям качества;
5) Построить асимптотическую ЛАЧХ нескорректированной системы;
6) Получить ЛАЧХ корректирующего устройства, по которой выбрать схему его технической реализации;
7) Составить принципиальную электрическую схему системы управления с включенным в нее корректирующим устройством.

Пояснительная записка должна содержать:

– функциональную схему системы автоматического управления (САУ) с пояснением ее работы;
– исходные данные своего варианта задания;
– передаточные функции каждого элемента системы, записанные в общей форме и с числовыми значениями параметров;
– структурную схему исходной замкнутой САУ (без корректирующего устройства);
– расчет координат рабочей точки и построенные на миллиметровой бумаге асимптотические ЛАЧХ: исходной, нескорректированной и желаемой систем;
– математические выкладки, обосновывающие получение асимптотической ЛАЧХ корректирующего устройства;
– схемы моделирования САУ с числовыми значениями передаточных функций для проверки устойчивости и показателей качества переходного процесса нескорректированной, желаемой и скорректированной систем;
– распечатки ЛЧХ, АФЧХ (годограф Найквиста) нескорректированной, желаемой и скорректированной систем с указаниями на них расположения и

числовых значений: частоты среза $\omega_{ср}$, инверсной частоты $\omega_{и}$, запасов устойчивости по фазе $\Delta\varphi$ и амплитуде ΔA;

– для желаемой и скорректированной систем распечатки:

переходных функций h(t) с обозначением на них перерегулирования (расчета коэффициента перерегулирования – σ), времени регулирования $t_р$, графиков ошибки с указанием амплитуды ε_m и расчетом частоты колебаний;

– электрическую схему корректирующего устройства сего ЛАЧХ;

– функциональную схему скорректированной системы

– выводы по результатам синтеза.

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
	Третий семестр		**18**
1	Изучение возможностей Программного комплекса МВТУ для лабораторного практикума	Компьютерный класс кафедры ав2614	6
2	Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев	Компьютерный класс кафедры ав2614	6
3	Исследование динамики замкнутых САУ	Компьютерный класс кафедры ав2614	6
	Четвертый семестр		**18**
4	Исследование устойчивости систем с использованием частотных характеристик	Компьютерный класс кафедры ав2614	4
5	Ошибка импульсной системы при типовых воздействиях	Компьютерный класс кафедры ав2614	4
6	Получение фазовых траекторий систем 2-го порядка с анализом особых точек	Компьютерный класс кафедры ав2614	4
7	Автоколебания в нелинейных системах	Компьютерный класс кафедры ав2614	4
8	Исследование динамики линейных стохастических систем	Компьютерный класс кафедры ав2614	2

Приложение 2

Структура и содержание дисциплины «Теория автоматического управления» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и профилю подготовки «Роботы и робототехнические иустройства»

№ № n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттес-тации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Контр.р.	Э	З
	Третий семестр			**18**	**18**	**18**	**36**							
1	Основные понятия и определения, используемые в теории автоматического управления.	3	**1**	**2**	2		**5**							
2	*Лабораторная работа 1* «Изучение возможностей Программного комплекса МВТУ для лабораторного практикума»	**3**	**2**			**2**	**5**							
3	Уравнения динамики и статики. Линеаризация уравнения динамики.	**3**	**3**	**2**	**2**		**5**							
4	*Лабораторная работа 1(продолжение)* «Изучение возможностей Программного комплекса МВТУ для лабораторного практикума»	**3**	**4**			**2**	**5**							
5	Преобразование Лапласа и его свойства. Передаточные функции	**3**	**5**	**2**	**2**		**5**							
6	*Лабораторная работа 1(продолжение)* «Изучение возможностей Программного комплекса МВТУ для лабораторного практикума»	**3**	**6**			**2**	**5**							

7	Частотные характеристики. Временные характеристики	**3**	**7**	**2**	**2**		**5**							
8	*Лабораторная работа 2* Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев	**3**	**8**				**5**							
9	Типовые звенья. Примеры использования.	**3**	**9**	**2**	**2**		**5**							
10	*Лабораторная работа 2(продолжение)* Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев	**3**	**10**			**4**	**5**							
11	Структурные схемы линейных САУ и их преобразования	**3**	**11**	**2**	**2**		**5**					**+**		
12	*Лабораторная работа 2(продолжение)* Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев	**3**	**12**				**5**							
13	Передаточные функции замкнутых систем. Статические и астатические САУ	**3**	**13**	**2**	**2**		**5**							
14	*Лабораторная работа 3* Исследование динамики замкнутых САУ	**3**	**14**			**4**	**5**							
15	Понятие устойчивости по А.М.Ляпунову. Суждение об устойчивости САУ на основе теорем А.М.Ляпунова	**3**	**15**	**2**	**2**		**5**							
16	*Лабораторная работа 3(продолжение)* Исследование динамики замкнутых САУ	**3**	**16**				**5**							
17	Алгебраические критерии устойчивости	**3**	**17**	**2**	**2**		**5**							
18	*Лабораторная работа 3(продолжение)* Исследование динамики замкнутых САУ	**3**	**18**			**4**	**5**							
	Форма аттестации													**Э**
	Четвертый семестр			**18**	**18**	**18**	**90**							

1	Принцип аргумента. Критерий Михайлова	**4**	**1**	**1**			**4**							
2	*Лабораторная работа 4* Исследование устойчивости систем с использованием частотных характеристик	**4**	**1**			**2**								
3	Критерий Найквиста.	**4**	**2**	**1**			**2**							
4	*Практическое занятие 1* Логарифмический аналог критерия Найквиста	**4**	**2**		**2**									
5	Показатели качества САУ и их оценка	**4**	**3**	**1**			**2**							
6	*Лабораторная работа 4 (продолжение)* Исследование устойчивости систем с использованием частотных характеристик	**4**	**3**			**2**								
7	Точность в установившихся режимах. Метод коэффициентов ошибок	**4**	**4**	**1**			**4**							
8	*Практическое занятие 2* Построение асимптотической ЛАЧХ	**4**	**4**		**2**									
9	Корректирующие устройства и их виды.	**4**	**5**	**1**			**4**							
10	*Лабораторная работа 4 (продолжение)* Исследование устойчивости систем с использованием частотных характеристик	**4**	**5**			**2**								
11	Последовательные корректирующие устройства. Регуляторы	**4**	**6**	**1**			**2**							
12	*Практическое занятие 3* Условия инвариантности к задающему и возмущающему воздействиям	**4**	**6**		**2**									
13	Синтез корректирующих устройств. Построение желаемой ЛАЧХ.	**4**	**7**	**1**			**4**							
14	*Лабораторная работа 5* Ошибка импульсной системы при типовых воздействиях	**4**	**7**			**2**								
15	Синтез последовательного корректирующего устройства	**4**	**8**	**1**			**4**		+					

16	*Практическое занятие 4* Выбор корректирующего устройства	**4**	**8**		**2**									
17	Дискретные САУ. Классификация. Импульсные САУ	**4**	**9**	**1**			**4**							
18	*Лабораторная работа 6* Получение фазовых траекторий систем 2-го порядка с анализом особых точек	**4**	**9**			**2**								
19	Передаточные функции импульсных САУ. Теорема Котельникова	**4**	**10**	**1**			**2**							
20	*Практическое занятие 5* Решетчатые функции. Дискретное преобразование Лапласа	**4**	**10**		**2**									
21	Устойчивость импульсных САУ	**4**	**11**	**1**			**4**							
22	*Лабораторная работа 6 (продолжение)* Получение фазовых траекторий систем 2-го порядка с анализом особых точек	**4**	**11**			**2**								
23	Методы оценки качества импульсных САУ	**4**	**12**	**1**			**4**							
24	*Практическое занятие 6* Вычисление передаточных функцийимпульсных систем	**4**	**12**		**2**									
25	Задачи и методы исследования нелинейных САУ	**4**	**13**	**1**			**2**							
26	*Лабораторная работа 7* Автоколебания в нелинейных системах	**4**	**13**			**2**								
27	Метод гармонической линеаризации	**4**	**14**	**1**			**5**							
28	*Практическое занятие 7* Анализ устойчивости импульсных систем	**4**	**14**		**2**									
29	Устойчивость нелинейных систем	**4**	**15**	**1**			**4**							
30	*Лабораторная работа 7 (продолжение)* Автоколебания в нелинейных системах	**4**	**15**			**2**								

31	Линейные стохастические системы	**4**	**16**	**1**			**6**							
32	*Практическое занятие 8* Скользящие режимы в нелинейных системах	**4**	**16**		**2**									
33	Оптимальное управление. Критерии и методы	**4**	**17**	**1**			**4**							
34	*Лабораторная работа 9* Исследование динамики линейных стохастических систем	**4**	**17**			**2**								
35	Адаптивные и робастные системы	**4**	**18**	**1**										
36	*Практическое занятие 9* Анализ устойчивости автоколебаний	**4**	**18**		**2**		**2**							
	Форма аттестации												**Э**	
	Всего часов по дисциплине	**288**		**36**	**36**	**36**	**180**							